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 nº 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

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
	1905. 1er et 2e semestre
	1906. 1er et 2e semestre
	1907. 1er et 2e semestre
	1908. 1er et 2e semestre
VOLUME TÉLÉCHARGÉ	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	1909. 1er semestre
Adresse	**Paris : Société d'encouragement pour le développement de l'industrie nationale, 1909**
Collation	**1 vol. (1304 p.) : ill. ; 26 cm**
Nombre de vues	**1304**
Cote	**BSPI 112**
Sujet(s)	**Progrès scientifique et technique Innovations -- France -- 1900-1945**
Thématique(s)	**Machines & instrumentation scientifique**
Typologie	**Revue**
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.112

Note d'introduction au *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*

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 élitaire 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 accèder 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. **:**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

S. E. I. N.
Bibliothèque

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR

L'INDUSTRIE NATIONALE

PUBLIÉ

SOUS LA DIRECTION DES SECRÉTAIRES DE LA SOCIÉTÉ

MM. HITIER & TOULON

1909

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

1909

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SECRÉTARIAT DE LA SOCIÉTÉ

RÉDACTION DU BULLETIN

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

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

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 8 JANVIER 1909 POUR L'ANNÉE 1909

BUREAU

Année de l'entrée au Conseil.

Président.

1892. — GRUNER (E.) (O. ✲), ingénieur civil des mines, vice-président du Comité central des houillères de France, 60, rue des Saints-Pères (VIIe arrt).

Vice-présidents.

1883. — BARDY (O. ✲), directeur honoraire du service scientifique des contributions indirectes, rue du Général-Foy, 32 (VIIIe arrt).

1905. — BERTIN (C. ✲), membre de l'Institut, 8, rue Garancière (VIe arrt).

1894. — PECTOR (Sosthènes), membre du Conseil d'administration de la Société française de Photographie, 9, rue Lincoln (VIIIe arrt).

1898. — LIVACHE, ingénieur civil des mines, 24, rue de Grenelle (VIIe arrt).

Secrétaires.

1901. — HITIER (Henri), ingénieur agronome, maître de conférences à l'Institut national agronomique, 23, rue du Cherche-Midi (VIe arrt).

1900. — TOULON (Paul) (✲), ingénieur en chef des ponts et chaussées, attaché aux Chemins de fer de l'État, 70, rue d'Assas (VIe arrt).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

Trésorier.

1906. — ALBY (✲), ingénieur en chef des ponts et chaussées, 80, boulevard Flandrin (XVIe arrt).

Censeurs.

1884. — BORDET (✲), ancien inspecteur des finances, administrateur de la Compagnie de Châtillon, Commentry et Neuves-Maisons, 181, boulevard Saint-Germain (VIIe arrt).

1901. — LEGRAND (Victor) (O. ✲), ancien président du Tribunal de commerce de la Seine, 115, rue Lafayette (Xe arrt).

Commission des Fonds.

1884. — BORDET (✲), ancien inspecteur des finances, administrateur de la Compagnie de Châtillon, Commentry et Neuves-Maisons, *Président*, boulevard Saint-Germain, 181 (VIIe arrt).

1876. — PEREIRE (Henry), ingénieur des arts et manufactures, boulevard de Courcelles, 33 (VIIIe arrt).

1887. — FOURET (✲), ancien examinateur d'admission à l'École polytechnique, avenue Carnot, 4 (XVIIe arrt).

1888. — D'EICHTHAL (Eug.), membre de l'Institut, administrateur de la Compagnie du chemin de fer du Midi, boulevard Malesherbes, 144 (XVIIe arrt).

1891. — HEURTEAU (O. ✲), ingénieur en chef des mines, directeur de la Compagnie du chemin de fer d'Orléans, rue de Clichy, 17 (IXe arrt).

1900. — LAVOLLÉE (J.), avocat à la Cour d'appel, 3, avenue du Coq (IXe arrt).

1902. — HONORÉ (Frédéric) (✲), ingénieur des arts et manufactures, administrateur délégué de la Société du Louvre, 75, rue de Lille (VIIe arrt).

1903. — LAFOSSE (H.) (O. ✲), conservateur des eaux et forêts, 78, rue de Varenne (VIIe arrt).

1906. — ALBY (✲), ingénieur en chef des ponts et chaussées, boulevard Flandrin, 80 (XVIe arrt).

1908. — BIVER (Eugène), ingénieur des arts et manufactures, 14, rue de Prony (XVIIe arrt).

Comité des Arts mécaniques.

1869. — HATON DE LA GOUPILLIÈRE (G. O. ✲), membre de l'Institut, *Président*, rue de Vaugirard, 56 (VIe arrt).

1876. — COLLIGNON (Ed.) (O. ✲), inspecteur général des ponts et chaussées, 2, rue de Commaille (VIIe arrt).

1884. — BRÜLL (✲), ingénieur, ancien élève de l'École polytechnique, boulevard Malesherbes, 117 (VIIIe arrt).

1891. — IMBS (✲), professeur au Conservatoire des arts et métiers, rue Greuze, 20 (XVIe arrt).

1891. — SAUVAGE (O. ✲), ingénieur en chef des mines, professeur à l'École des mines et au Conservatoire des arts et métiers, rue Eugène-Flachat, 14 (XVIIe arrt).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

1893. — FLAMANT (O. ✻), inspecteur général des ponts et chaussées, Grande-Rue, 11, à Bourg-la-Reine (Seine).
1894. — LINDER (C. ✻), inspecteur général des mines, rue du Luxembourg, 38 (VIe arrt).
1895. — BOURDON (Édouard) (O. ✻), constructeur-mécanicien, rue du Faubourg-du-Temple, 74 (XIe arrt).
1895. — ROZÉ (O. ✻), répétiteur d'astronomie à l'École polytechnique, 62, rue du Cardinal-Lemoine (Ve arrt).
1897. — BARBET (✻), ingénieur, 53, avenue de Paris, à Versailles (Seine-et-Oise).
1897. — DILIGEON (✻), constructeur-mécanicien, 24, avenue de la Gare, à Montluçon (Allier).
1898. — MASSON (L.) (O. ✻), ingénieur civil, directeur en congé hors cadre au Conservatoire des arts et métiers, 22, rue Alphonse-de-Neuville (XVIIe arrt).
1900. — WALCKENAER (O. ✻), ingénieur en chef des mines, 218, boulevard Saint-Germain (VIIe arrt).
1901. — RATEAU (✻), professeur à l'École des mines, 7, rue Bayard (VIIIe arrt).
1905. — BERTIN (C. ✻), membre de l'Institut, 8, rue Garancière (VIe arrt).
1906. — LECORNU (O. ✻), ingénieur en chef des mines, professeur à l'École polytechnique, 3, rue Gay-Lussac (Ve arrt.).

Comité des Arts chimiques.

1872. — TROOST (C. ✻), membre de l'Institut, professeur honoraire à la Faculté des sciences, *Président*, rue Bonaparte, 84 (VIe arrt).
1877. — BÉRARD (P.) (O. ✻), membre du Comité consultatif des arts et manufactures, rue Casimir-Delavigne, 2 (VIe arrt).
1880. — VINCENT (C.) (✻), ingénieur, professeur à l'École centrale des arts et manufactures, boulevard Saint-Germain, 25 (Ve arrt).
1880. — JUNGFLEISCH (✻), professeur au Conservatoire des arts et métiers et au Collège de France, membre de l'Académie de médecine, rue du Cherche-Midi, 74 (VIe arrt).
1883. — CARNOT (Adolphe) (C. ✻), membre de l'Institut, inspecteur général des mines, boulevard Raspail, 99 (VIe arrt).
1885. — LE CHATELIER (Henri) (O. ✻), membre de l'Institut, inspecteur général des mines, professeur à la Sorbonne, rue Notre-Dame-des-Champs, 73 (VIe arrt).
1885. — APPERT (Léon) (O. ✻), ingénieur-manufacturier, 148, boulevard Haussmann (VIIIe arrt).
1889. — VIEILLE (O. ✻), membre de l'Institut, 12, quai Henri IV (IVe arrt).
1895. — BUQUET (O. ✻), directeur de l'École centrale des arts et manufactures, 1, rue Montgolfier (IIIe arrt).
1898. — LIVACHE, ingénieur civil des mines, 24, rue de Grenelle (VIIe arrt).
1900. — BACLÉ (✻), ingénieur civil des mines, 57, rue de Châteaudun (IXe arrt).
1903. — HALLER (O. ✻), membre de l'Institut, professeur à la Sorbonne, 10, rue Vauquelin (Ve arrt).
1904. — VOGT (O. ✻), directeur des services techniques de la Manufacture nationale de Sèvres (S.-et-O.).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

1905. — PRUD'HOMME (✲), chimiste, ancien élève de l'École polytechnique, 78, avenue de la Grande-Armée (XVII[e] arr[t]).
1907. — GUILLET, ingénieur, professeur au Conservatoire des arts et métiers 8, avenue des Ternes (XVII[e] arr[t]).
1908. — BERTRAND (Gabriel) (✲), chef de service à l'Institut Pasteur, 102, rue de Sèvres (XV[e] arr[t]).

Comité des Arts économiques.

1876. — SEBERT (général H.) (C. ✲), membre de l'Institut, *Président*, rue Brémontier, 14 (XVII[e] arr[t]).
1883. — BARDY (O. ✲), directeur honoraire du service scientifique des contributions indirectes, rue du Général-Foy, 32 (VIII[e] arr[t]).
1887. — CARPENTIER (O. ✲), ingénieur, membre de l'Institut, 34, rue du Luxembourg (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. — VIOLLE (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 aux chemins de fer de l'État, 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'Azyr (X[e] arr[t]).
1903. — PEROT (✲), 16, avenue Bugeaud.
1907. — BERTHELOT (Daniel), professeur à l'Université, 31, rue de Tournon (VI[e] arr[t]).
1908. — AMAGAT (O. ✲), membre de l'Institut, 19, avenue d'Orléans (XVI[e] arr[t]).
1908. — ARMENGAUD jeune (✲), ancien élève de l'École polytechnique, 23, boulevard de Strasbourg (X[e] arr[t]).
1909. — BORDAS (D[r] F.) (O. ✲), professeur suppléant au Collège de France, 58, rue Notre-Dame-des-Champs (VI[e] arr[t]).
1909. — RENARD (Paul) (O. ✲), chef de bataillon du génie en retraite, 41, rue Madame (VI[e] arr[t]).

Comité d'Agriculture.

1866. — TISSERAND (Eug.) (G. O. ✲), correspondant de l'Institut, conseiller maître à la Cour des Comptes, *Président*, rue du Cirque, 17 (VIII[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]).
1882. — MÜNTZ (Achille) (O. ✲), membre de l'Institut, professeur à l'Institut national agronomique, rue de Condé, 14 (VI[e] arr[t]).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

1882. — PRILLIEUX (E.) (O. ✲), membre de l'Institut, rue Cambacérès, 14 (VIIIe arrt).
1888. — LIÉBAUT (O. ✲), président honoraire de la Chambre syndicale des ingénieurs-constructeurs-mécaniciens, avenue Marceau, 72 (VIIIe arrt).
1896. — LINDET (O. ✲), professeur à l'Institut national agronomique, 108, boulevard Saint-Germain (VIe arrt).
1897. — GRANDEAU (C. ✲), inspecteur général des Stations agronomiques, 4, avenue La Bourdonnais (VIIe arrt).
1899. — BÉNARD (O. ✲), président de la Société d'agriculture de Meaux, 81, rue de Maubeuge (Xe arrt).
1901. — RINGELMANN (✲), directeur de la station d'essais de machines, rue Jenner, 47, (XIIIe arrt).
1901. — HITIER (Henri), ingénieur agronome, maître de conférences à l'Institut national agronomique, 23, rue du Cherche-Midi (VIe arrt).
1893. — DAUBRÉE (L.) (C. ✲), conseiller d'État, directeur général des eaux et forêts, 78, rue de Varenne (VIIe arrt).
1905. — SCHRIBAUX (E.) (✲), professeur à l'Institut national agronomique, 140, rue de Rennes (VIe arrt).
1905. — DYBOWSKI (O. ✲), inspecteur général de l'Agriculture coloniale, avenue de la Belle-Gabrielle, à Nogent-sur-Marne (Seine).
1906. — GIRARD (A. Ch.) (✲), professeur à l'Institut National agronomique, 60, rue Madame (VIe arrt).
1906. — WERY (Georges) (✲), ingénieur agronome, sous-directeur de l'Institut National agronomique, 6, rue Bara (VIe arrt).
1907. — DABAT (O. ✲), directeur au Ministère de l'Agriculture, 48, boulevard Latour-Maubourg (VIIe arrt).

Comité des Constructions et des Beaux-Arts.

1879. — VOISIN BEY (O. ✲), inspecteur général des ponts et chaussées, en retraite, *Président*, rue Scribe, 3 (IXe arrt).
1876. — DAVANNE (O. ✲), président du comité d'administration de la Société française de photographie, rue des Petits-Champs, 82 (IIe arrt).
1894. — PECTOR (Sosthènes), membre du conseil d'administration de la Société française de photographie, 9, rue Lincoln (VIIIe arrt).
1895. — BELIN (H.) (✲), éditeur, 52, rue de Vaugirard (VIe arrt).
1898. — BONAPARTE (prince Roland), membre de l'Institut, 10, avenue d'Iéna (XVIe arrt).
1899. — LARIVIÈRE (Pierre) (✲), ingénieur civil des mines, 164, quai Jemmapes (Xe arrt).
1899. — PILLET (J.) (O. ✲), professeur au Conservatoire des Arts et Métiers, 5, rue Le Goff (Ve arrt).
1903. — MAËS (Georges) (✲), manufacturier, 45, rue de Courcelles (VIIIe arrt).
1903. — RÉSAL (O. ✲), inspecteur général des ponts et chaussées, 6, rue Furstenberg (VIe arrt).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée du Conseil.

1903. — MAGNE (Lucien) (O. ✲), inspecteur général des monuments historiques, 6, rue de l'Oratoire (Ier arrt).
1903. — MOREAU (Auguste), ingénieur des arts et manufactures, 10, rue Duperré (IXe arrt).
1907. — RIBES CHRISTOFLE (DE), (✲), manufacturier, 56, rue de Bondy (Xe arrt).
1907. — MESNAGER (✲), ingénieur en chef des ponts et chaussées, 182, rue de Rivoli (Ier arrt).
1908. — HERSENT (Georges) (✲), ingénieur des arts et manufactures, 60, rue de Londres (VIIIe arrt).
1908. — BOURDEL (Joseph) (✲), imprimeur-éditeur, ancien juge au tribunal de commerce, 10, rue Garancière (VIe arrt).
1908. — D'ALLEMAGNE (Henri) (✲), archiviste paléographe, bibliothécaire honoraire de l'Arsenal, 30, rue des Mathurins (VIIIe arrt).

Comité du Commerce.

1887. — CHEYSSON (C. ✲), membre de l'Institut, inspecteur général des ponts et chaussées, *Président*, 4, rue Adolphe-Yvon (XVIe arrt).
1864. — LAVOLLÉE (Ch.) (✲), ancien préfet, vice-président honoraire de la Société, *Président honoraire*, 79, rue de la Tour (XVIe arrt).
1869. — ROY (Gustave) (C. ✲), ancien président de la Chambre de commerce de Paris, rue de Tilsitt, 12 (VIIIe arrt).
1892. — GRUNER (E.) (O. ✲), ingénieur civil des mines, vice-président du Comité central des houillères de France, 60, rue des Saints-Pères (VIIe arrt).
1896. — LEVASSEUR (O. ✲), membre de l'Institut, administrateur du Collège de France, 9, place Marcellin-Berthelot (Ve arrt).
1897. — PAULET (C. ✲), directeur au Ministère du Travail, 47, boulevard Suchet, (XVIe arrt).
1897. — DUPUIS (✲), ingénieur civil des mines, 18, avenue Jules-Janin (XVIe arrt).
1899. — LALANCE (Auguste) (✲), 195, boulevard Malesherbes (XVIIe arrt).
1899. — LÉVY (Raphaël-Georges) (✲), 3, rue de Noisiel (XVIe arrt).
1901. — LEGRAND (Victor) (O. ✲), ancien président du Tribunal de commerce de la Seine, 115, rue Lafayette (Xe arrt).

Agent général de la Société.

M. RICHARD (Gustave) (✲), ingénieur civil des mines, rue de Rennes, 44 (VIe arrt). Téléph. 729.75.

Commission du Bulletin.

MM. HITIER, TOULON, secrétaires; LAFOSSE, FOURET, HATON DE LA GOUPILLIÈRE, COLLIGNON, BÉRARD, LIVACHE, SEBERT, BERTHELOT, LINDET, RINGELMANN, BOURDEL, VOISIN BEY, GRUNER, Ch. LAVOLLÉE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil

MEMBRES HONORAIRES DU CONSEIL

Vice-Président.

1864. — LAVOLLÉE (Ch.) (✲), président honoraire du Comité du Commerce, 79, rue de la Tour.

Secrétaire honoraire.

1861. — COLLIGNON (O. ✲), inspecteur général des ponts et chaussées, 2, rue de Commaille.

Comité des Arts mécaniques.

1884. — LÉVY (Maurice) (O. ✲), membre de l'Institut, professeur au Collège de France, avenue du Trocadéro, 15.
1891. — RICHARD (Gustave) (✲), ingénieur civil des mines, agent général de la Société.
1898. — BOUTILLIER (✲), inspecteur général des ponts et chaussées, 24, rue de Madrid.

Comité d'Agriculture.

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

Comité des Arts économiques.

1866. — BOUILHET (Henri) (O. ✲), ingénieur-manufacturier, 56, rue de Bondy, (X^{e} arr^{t}).
1901. — ROUART (Henri) (O. ✲), ingénieur-constructeur, 34, rue de Lisbonne (VIIIe arr^{t}).

MEMBRES CORRESPONDANTS

Comité des Arts mécaniques.

Correspondants français.

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

Correspondants étrangers.

CHAPMAN (Henry), ingénieur-conseil, à Londres.
DWELSHAUVERS-DERY, ingénieur, professeur à l'Université de Liège.
HABICH, directeur de l'École des mines, à Lima.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Comité des Arts chimiques.

Correspondants français.

GUIMET fils, manufacturier, à Lyon.
PECHINEY, directeur de la Société des produits chimiques d'Alais.
DARBLAY, manufacturier, à Essonnes (Seine-et-Oise).
BOIRE (Émile), administrateur des sucreries de Bourdon (Puy-de-Dôme).
PETITPONT (Gustave), manufacturier, à Choisy-le-Roi.
CHARPY, ingénieur, directeur de l'usine Saint-Jacques, à Montluçon.

Correspondants étrangers.

CANIZZARO, professeur à l'Université de Rome.
ROSCOE (Henry), Enfield 10, Bramham garden's, South-Kensington (S.-W.). Londres.
SOLVAY, fabricant de produits chimiques, à Bruxelles.
HADFIELD, directeur des usines Hecla, à Londres (Angleterre).
HOWE, professeur de métallurgie à New-York.

Comité des Arts économiques.

Correspondants français.

LOREAU, manufacturier, à Briare.

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.
MILLIAU (Ernest), chimiste, à Marseille.
BRIOT, conservateur des eaux et forêts, à Aurillac.
MONICAULT (Pierre de), ingénieur-agronome, Paris.

Correspondants étrangers.

GILBERT (Dr), membre de la Société royale de Londres, à Rothamstead (Angleterre).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Comité du Commerce.

Correspondants français.

WALBAUM, président de la Chambre de commerce de Reims.
BESSONNEAU, manufacturier, consul de Belgique, à Angers.
FAVRE (Paul), à Paris.
RISLER (Eugène), à Paris.
ALFASSA (Maurice), ingénieur civil des mines, à Paris.

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.
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).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES

Rapport présenté par **M. Brüll**, au nom du *Comité des Arts Mécaniques*, sur le condenseur capillaire **Lawrence** a surface.

M. L.-F. Biron, constructeur, 90, rue du Chevalier-Français, à Lille, successeur de MM. Lawrence et Cie, a présenté à la Société le condenseur à surface pour lequel il a obtenu un brevet en France le 31 janvier 1908.

M. Biron, dont nous avons visité l'atelier le 10 novembre, a rendu déjà des services à plusieurs industries par la construction, le perfectionnement et les adaptations variées du réfrigérant bien connu de MM. Lawrence et Cie.

Il convient de rappeler la consistance de cet appareil parce que le condenseur proposé repose sur les mêmes principes.

Deux plaques minces de cuivre ondulées, emboîtées (fig. 1 et 2) l'une dans l'autre et soudées à leur pourtour à des bâtis en laiton ou en bronze, forment un canal dans lequel monte l'eau réfrigérante, tandis que le liquide à refroidir descend le long des parois extérieures.

Lorsque le liquide doit circuler à l'abri de l'air, l'appareil est recouvert par deux panneaux amovibles en tôle galvanisée à fermeture hermétique.

La faible épaisseur des plaques, le grand développement de la surface réfrigérante en regard de l'encombrement, la circulation méthodique, la facilité de nettoyage, ont permis à ces appareils de répondre aux besoins de la pratique dans des applications assez diverses. On les rencontre notamment par centaines dans les laiteries, brasseries, distilleries, sucreries et établissements vinicoles.

M. Biron considère la condensation de la vapeur par surface comme un cas particulier de la réfrigération.

Il juxtapose (fig. 3, 4 et 5) une série de ces cadres à plaques ondulées

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

doubles. Les plaques ont de 5 à 6 dixièmes d'épaisseur, elles sont en cuivre rouge spécial, ductile et résistant. On laisse un certain vide entre les éléments successifs. Deux couvercles en fonte, ovales ou rectangulaires, reliés par des boulons, maintiennent solidement les cadres verticaux les uns contre les autres. L'étanchéité de tous ces joints est obtenue à l'aide d'un cordon rectangulaire en caoutchouc vulcanisé, encastré dans une

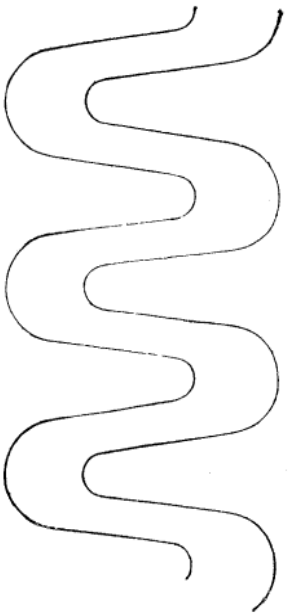


Fig. 1. — Coupe intérieure d'une double plaque.

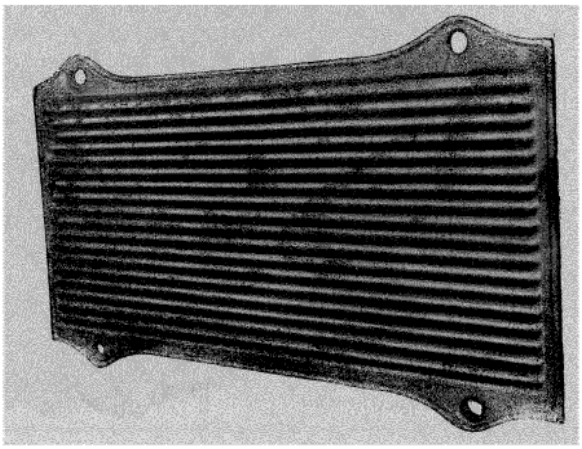


Fig. 2. — Vue d'une des plaques interchangeables.

rainure qui fait le tour du cadre sur l'une de ses faces. On réalise ainsi une grande facilité de démontage.

En donnant aux boulons un supplément de longueur taraudée, on peut se ménager la commodité d'ajouter quelques éléments pour augmenter la production de l'appareil.

La vapeur entre par exemple dans un appareil supposé vertical en haut et à droite. Une tubulure sur laquelle est fixé le tuyau d'amenée, traverse dans son épaisseur le faisceau de cadres et porte en regard de chaque double plaque des orifices qui correspondent à des ouvertures pratiquées dans le cadre. La sortie de l'eau de condensation se fait en bas et à gauche par le même moyen et la tubulure se relie au tuyau d'admission qui va à la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pompe à air. L'eau réfrigérante entre en bas et à droite pour sortir en haut et à gauche.

Chaque double plaque offre ainsi à la vapeur une conduite ondulée d'une parfaite étanchéité. Lorsque ce canal à parois minces doit être assez long, on réunit les plaques qui le composent par des supports en métal soudés aux deux feuilles sur toute la hauteur de l'appareil et disposés de distance en distance sur toute la longueur. Ces supports suivent les ondulations et maintiennent les deux plaques malgré les pressions auxquelles

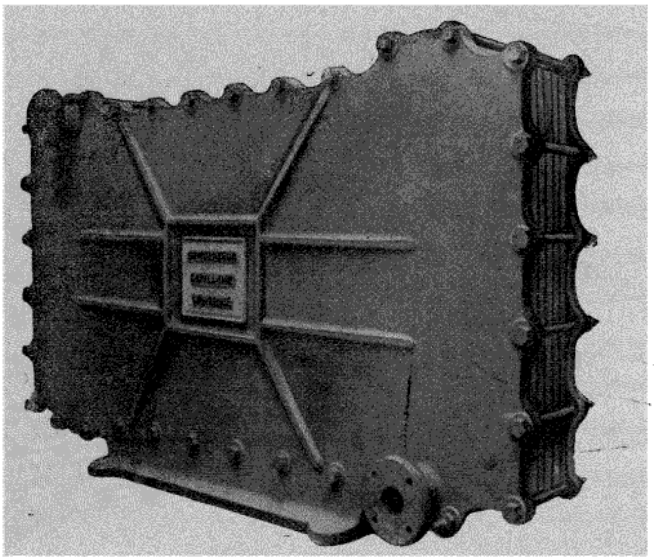


Fig. 3. — Condenseur prêt à fonctionner.

elles sont soumises dans l'un ou l'autre sens. C'est ainsi que l'on peut constituer, sur telle longueur qu'exige la surface du condenseur à réaliser, des éléments indépendants pouvant résister au vide qui prend naissance dans leur intérieur.

Les condenseurs formés de cadres à simple plaque ondulée ne présentent pas cet avantage. Quand il faut en augmenter la longueur, on est contraint d'augmenter l'épaisseur des plaques ou de recourir, pour les défendre contre les déformations, à des entretoisements qui nuisent à leur amovibilité et, par suite, à la facilité d'entretien.

Les condenseurs à plaques doubles se font en sept grandeurs : les plus petits ont $1^m,50$ de long, $0^m,23$ de long, $0^m,23$ de large et $0^m,86$ de haut et les plus grands ont pour dimensions : $2,^m55$ $0,^m37$ et 0^m95. Le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nombre des cadres varie de 6 à 12. La surface de condensation est de 19^{m2},50 dans le plus petit modèle et de 76^{m2},45 dans le plus grand. On compte sur la base de 2 décimètres carrés par kilogramme de vapeur à condenser en une heure.

M. Biron a remis au Conservatoire des Arts et Métiers un de ses con-

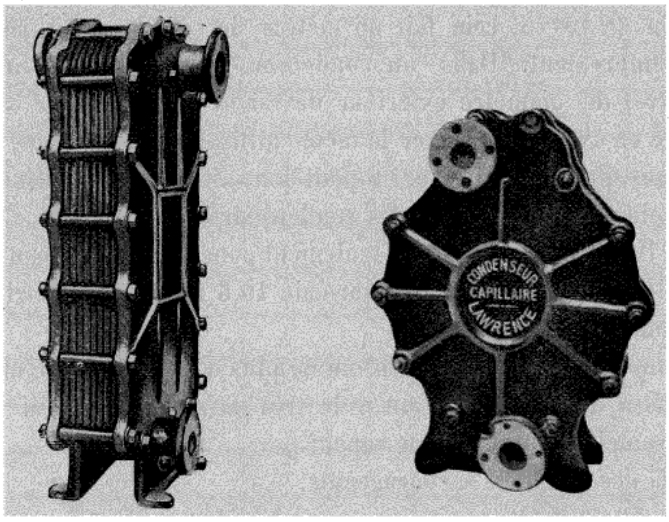


Fig. 4. — Condenseur rectangulaire. Fig. 5. — Condenseur rond.

denseurs de 19^{m2},50 de surface pour y être essayé dans diverses conditions de fonctionnement.

Un procès-verbal du 1er juillet relate deux essais, le premier à production réduite et le second à production normale.

L'appareil était alimenté de vapeur saturée et sèche et le condenseur marchait sans vide à la pression atmosphérique.

Dans la première expérience, il a été produit, par heure, 507 kilogrammes d'eau condensée à 48° à l'aide de 8 680 litres d'eau réfrigérante qui s'est échauffée de 36°, ce qui correspond à 17,1 kilogrammes d'eau par kilogramme de vapeur condensée.

La seconde a donné :

Eau condensée à 50° par heure : 979 kilogrammes ;

Eau réfrigérante échauffée de 36° : 16 274 litres, soit 16,6 litres de vapeur condensée.

Un second procès-verbal du 15 juillet rapporte trois essais faits avec des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vides de 634, 700 et 731 millimètres de mercure. On a recueilli par heure 861, 604 et 360 kilogrammes d'eau condensée en consommant : 18169, 17 805 et 17897 litres d'eau réfrigérante qui s'est échauffée de 29, 21 et 13°. Le volume d'eau consommé par kilogramme de vapeur a été de : 21,1, 29,4 et 49,7 litres.

Le volume occupé par l'appareil étant de 297 litres et la surface de condensation de 19^{m2},5, cela fait 66 mètres de surface utile par mètre cube d'encombrement. Dans un condenseur tubulaire, des tubes de 20 millimètres de diamètre extérieur devraient être placés à 30 millimètres d'axe en axe pour réaliser la même utilisation de l'espace, ce qui n'irait pas sans quelque difficulté. On peut donc affirmer que le condenseur Biron est moins encombrant que les condenseurs à tubes.

Lorsque l'appareil est employé seulement pour récupérer l'eau de condensation, il consomme en allure normale 16,6 litres d'eau réfrigérante par kilogramme de vapeur.

Relié à une pompe à air, il a consommé plus d'eau, condensé moins de vapeur, mais il a pu produire un vide très satisfaisant, ce qui montre qu'il ne présentait aucune fuite de vapeur.

Ce sont là des résultats encourageants.

Nous avons l'honneur de vous proposer, Messieurs, de remercier M. Biron de son intéressante communication et d'ordonner l'insertion au *Bulletin* du présent rapport et des figures nécessaires à la description de l'appareil.

Lu et approuvé en séance, le 15 janvier 1909.

Signé : A. Brüll, *rapporteur.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES

RAPPORT présenté par **M. Lecornu**, au nom du *Comité des Arts mécaniques*, sur les MOTEURS LÉGERS de **M. Farcot**.

Les progrès de l'aviation sont intimement liés à ceux de la construction des moteurs légers, étant bien entendu que la légèreté ne doit pas être obtenue au détriment des autres qualités essentielles.

M. Ambroise Farcot, qui travaille depuis longtemps cette question, a soumis à la Société d'Encouragement le résultat de ses études. Elles ont

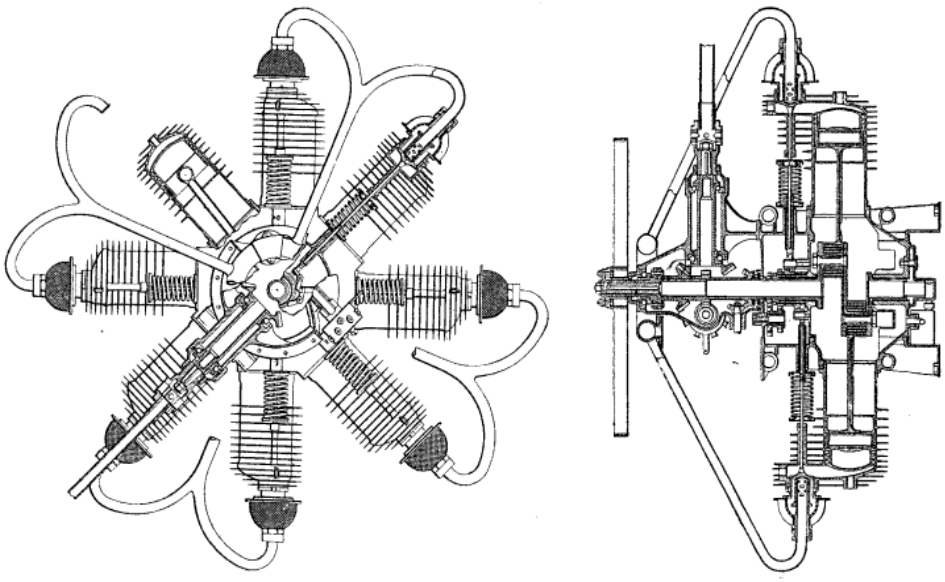


Fig. 1 et 2. — Moteur *Farcot* à 8 cylindres radiaux.

abouti en dernier lieu à l'établissement d'un moteur à axe vertical et à huit cylindres (fig. 1 à 5). Les axes de ceux-ci ont des directions parallèles aux diagonales d'un octogone régulier ; ils sont répartis en deux groupes, placés dans deux plans horizontaux. Les quatre cylindres de chaque groupe agissent, par l'intermédiaire de bielles évidées, sur un même bouton de mani-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

velle, et les manivelles des deux groupes sont diamétralement opposées. Les plans des axes étant d'ailleurs très voisins l'un de l'autre, on arrive ainsi à un équilibrage satisfaisant des forces d'inertie dues au mouvement alter-

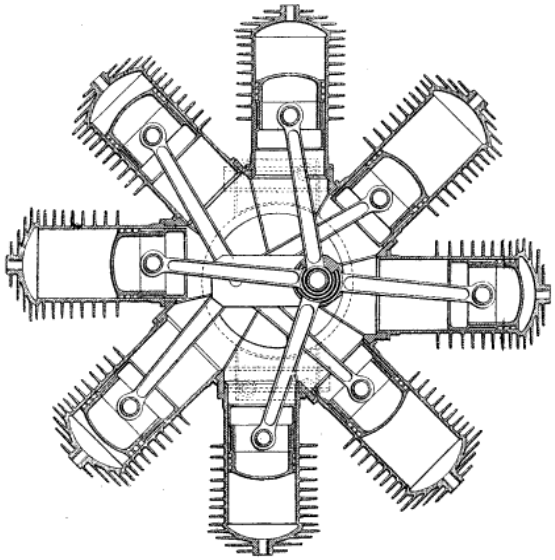


Fig. 3. — Moteur à huit cylindres radiaux, coupe par l'axe des cylindres.

natif des diverses masses. Les prolongements des axes des cylindres ne passent pas exactement par le centre de rotation de la manivelle corres-

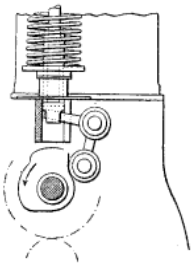


Fig. 4. — Détail de la came de distribution.

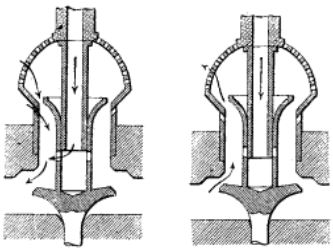


Fig. 5 et 6. — Soupape unique d'admission et d'échappement.

pondante. Cette disposition a pour but de diminuer l'obliquité des bielles pendant leurs périodes de travail, et de réduire par suite les pressions que ces bielles transmettent aux parois des cylindres. Pour chaque cylindre, une soupape unique, aussi éloignée que possible du corps du cylindre et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

commandée par une came, produit alternativement l'aspiration et l'échappement. Ce résultat est obtenu en faisant fonctionner la soupape à peu près à la manière d'un tiroir cylindrique : la came qui la gouverne présente deux bossages, dont l'un place la soupape dans la position d'admission tandis que l'autre l'amène dans la position d'échappement.

Le refroidissement est opéré par l'air qu'une hélice placée à la partie supérieure projette violemment, de haut en bas, sur les ailettes des cylindres. On supprime ainsi tout le poids mort qu'entraîne le refroidissement par circulation d'eau. En outre, la réaction de l'air sur l'hélice contribue, dans une faible mesure il est vrai, à l'allégement du moteur pendant sa marche.

Le graissage s'effectue à l'aide d'une petite pompe qui, placée à la partie inférieure, refoule l'huile sur une palette fixée à l'un des coudes du vilebrequin. De là cette huile est projetée par la force centrifuge vers la génératrice supérieure de chaque cylindre. La disposition horizontale et symétrique des cylindres assure l'égale répartition du graissage. L'huile en excès retombe vers le bas de l'appareil, et, après décantation et refroidissement, elle est de nouveau utilisée. Pendant la marche l'allumage est produit par une magnéto ; l'allumage au départ est obtenu à l'aide d'un accumulateur.

D'après les chiffres fournis par M. Farcot, le poids de l'appareil, complet et en ordre de marche, serait de 20 kilogrammes pour un moteur de 8 à 10 chevaux, 38 kilogrammes pour un moteur de 30 chevaux et 95 kilogrammes pour un moteur de 100 chevaux.

J'ai vu fonctionner un moteur de 30 chevaux, et j'ai constaté la parfaite régularité de son allure.

En résumé, les dispositions imaginées par M. Ambroise Farcot paraissent fournir une solution satisfaisante du problème des moteurs légers. Aussi le Comité de Mécanique propose-t-il de remercier M. Farcot de son intéressante communication, et d'ordonner l'insertion du présent rapport au *Bulletin* de la Société.

Lu et approuvé en séance, le 15 janvier 1909.

Signé : LECORNU, *rapporteur.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES

Rapport fait par **M. E. Sauvage**, au nom du *Comité des Arts mécaniques*, sur le moteur Ixion.

M. G. Deloche, constructeur, 10, quai Michelet, à Levallois-Perret, a soumis à l'examen de la Société un moteur à explosion à deux temps, sans soupapes, dénommé moteur Ixion; ce moteur, inventé par feu Léon Cordonnier, de Lille, est l'objet du brevet français n° 309693, pris en 1901.

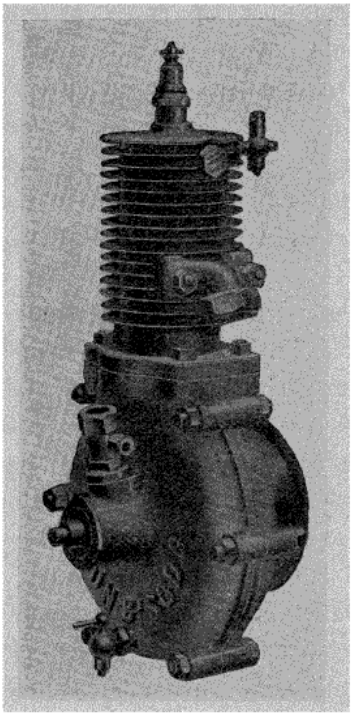
On sait que, dans les moteurs à deux temps, les temps d'échappement et d'aspiration de la charge fraîche, qui exigent chacun une course simple du piston dans le moteur à quatre temps, sont remplacés par une chasse à travers le cylindre, vers la fin de la course motrice de détente. Cette chasse expulse plus ou moins complètement les gaz brûlés et leur substitue un mélange combustible.

Cette opération est réalisée d'une manière remarquablement simple et ingénieuse dans le moteur Ixion, car toute la distribution de cette machine s'effectue, sans aucune pièce mobile spéciale, uniquement par le mouvement du piston moteur et par la rotation de l'arbre. En outre, le fonctionnement à deux temps n'entraîne aucun organe supplémentaire.

Ainsi que le montrent les figures 1 et 2, le piston moteur travaille, dans le carter de la machine, par sa face extérieure, comme piston de pompe à air: pendant sa course ascendante (en considérant la disposition usuelle du moteur vertical pilon), il aspire la charge d'air carburé, qui pénètre dans le carter par un conduit ménagé dans l'axe de l'arbre moteur C et par une fenêtre D qui s'ouvre sur la surface extérieure de cet arbre: cette fenêtre tourne à l'intérieur du coussinet, qui présente une ouverture convenable, reliée par un tuyau A au carburateur; la fenêtre et l'ouverture du coussinet sont tracées de telle sorte que la communication existe pendant le demi-tour de l'arbre qui correspond à la course montante du piston.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quand le piston redescend, il comprime dans le carter la charge d'air carburé, puis, vers la fin de sa course, il démasque deux ouvertures dans la paroi du cylindre moteur, l'une J pour l'échappement, l'autre F pour l'entrée de l'air carburé. Ces deux ouvertures sont en regard l'une de l'autre : une petite cloison verticale G, que porte la face supérieure du piston, s'oppose au passage direct de l'une à l'autre. L'ouverture d'échappement est d'ailleurs démasquée un peu avant celle d'admission, l'échappement com-



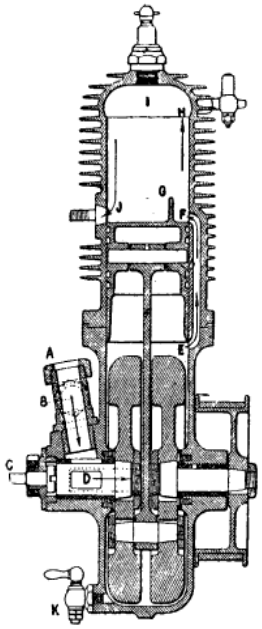


Fig. 1 et 2. — Moteur *Ixion*.

mençant à se faire spontanément parce que la pression des gaz dans le cylindre dépasse, à ce moment, la pression atmosphérique.

L'allumage, qui se produit une fois par chaque tour d'arbre, ne présente aucune autre disposition spéciale : il en est de même pour le refroidissement, qui se fait par circulation d'eau ou par ailettes pour les moteurs de très faible puissance.

Le volume d'air carburé aspiré à chaque course montante est égal au volume d'une cylindrée : un certain laminage peut se produire à l'admission, ce qui diminue un peu le poids aspiré : les sections de passage doivent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

être suffisantes pour que cette perte de poids ne soit pas trop grande. Le volume du carter est réduit à ce qui est strictement nécessaire pour le passage du mécanisme, afin que la compression de l'air soit suffisante pour assurer une chasse énergique des gaz d'échappement. Le volume envoyé dans le cylindre moteur, ramené à la pression de l'atmosphère, est égal au volume aspiré sous cette pression (en négligeant la dilatation possible par élévation de température): c'est donc au plus le volume d'une cylindrée, de sorte qu'une partie des gaz brûlés est conservée dans le cylindre, ce qui n'a d'ailleurs pas d'inconvénients.

Afin de réduire suffisamment le volume que le carter offre à l'air, on rapporte sur les manivelles du coude de l'arbre des disques en métal.

Aucune garniture spéciale n'est prévue pour assurer l'étanchéité de l'arbre creux à lanterne servant à l'admission : vu les pressions toujours faibles qui se produisent dans les carters, l'étanchéité paraît néanmoins suffisante.

Ces moteurs se construisent avec un, deux et quatre cylindres. Avec deux cylindres les pistons sont calés à 180°. Avec quatre cylindres, les pistons sont calés à angle droit. Pour les moteurs à deux et à quatre cylindres, le constructeur fait usage d'un arbre auxiliaire de distribution commandé par l'arbre principal et tournant avec la même vitesse : cet arbre creux reçoit l'air carburé et porte les fenêtres qui le distribuent aux carters des divers cylindres. Toutefois cet arbre auxiliaire n'est pas indispensable.

Les applications du moteur Ixion sont multiples; il est employé pour les motocyclettes, les automobiles, les bateaux, dans les ateliers et pour la production de l'électricité. Les plus puissants construits jusqu'à ce jour sont de 50 chevaux.

Les moteurs que j'ai vus en marche aux établissements G. Deloche étaient alimentés avec de la stellane, benzine assez dense. La marche m'en a paru satisfaisante. On peut substituer le gaz à l'essence en remplaçant le carburateur par un mélangeur d'air et de gaz combustible.

Un certain nombre de moteurs ont été livrés depuis trois ans, notamment pour actionner des appareils agricoles de battage, des élévations d'eau, des pétrins mécaniques, des dynamos, des bicyclettes, des automobiles, des canots. M. Deloche a reçu, d'acquéreurs de ses moteurs, un grand nombre de témoignages favorables.

Des relevés précis de la puissance et de la consommation de ce genre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de moteur seraient intéressants. Il serait bon également, par des analyses des gaz d'échappement, de vérifier si aucune portion de l'air carburé ne se perd par la lumière d'échappement. Le constructeur annonce des consommations modérées, d'après les résultats de sa pratique.

En résumé, le principe du moteur Ixion est remarquable par son extrême simplicité, et ce principe a été réalisé d'une manière habile par le constructeur. Aussi votre Comité vous propose de remercier M. G. Deloche de son intéressante communication et d'insérer le présent rapport, avec ses figures, dans le *Bulletin* de la Société.

Lu et approuvé en séance, le 15 janvier 1909.

Signé : E. Sauvage, *rapporteur.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS CHIMIQUES

Rapport présenté au nom du *Comité des Arts chimiques*, par **M. H. Le Chatelier,** sur les travaux de M. le capitaine **Nicolardot.**

Depuis quelques années, l'industrie met en œuvre des métaux qui avaient pendant longtemps été considérés comme très rares, et semblaient ne devoir jamais sortir des laboratoires scientifiques. L'étude de ces corps présente aujourd'hui un intérêt pratique tous les jours croissant, et l'on ne saurait trop encourager les recherches qui tendent à en faciliter l'emploi. M. le capitaine Nicolardot, directeur du laboratoire de la section technique de l'artillerie à Saint-Thomas-d'Aquin, s'est trouvé amené par ses fonctions à étudier un grand nombre d'alliages du fer avec ces métaux rares. Il a eu le grand mérite de ne pas limiter ses efforts aux seules recherches et analyses dont il était directement chargé. Désireux de contribuer aux progrès généraux de la science et de l'industrie, il a beaucoup élargi le champ de ses investigations. Il a été conduit ainsi à la découverte de nouvelles méthodes d'analyse ; il a publié des monographies très intéressantes sur quelques-uns de ces métaux : tungstène, molybdène, vanadium, titane, uranium, thorium, cérium, etc.

Parmi les nouvelles méthodes d'analyse découvertes par M. Nicolardot, on doit tout d'abord rappeler le procédé très élégant qui lui permet d'obtenir la précipitation complète du fer sans entraînement des protoxydes. Ce résultat est obtenu en coagulant par le sulfate d'ammonium les solutions dites colloïdales d'oxyde ferrique. Il a, au cours de ces mêmes recherches, indiqué des procédés de séparation du chrome, de l'aluminium et du vanadium alliés ou combinés au fer. Tout récemment, il a imaginé des procédés très rapides pour l'attaque et la séparation de métaux ou d'oxydes difficilement solubles dans les réactifs usuels. Avec le chlorure de soufre, il obtient vers 100° l'attaque très complète des ferro-chromes, et ferro-siliciums ; au moyen du chloroforme, il réduit à 500° l'acide tungstique et le transforme en oxychlorures volatils, ce qui permet de le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

séparer rigoureusement et facilement de la silice, opération analytique considérée habituellement comme difficile à bien réussir.

Dans son volume sur les métaux secondaires et les terres rares, M. Nicolardot s'est attaché à grouper tous les renseignements épars que l'on possédait à leur endroit. Il commence, dans chaque cas, par un exposé très soigné de l'histoire de la découverte du métal, résume ensuite la chimie de ce corps, en insistant sur certains composés ordinairement délaissés, mais les plus intéressants au point de vue des applications industrielles, c'est-à-dire : les alliages, les carbures, les siliciures, les azotures. Bien entendu, la question des méthodes de dosage est traitée en détails avec une compétence toute spéciale.

Enfin, pour terminer le résumé des recherches si variées poursuivies par M. Nicolardot, il est impossible de passer sous silence ses travaux considérables sur les cuirs, dont il a entretenu à diverses reprises la Société d'Encouragement et dont il poursuit l'achèvement.

En conséquence, votre Comité de Chimie vous propose de remercier M. Nicolardot de son intéressante communication et d'insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Lu et approuvé en séance, le 15 janvier 1909.

Signe : H. Le Chatelier, *rapporteur*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS CHIMIQUES

Rapport de **M. Ach. Livache**, au nom du *Comité des Arts chimiques*, sur l'ouvrage de **M. Frois** : « captage, évacuation et utilisation des poussières industrielles. »

Jusqu'ici, lorsque paraissait un ouvrage s'occupant de l'hygiène des ateliers, la partie concernant la protection des ouvriers contre les poussières résultant du travail ne comprenait généralement qu'un chapitre assez succinct, ne visant le plus souvent que les types généraux d'appareils protecteurs. Depuis quelques années, l'attention a été vivement appelée sur le danger de ces poussières et M. Frois, inspecteur du travail, nous présente un ouvrage important, consacré à l'étude des moyens de protection contre les poussières industrielles.

On s'explique facilement ce développement, si l'on tient compte, par exemple, de cette donnée que, en dix heures de travail, d'après Arens, un ouvrier peut absorber 15 à 17 milligrammes de poussières dans les scieries, 22 à 28 dans les moulins à trois concasseurs, 130 dans les fabriques de ciment pendant le repos et 224 pendant le travail de deux concasseurs.

Ces chiffres suffiraient déjà pour montrer la nécessité de protéger l'ouvrier contre l'absorption des poussières, mais on en comprendra encore mieux l'importance en voyant les effets désastreux des poussières au point de vue de la santé. Si nous envisageons, par exemple, la phtisie, si répandue aujourd'hui, nous arrivons à des chiffres qui, à eux seuls, justifieraient la prescription, dans les ateliers, de mesures rigoureuses de protection : « Si, écrit M. Frois, l'unité représente le nombre de décès dus à la phtisie dans une population ouvrière travaillant à l'abri de l'action *continue* des pous-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sières, ce chiffre doit être doublé pour les travailleurs des mêmes conditions, vivant dans une atmosphère souillée de poussières; il doit être triplé dans certaines industries, le bois et la laine par exemple. Il est sept fois plus grand dans les fabriques de porcelaine, et douze à quinze fois chez les tailleurs de pierre meulière. »

L'étude des moyens de captage et d'évacuation des poussières n'est pas moins importante pour les chefs d'industrie que pour les ouvriers, car un arrêt de la Cour de Cassation, en date du 27 mai 1898, oblige l'industriel, dès qu'il y a production de poussières, à les évacuer, *sans distinction aucune*, au dehors des locaux de travail, au fur et à mesure de leur production, tandis que, pour les gaz, il est admis qu'il n'y a pas lieu de les éliminer quand ils ne sont pas incommodes, insalubres ou toxiques.

Mais si ouvriers et patrons ont tout intérêt à se débarrasser des poussières, ils ont besoin d'être documentés sur la valeur et la marche des dispositifs si nombreux pouvant s'appliquer aux diverses industries. Or, M. Frois, par ses fonctions d'inspecteur du travail, se trouvait dans les conditions les meilleures pour exposer avec autorité les divers procédés qu'il avait pu voir fonctionner avec succès dans les divers établissements soumis à sa surveillance.

Il commence par une étude très complète des ventilateurs, des collecteurs, des séparateurs à flotteur et à injection d'eau, et, pour ces appareils qui sont les organes les plus importants du captage et de l'évacuation des poussières, il montre comment il faut calculer leur marche et leur débit afin d'éviter ce qui a fait bien souvent refuser les moyens de ventilation, c'est-à-dire le courant d'air dans des conditions souvent défectueuses, constituant fréquemment un danger, et, en tous cas, une gêne pour l'ouvrier qui s'y trouve exposé.

Après cette étude préliminaire et indispensable, M. Frois passe en revue les diverses industries, classées suivant les dix-sept catégories adoptées par l'Office du travail dans ses statistiques, et il donne plus de deux cents exemples d'appareils de captage et d'évacuation des poussières.

Enfin l'auteur termine en montrant que les poussières ainsi collectées, outre les avantages hygiéniques que l'on retire, peuvent être souvent utilisées et devenir rémunératrices pour l'industriel.

En résumé, ce qui fait la valeur de cet ouvrage, c'est qu'il a été fait dans les ateliers mêmes; chaque appareil décrit a été vu et étudié par l'auteur au cours de ses fonctions; enfin, le mode d'installation et le fonc-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tionnement sont présentés avec toutes les indications qui permettront à un industriel de l'adopter et d'en tirer tout son effet utile.

Votre Comité des Arts chimiques a l'honneur de vous proposer de féliciter M. Frois pour l'ouvrage qu'il a présenté et de voter l'insertion de ce rapport dans le *Bulletin* de la Société.

Lu et approuvé en séance, le 15 janvier 1909.

Signé : A. Livache, *rapporteur.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS ÉCONOMIQUES

Rapport présenté par **M. Violle**, au nom du *Comité des Arts économiques*, sur les appareils d'éclairage a incandescence par le pétrole lampant au moyen du brûleur Roger, construits par **M. Bardeau**.

M. Bardeau présente à la Société une lampe construite suivant le système Roger et qui constitue la partie essentielle d'une série d'appareils adaptés à l'éclairage des grands espaces.

Le corps éclairant est un gros manchon Auer maintenu à une vive incandescence par la flamme intensive d'un brûleur Roger à pétrole. C'est dans la disposition et l'alimentation de ce brûleur que réside particulièrement le mérite du système. Une certaine quantité de pétrole lampant ordinaire, de densité 0,8, est introduite dans un réservoir contenant à sa partie supérieure une masse suffisante d'air comprimé. Ce réservoir peut être logé directement sous le brûleur ou installé à distance jusqu'à 30 mètres et davantage. La réunion du réservoir au brûleur se fait au moyen d'un tube en cuivre de petit diamètre (2 ou 3 millimètres), assez flexible pour se monter comme un fil de sonnerie électrique. De toutes manières, le pétrole est amené (fig. 1 et 2) au brûleur à une pression voisine de 2 atm., 5 ; il pénètre d'abord dans le *vaporisateur* A où il se vaporise immédiatement et d'où il s'échappe par un *éjecteur* placé à la base d'un *bec Bunsen* B, de façon que la vapeur combustible entraîne avec elle l'air nécessaire à sa combustion complète. La plus grande partie du mélange gazeux vient brûler en haut du bec, suivant le mode adopté généralement pour le chauffage des manchons à incandescence, tandis qu'une portion est renvoyée par la chicane G vers le bas au *réchauffeur* annulaire R, d'où s'échappe une couronne de petites flammes chauffant le vaporisateur à la température convenable. La vaporisation du pétrole s'effectue ainsi régulièrement quand l'appareil est en marche.

Au début, on la provoque par la combustion d'une certaine quantité

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'alcool dans une coupe E placée à la base du brûleur. Une rampe d'allumage F communique de proche en proche la flamme de l'alcool jusqu'à la partie supérieure du brûleur qui s'allume lui-même sous le manchon quand, le pétrole s'étant vaporisé, le bec Bunsen entre en activité.

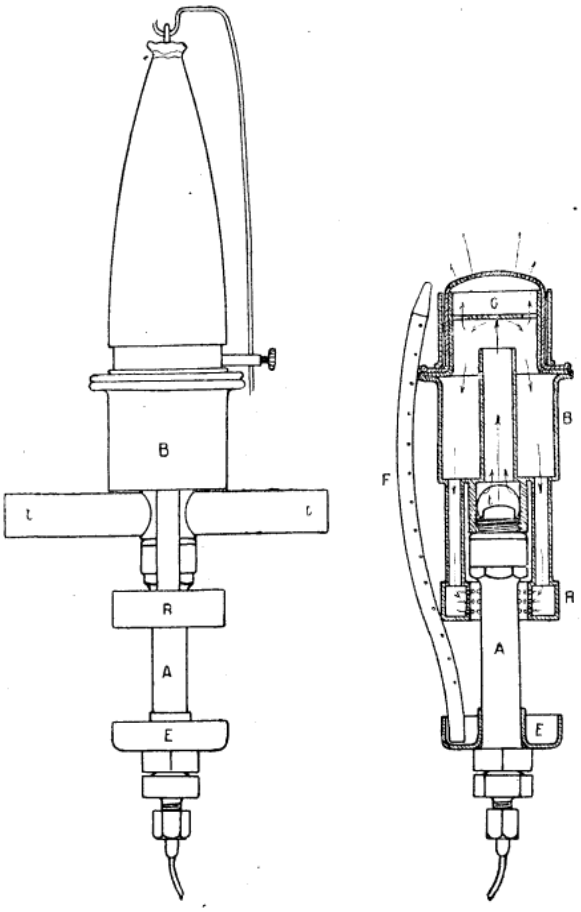


Fig. 1 et 2. — Lampe à pétrole *Roger*.

L'appareil fonctionne alors d'une façon continue tant que le réservoir envoie au bec le pétrole nécessaire.

L'alimentation continue du bec est d'ailleurs facile à obtenir, soit que l'on dispose d'un réservoir contenant une quantité suffisante de pétrole surmontée d'une masse d'air assez grande pour que la pression varie peu pendant toute la durée de l'éclairage, soit que l'on injecte dans le réservoir

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pendant la marche même de l'appareil le pétrole et par-dessus l'air comprimé nécessaires. Dans un petit réservoir, quelques coups d'une pompe à bicyclette suffiront à rétablir la pression au bout de quelques heures; quant au pétrole, on n'aura généralement pas à le renouveler durant toute une nuit d'éelairage.

L'appareil ne consomme guère, en effet, qu'un demi-litre de pétrole par heure ; il est donc très économique.

Il est facile à installer rapidement.

Il offre toute sécurité puisqu'il emploie le pétrole lampant, débité par un tube capillaire depuis un réservoir généralement éloigné et qu'en tous cas le brûleur même n'en contient jamais qu'une masse insignifiante.

Il donne une très belle lumière, dix fois plus intense que celle d'un manchon incandescent ordinaire au gaz.

Il se prête donc admirablement à l'éclairage des grands espaces, usines, chantiers, voies de chemin de fer, etc.; et il est déjà effectivement très employé.

On l'utilise dans les travaux agricoles de nuit; il permet d'improviser un éclairage intense de la voie en cas d'accident de chemin de fer ; et il trouvera sans doute mainte autre application utile.

Votre Commission des Arts économiques vous propose donc de remercier M. Bardeau de sa communication importante et d'approuver le présent rapport.

Lu et approuvé en séance, le 15 janvier 1909.

Signé : J. VIOLLE, *rapporteur.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS ÉCONOMIQUES

RAPPORT présenté par **M. Violle**, au nom du *Comité des Arts économiques*, SUR LE CHAUFFAGE AU GAZ PAR LES « CHEMINÉES RADIO-INCANDESCENTES », de **M. Marcel Delage.**

M. Marcel Delage, ingénieur à la Compagnie Auer, a réussi à modifier la constitution du *manchon éclairant* de façon à l'adapter avantageusement au chauffage.

Pour fabriquer le *manchon chauffant*, on tricote du fil d'amiante sur un métier analogue à celui qui est employé pour le tissage des manchons éclairants. On obtient ainsi un large tube à mailles assez ouvertes. Ce tube est coupé en morceaux de longueur convenable, que l'on serre à un bout de manière à y constituer une tête. Afin d'augmenter la solidité du manchon, on le trempe dans une solution de silicate de sodium, on l'essore, on le sèche et on le calcine sur un brûleur à gaz. Enfin — point essentiel — on le trempe dans une solution contenant jusqu'à 50 p. 100 de nitrate de cerium, on l'égoutte, on le sèche et on le calcine de nouveau sur un brûleur à gaz.

Ainsi préparé, le manchon peut être pris à la main, manié en tous sens, accroché, décroché, jeté même à terre sans se briser. Mais sa propriété la plus importante, qu'il doit à sa richesse en cerium, c'est la puissance de son rayonnement calorifique.

Cette puissance est attestée par le fait suivant observé par M. Marcel Delage au début de ses recherches. Prenant un manchon, tel qu'on le prépare pour l'éclairage avec un tissu de coton ou de ramie, imprégné d'une solution de nitrate de thorium à peu près pur, incinéré et calciné. Il le trempait dans une solution de silicate de sodium, et, après l'avoir égoutté et séché, il la calcinait sur un brûleur Bunsen ordinaire, avec grande précaution, pour éviter de le fondre. Le manchon était alors trempé dans la solution de nitrate de cerium, égoutté, séché et calciné de nouveau;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mais cette fois, il pouvait être placé sans crainte dans la flamme d'un bec intensif, car il était protégé contre la fusion par le refroidissement dû au fort rayonnement du cerium.

Le manchon thermoradiant, obtenu comme nous l'avons dit, est suspendu par un crochet en magnésie au-dessus d'un brûleur à flamme bleue, chaude et homogène, identique à celui que l'on emploie avec le manchon éclairant. La faible masse du manchon et sa structure ajourée lui permettent de s'échauffer très vite et de rayonner tout de suite activement.



Fig. 1.

Assurément, la quantité de chaleur que peut fournir la combustion régulière d'une masse donnée de gaz est une grandeur déterminée. Mais, au point de vue du chauffage des appartements, il n'est pas indifférent de brûler cette masse de gaz dans un poêle ou de l'employer à chauffer un radiateur. Tandis que dans le premier cas, les produits de la combustion en s'élevant entraînent vers le haut la plus grande partie de la chaleur, dans le cas d'un radiateur tel que le manchon de M. Marcel Delage une notable portion de la chaleur est envoyée par rayonnement presque horizontalement, c'est-à-dire dans les conditions les plus avantageuses, et nous ajou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

terons les plus agréables, car l'aspect gai de manchons incandescents leur constitue un charme qui manque aux appareils à foyer renfermé.

Les manchons chauffants s'emploient réunis en groupes de 4, 5 ou 6, dans une même cheminée munie d'un tuyau d'évacuation, sur lequel on peut disposer un récupérateur permettant d'utiliser la chaleur entraînée par les gaz brûlés. Il n'est pas inutile toutefois de remarquer que, si l'évacuation des produits de la combustion faisait momentanément défaut, l'air ne serait pas plus vicié par les manchons chauffants qu'il ne l'est par les

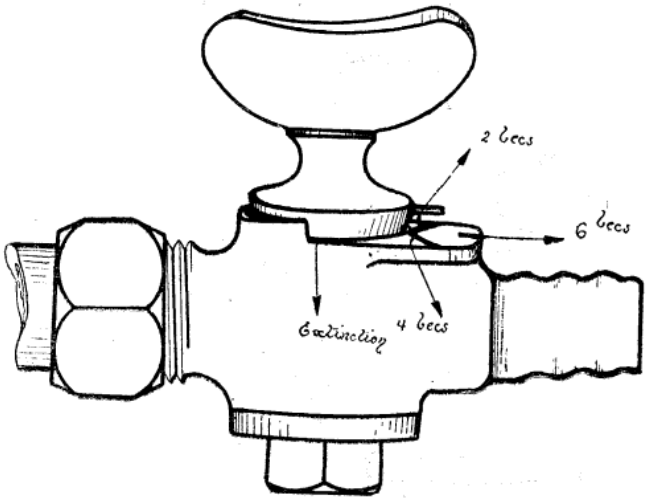


Fig. 2.

manchons éclairants. Malgré cela, l'évacuation doit être la règle ; et, d'une façon générale, on doit s'astreindre rigoureusement dans l'emploi des radiateurs aux précautions élémentaires, trop souvent négligées, que réclame l'usage domestique du gaz.

M. Marcel Delage a adopté, dans la construction de sa cheminée à manchons (fig. 1), des dispositions intéressantes en vue de la sécurité et de la commodité de l'appareil : emploi de brûleurs qui peuvent fonctionner à basse pression ; isolement de chaque brûleur, bien qu'ils soient tous montés sur une même rampe, sectionnée longitudinalement ; facilité de renverser cette rampe pour le nettoyage sans toucher aux brûleurs ; commande par un seul robinet (fig. 2) des divers brûleurs que l'on peut employer au nombre de 2, 4 ou 6 : chaque brûleur une fois réglé fonctionne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

toujours à pleine combustion (usant environ 100 litres de gaz à l'heure) et le chauffage est augmenté ou diminué par le nombre de brûleurs mis en service.

Inutile d'ajouter que les manchons thermoradiants peuvent être chauffés au moyen d'autres combustibles que le gaz et qu'avec des brûleurs appropriés on peut utiliser à leur chauffage l'alcool, le pétrole, le benzol, les hydrocarbures lourds, etc.

En résumé, les appareils de M. Marcel Delage, ingénieusement combinés et bien construits, permettent d'obtenir dans de bonnes conditions un chauffage rapide, gai et facile à régler.

Votre Commission des Arts économiques vous propose de remercier M. Marcel Delage de sa très intéressante communication et d'insérer le présent rapport dans le *Bulletin* de la Société.

Lu et approuvé en séance le 15 janvier 1909.

Signé : J. VIOLLE, *rapporteur*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS ÉCONOMIQUES

RAPPORT présenté par **M. Hippolyte Fontaine,** au nom du *Comité des Arts économiques*, sur l'ouvrage de **M. Georges Rosset,** intitulé : *L'accumulateur au plomb ordinaire et allotropique.*

L'ouvrage que M. Rosset a présenté à la Société est très intéressant tant au point de vue théorique qu'au point de vue des applications industrielles pour lesquelles il a été spécialement écrit.

C'est une relation détaillée des travaux personnels de l'auteur sur l'accumulateur au plomb et sur divers appareils connexes. Comme tous les systèmes d'accumulateurs au plomb ne diffèrent entre eux que par des détails infimes de construction et qu'ils peuvent tous, dans une étude raisonnée, être ramenés au type Planté ou au type Faure, M. Rosset a omis, dit-il, volontairement la description de telle ou telle fabrication spéciale. Son livre n'emprunte, aux travaux de ses devanciers, que ce qui est strictement indispensable pour expliquer les siens, d'une manière simple et très compréhensible.

C'est là le premier des mérites que nous ayons à signaler et, à notre avis, ce n'est pas le moindre.

M. Rosset commence par exposer sa nouvelle théorie sur la pile; théorie basée sur le phénomène de l'électrolyse, lié au principe de la conservation de l'énergie et à la loi d'attraction de Coulomb. Il fait ressortir l'intérêt que présente la période de vibration des ions en fonction de leur concentration; et fait remarquer que sa théorie de la pile est applicable aux accumulateurs.

Pour appuyer cette théorie et en montrer les conséquences, l'auteur passe en revue diverses questionsrelatives à la double sulfatation des plaques, à l'influence de la concentration en acide de l'électrolyte, aux modes de charge et de décharge et enfin à la durée des accumulateurs.

Il indique ensuite qu'il n'y a, en réalité que deux moyens d'augmenter la capacité de l'accumulateur, lesquels consistent à augmenter la vitesse de réaction, ou à diminuer la constance de l'équilibre chimique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En augmentant la vitesse de réaction du couple électro-chimique, on détériore rapidement les plaques par la sulfatation nocive produite soit par un acide trop chaud soit par l'emploi d'un corps catalytique comme l'acide acétique. En diminuant la constance d'équilibre du couple électro-chimique, on peut arriver à un meilleur résultat. M. Rosset est parvenu à diminuer cette constance, en transformant le métal, c'est-à-dire en employant le plomb à l'état allotropique différent de son état primitif. Par cette simple substitution la force électro-motrice s'est élevée un peu, et la valence atomique s'est renforcée considérablement.

Deux éléments au plomb allotropique, essayés au *laboratoire central d'électricité* ont donné un résultat des plus remarquables: au lieu de fournir une énergie d'environ 20 watts comme les meilleurs accumulateurs au plomb ordinaire, ils ont fourni 40 watts par kilogramme du poids total d'accumulateur (bacs et liquide compris).

En présence d'un avantage aussi grand, l'auteur a étudié, avec soin, la nature du plomb allotropique, ses propriétés spéciales et son application aux accumulateurs genre Faure destinés à actionner les voitures électriques.

Il a reconnu que la solidité n'est pas altérée du fait de l'accroissement de capacité, et que le prix de revient des éléments complets restait sensiblement le même; mais il a constaté que la durée de l'accumulateur au plomb allotropique était très inférieure à celle au plomb ordinaire.

M. Rosset juge par là que les électromobiles n'ont rien à espérer de ce côté, mais qu'au contraire, les industries employant les accumulateurs genre Planté pourront être très favorisées lorsque la fabrication du plomb allotropique entrera dans la pratique.

Ces premières constatations faites, l'auteur aborde la question des conditions que doit remplir un bon accumulateur de traction. L'étude de la capacité au kilogramme de poids total en fonction de la capacité au kilogramme d'électrodes, l'amène encore à douter du rôle futur de l'accumulateur dans cette application. L'avenir, dit-il, dans cette voie électro-chimique, appartient à la pile au gaz.

Nous verrons plus loin que M. Rosset voit, dans la pile au gaz, l'instrument futur non seulement de la traction, mais de toutes les applications électriques industrielles, même de celles qui relèvent directement de l'exploitation de la houille blanche.

Les problèmes relatifs aux capacités par kilogramme et ceux relatifs à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la construction de la grille-support, sont traités avec tous les développements désirables ; rien ne manque aux démonstrations qui sont accompagnées, comme dans les autres études de tracés, de tableaux et de formules indiquant les avantages résultant de la nature du métal, de sa densité et de son épaisseur.

Viennent ensuite les données fournies par l'expérience, sur les propriétés générales des alliages de plomb et d'antimoine. Données précises et complètes sur la mesure des températures au laboratoire, sur les moyens de construire un bon pyromètre, et de déterminer la composition, la résistivité, la résistance mécanique et la pureté desdits alliages de plomb et d'antimoine. C'est un véritable traité de grilles-supports pour accumulateurs.

Là s'arrête l'étude proprement dite de l'accumulateur au plomb ; ce qui suit est loin d'être dénué d'intérêt, mais il ne rentre pas directement dans le sujet principal de l'ouvrage.

M. Rosset a reproduit, dans cette dernière partie, quelques-unes des notices parues précédemment sous sa signature dans le « Bulletin de la Société de Physique », l'« Industrie Électrique », l'« Éclairage électrique », etc., etc. Ces notices ont trait à des questions connexes de l'industrie des accumulateurs.

Nous citerons parmi les principales :

— Poids des accumulateurs à emporter dans une voiture ou un tramway électrique pour effectuer un parcours déterminé ;

— Accumulateurs plomb zinc ; plomb cadmium ; oxyde de cuivre zinc ; nickel ;

— Pile électrique dont le dépolarisant respire chimiquement l'oxygène de l'air, et est renfermé dans un vase poreux à membrane semi-perméable de ferrocyanure de cuivre ;

— Pile étalon pour le laboratoire industriel ;

— Méthode pour reconnaître la pureté du sel ammoniac ;

— Pile à gaz ;

— Couples thermo-électriques.

La conclusion finale est nette et formelle. « En principe, dit l'auteur, pour la traction, l'accumulateur a vécu ; il est condamné par la théorie comme par la pratique. L'avenir réel est à la pile au gaz. La question si importante de la traction électrique en particulier et même la traction en général, et celle non moins importante du transport de la houille blanche

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aux grandes distances, seront résolues le jour où le brûleur électro-chimique à gaz, ne nécessitant pas de métaux hors de prix, sera constitué. »

Bien que nous partagions l'opinion de l'auteur, nous ajouterons qu'à notre avis, en dehors peut-être de la traction, les accumulateurs au plomb et surtout ceux du genre Planté ont encore de longs jours à vivre.

En résumé, l'ouvrage présenté par M. Rosset mérite de grands éloges et nous vous demandons de prendre la résolution suivante :

Le Comité des Arts économiques, estimant que l'ouvrage de M. Rosset sur les accumulateurs peut rendre d'utiles services aux industriels, a l'honneur de proposer l'adoption du présent rapport et son insertion dans le *Bulletin* de la Société.

Lu et approuvé en séance, le 9 janvier 1909.

Signé : HIPPOLYTE FONTAINE, *rapporteur.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

AGRICULTURE

Rapport présenté par **M. G. Wery**, au nom du *Comité d'Agriculture*, sur les Recherches de **M. Jules Crevat**, agriculteur à la Biolière (Ain), à propos des conditions de l'irrigation rationnelle.

Un canal capable d'un certain débit court au bord le plus élevé d'un pré. A première vue, il paraît aisé d'arroser le terrain qui est placé au-dessous. Et cependant cette opération, pour être menée à bien, est très délicate. Il faut que l'eau se répande également partout sans s'arrêter nulle part, qu'elle ruisselle avec la vitesse la plus convenable, qu'elle ne quitte le sol pour entrer dans les rigoles de colature qu'après avoir épuisé son action. Comment fixer *a priori*, suivant la constitution physique de la terre, la quantité d'eau qu'il convient de donner par unité de surface, la durée de l'arrosage, la vitesse du ruissellement, l'écartement des rigoles?

Jusqu'ici on ne répondait à ces questions que d'une manière empirique. Établissait-on des irrigations dans une région où il existait déjà de bonnes installations, on les copiait plus ou moins. Mais s'il s'agissait d'opérer dans des conditions toutes nouvelles, ce n'est qu'après beaucoup de tâtonnements et souvent de graves mécomptes que l'on atteignait le but désiré.

M. Jules Crevat, l'habile et savant agriculteur de la Biolière, s'est attaché durant les dernières années à résoudre cet intéressant problème. M. J. Crevat a commencé par définir avec précision les facteurs de l'irrigation rationnelle : Dose d'arrosage ; coefficient d'absorption des terres pour l'eau ; durée de l'arrosage ; hauteur de la nappe d'eau ruisselante ; vitesse du ruissellement ; dimensions de l'unité parcellaire arrosée ; module ou débit du canal à l'entrée de la parcelle.

Puis, avec la collaboration de M. Carrier, Inspecteur des Améliorations agricoles, il a déterminé expérimentalement une relation qui donne la vitesse du ruissellement en fonction de la hauteur de la nappe d'eau et de la pente de sa surface.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Finalement, il a établi l'équation suivante :

$$x = \frac{5A^2}{c}\sqrt{i \times \frac{A}{2x}}$$

où x représente la longueur maxima de l'unité parcellaire arrosée ;
A, la dose d'arrosage ;
i, la pente ;
c, le coefficient d'absorption du sol pour l'eau.

Faisant varier deux des trois variables A, C, 2, l'autre restant constante, M. J. Crevat a pu dresser des tableaux qui donnent les valeurs de x dans les différents cas de la pratique.

A, c, i et x étant connues, on calcule facilement les autres facteurs de l'arrosage. Ils s'en déduisent grâce aux définitions elles-mêmes. Des coefficients de corrections calculés aussi à l'avance ramènent les chiffres obtenus à ceux qui conviennent réellement.

Dans ses expériences, M. J. Crevat a eu surtout en vue l'arrosage des prés de son domaine. Toutefois les principes qu'il a établis peuvent servir de règles générales. Seulement, il faudra poursuivre des recherches semblables dans des conditions variées de sol et de climat afin de modifier d'une manière convenable les coefficients qui interviennent dans les formules. Le Comité d'Agriculture fait sur ses conclusions les mêmes réserves que l'auteur. Mais il estime que M. Crevat a rendu un grand service en établissant les bases d'une méthode qui, appliquée dans les diverses régions de notre pays, permettra de fixer les conditions rationnelles des irrigations. Grâce à ces travaux, les praticiens pourront éviter à l'avenir de coûteuses méprises lorsqu'ils organiseront des arrosages dans des contrées où il n'en existe pas encore. Car sur ce domaine, il est très dangereux d'imiter ce qui réussit au voisin, même tout proche, tant les propriétés physiques des sols, en particulier la perméabilité et le pouvoir d'absorption de l'eau, peuvent varier d'un point à un autre.

En conséquence, votre Comité d'agriculture a l'honneur de vous proposer l'insertion du présent rapport au *Bulletin*.

Signé : G. Wery, *rapporteur*.

Lu et approuvé en séance le 15 janvier 1909.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LA MÉCANIQUE EN 1908

par **M. G. Richard**, membre honoraire du Conseil (1).

MESSIEURS,

Je ne vous étonnerai pas outre mesure en commençant cette causerie, comme l'année passée, par la déclaration, qu'en dehors du prodigieux essor de l'aéroplane, il ne s'est produit, cette année, en mécanique, aucun événement véritablement sensationnel.

De l'aéroplane, je ne vous dirai rien, M. le commandant Renard, dont vous avez encore à l'esprit la belle conférence du 11 décembre dernier, a fait hier, ici même, la première leçon de son cours d'aviation, que nous sommes très heureux de voir inaugurer dans notre hôtel et sous les auspices de notre Société. Vous serez mis, par ce cours, les premiers, et de toute première main, au courant des principes fondamentaux de l'aéroplane et de l'état actuel de son évolution. En voilà plus qu'il n'en faut pour justifier mon silence sur cette question des aéroplanes.

Je ne vous dirai rien non plus d'une autre question, également des plus actuelles : celle des *transports en commun* par automobiles, autobus... des plus intéressantes sans doute, mais sur laquelle les avis sont encore très divisés et où il vient se mêler, à des problèmes de mécanique, des questions très discutées portant sur des intérêts d'ordre financier et sur lesquelles on ne possède encore que trop peu de documents sincères et complets.

Je me bornerai aujourd'hui à vous dire quelques mots de ce qui m'a paru le plus intéressant à vous signaler dans l'état actuel de deux des plus puissants facteurs économiques de notre civilisation moderne, les *moteurs* et les *chemins de fer*.

Dans le domaine si vaste de l'utilisation de la vapeur : **chaudières** et **moteurs**, je n'ai guère à vous signaler, comme l'année passée, que le progrès des applications de plus en plus nombreuses et variées de la *surchauffe* et des *hautes pressions*, notamment dans la marine (2), où l'on étudie d'autre part toujours, et avec de plus en plus de succès, le problème de l'emploi du pétrole comme combustible (3).

(1) Communication en séance du 15 janvier 1909.
(2) *Bulletin* de mai 1908, p. 728.
(3) *Ibid.* de juillet 1908, p. 1059.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Comme type de chaudières à très haute pression, jusqu'à 100 atmosphères et à grande vaporisation, je signalerai, en particulier, le dernier modèle de M. Schmidt, bien connu pour ses surchauffeurs. Cette chaudière, qui rappelle, par certains points, celle du colonel Renard (1), se compose essentiellement de deux séries de serpentins *a* et *b* (fig. 1), dont le premier *a* reçoit l'eau d'ali-

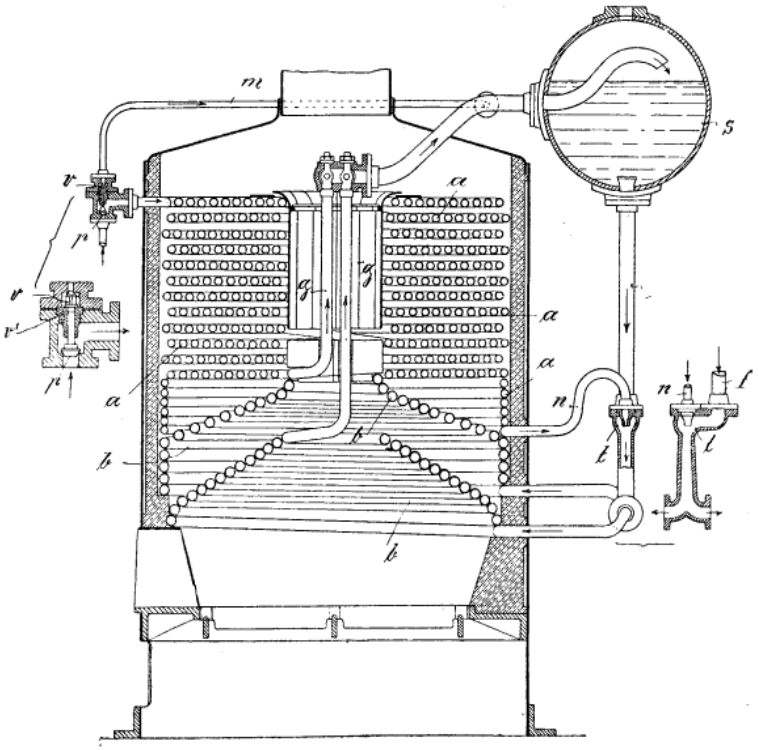


Fig. 1. — Chaudière *Schmidt*. La pompe alimentaire refoule, par *p*, dans le serpentin *a* l'eau qui s'y échauffe et passe à l'éjecteur *ni*, d'où elle refoule l'eau du dôme dans les serpentins vaporisateurs *b b*, dont la vapeur gagne *s* par *g g*. Lors de la mise en train l'air de *a* est expulsé par l'eau de *s*, suivant le trajet *f*, *t n a* v^1 *m*.

mentation en *b* et la renvoie, chaude et mélangée de vapeur, dans un injecteur *t*, en communication avec le dôme de vapeur et d'alimentation *s*, dont elle refoule l'eau, en volume décuple de celle de *a*, au travers des serpentins vaporisateurs proprement dits *b*, dont la vapeur passe au haut de *s*. On obtiendrait, par cette circulation forcée et autorégulatrice, une chaudière très compacte et avec, en *a*, un volume d'eau suffisant pour éviter un coup de feu instantané dès l'arrêt accidentel de la pompe alimentaire.

1) *Bulletin* de janvier 1905, p. 178.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'adoption de la surchauffe a entraîné, pour les machines à vapeur, celle,

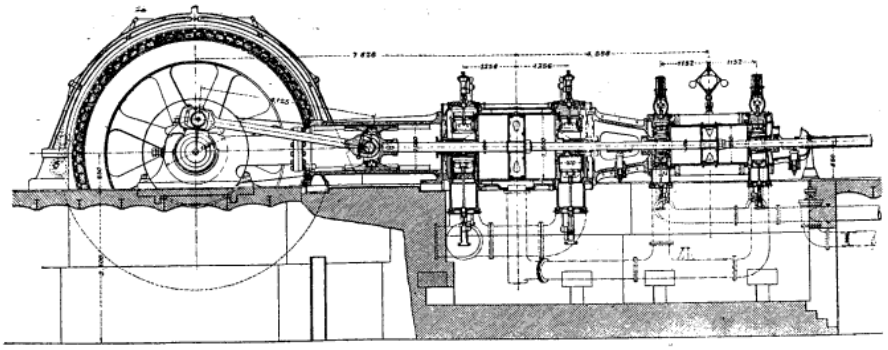


Fig. 2. — Machine *Van den Kerchove*, double tandem de 4 000 chevaux à cylindres de 870 et 1m,50 × 1m,50. Rapport des volumes 2,97; vitesse 84 tours; pression d'admission 9k,3; température 270°; dépense par cheval indiqué 4k,4, et 4k,05 à 300°.

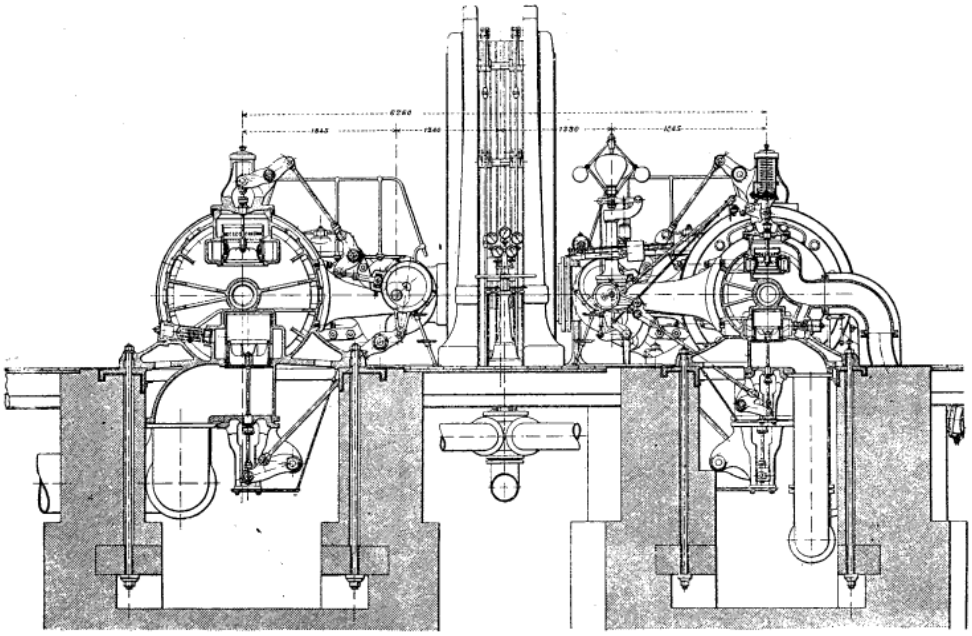


Fig. 3. — Machine *Van den Kerchove* de 4 000 chevaux vue par bout.

de plus en plus générale des distributions par soupapes et par tiroirs cylindriques équilibrés (piston-valve) comme (fig. 2 et 3) dans les types bien connus de Van den Kerchove (1).

(1) *Engineering*, 1er mai 1908, p. 578

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

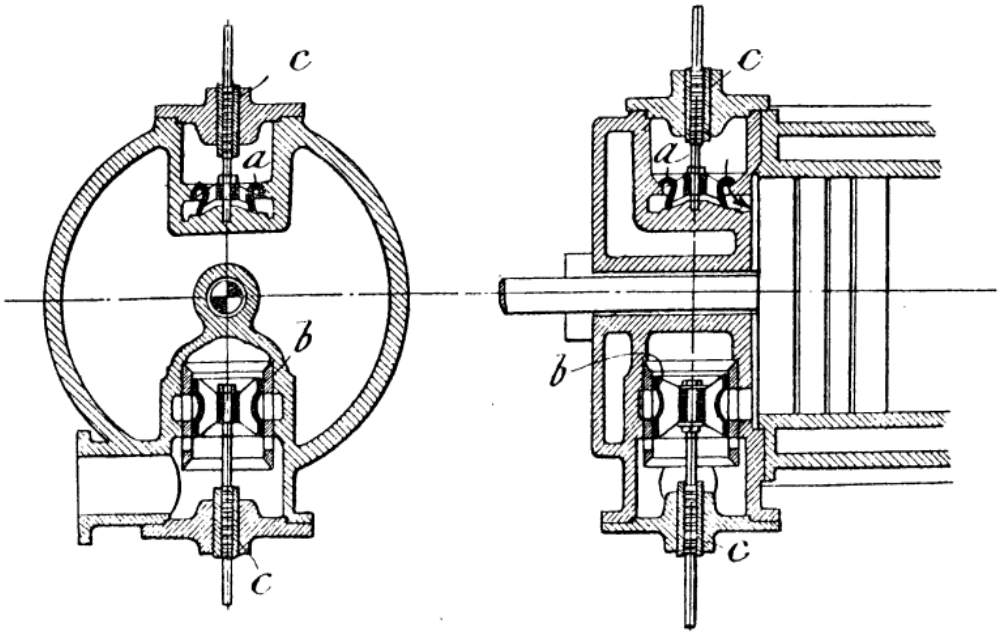


Fig. 4 et 5. — Distribution *Bollinckx* par soupapes *a* et piston-valves *c*.

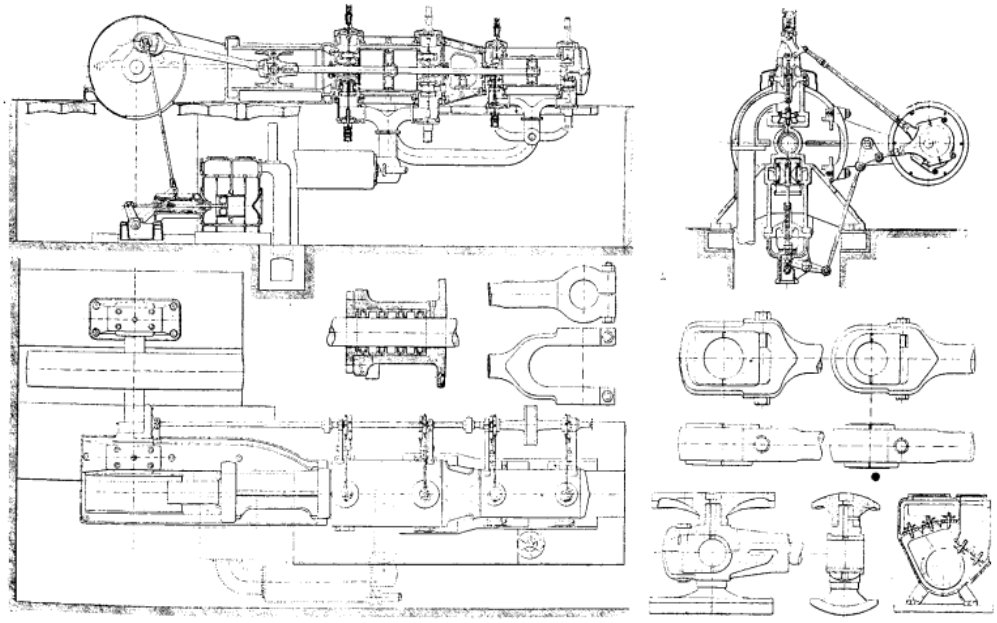


Fig. 6. — Machine *Bollinckx* avec distribution par soupapes et piston-valves.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans les machines de Bollinckx, on emploie (fig. 4) (1) pour l'admission a des soupapes et pour l'échappement des tiroirs cylindriques b, avec garnitures annulaires c autour des tiges. Les garnitures des tiges des pistons sont du type figure 6, avec anneaux alternativement serrés du haut et du bas par des ressorts.

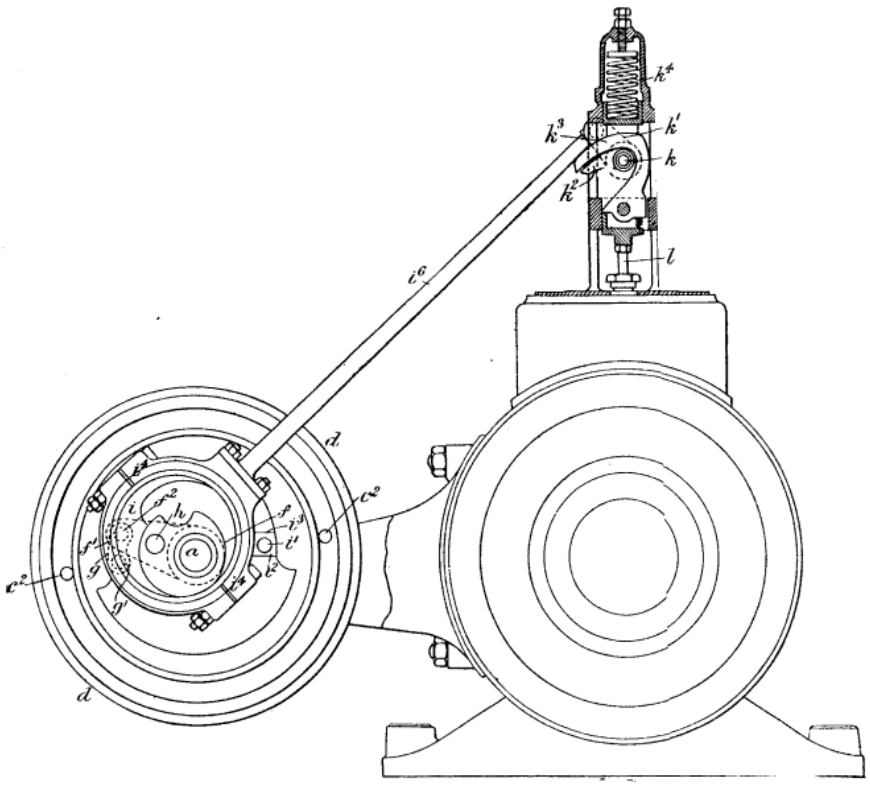


Fig. 7. — Distribution *Recke Ruston*. La bielle i^6 de l'excentrique i, soumise au régulateur (fig. 8), commande, par k^1 k, la came k^2, calée sur k^1 et roulant dans celle du crochet k^3, de rayon double, pivoté sur la tige l de la soupape d'admission, à ressort de rappel k^4.

Les soupapes sont commandées, dans la machine Bollinckx comme dans nombre de moteurs à gaz, par des leviers roulants (2) qui permettent d'en régler la course avec la plus grande précision et de les ouvrir et fermer vivement sans choc.

Les figures 8 à 14, expliquées par leurs légendes (3), représentent l'une de

(1) *Engineering*, 20 décembre 1907, p. 838 et *Brevet anglais* 4642 du 30 avril 1908.

(2) *Bulletin* de novembre 1906, p. 1006; *Revue de mécanique*, octobre 1908, p. 410 et *V. Deutscher Ingenieure*, 19 décembre 1908, p. 2043.

(3) *Engineering*, 17 septembre 1908, p. 437 et *Brevet anglais* 25 176 de 1905.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ces commandes à levier roulant des plus simples, de la maison Ruston Proctor, avec régulateur d'inertie monté sur l'arbre de distribution et limitant le coefficient d'irrégularité à 1/150.

La surchauffe a été appliquée avec le plus grand succès aux *locomobiles* et

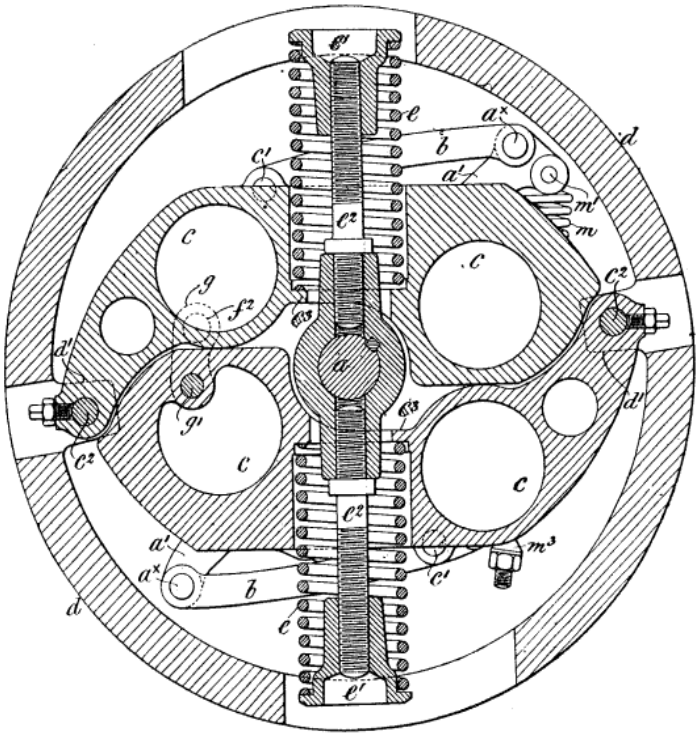


Fig. 8. — Coupe 4-4, fig. 10.

demi-fixes, notamment en Allemagne par les maisons Wolf, de Magdebourg, Lanz, de Mannheim, et Esterer, d'Altottingen, Bavière.

Les demi-fixes de Wolf (fig. 15) se font pour des puissances allant jusqu'à 600 chevaux et, alors, elles fonctionnent (fig. 16 à 18) à triple expansion, avec un cylindre de haute pression, un de moyenne et deux de basse pression et triple surchauffe : avant l'admission à la haute pression, puis aux échappements de cette haute pression et de la moyenne. Dans certaines applications, les cylindres sont (fig. 19) remplacés entièrement par des étages de turbines, ou partiellement lorsqu'il s'agit de conduire à la fois une transmission et une dynamo, les turbines marchant alors par l'échappement des cylindres qui com-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mandent la transmission (1). Dans toutes ces machines de Wolf, la vapeur traverse les surchauffeurs en sens inverse des gaz qui les chauffent. Les résultats, constatés par de nombreuses expériences (2), sont excellents; on dépense, même

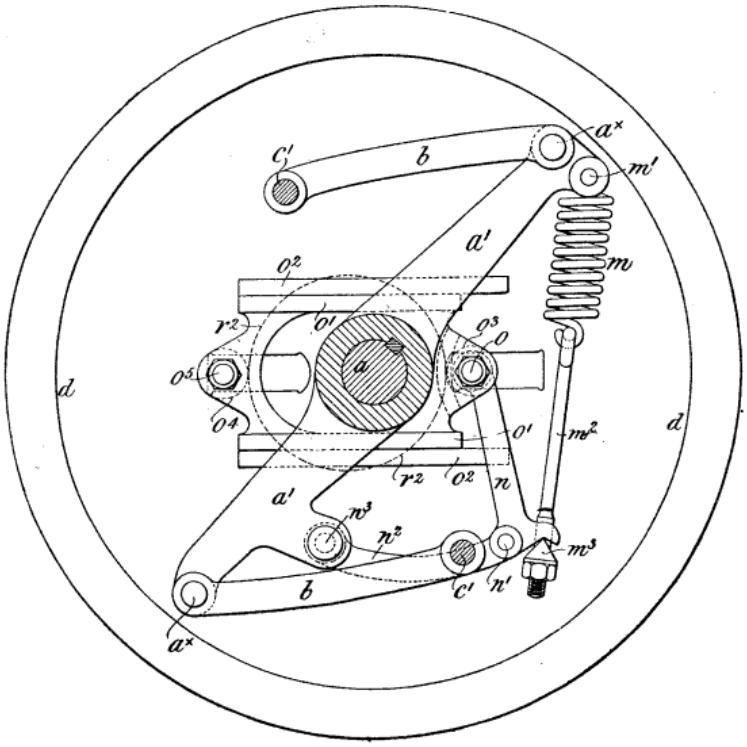


Fig. 9. — Régulateur *Recke Ruston*. L'arbre de distribution a entraine, par a^x b c^1, les masses c^1 pivotées en c^2 d^1 (fig. 8 et 10) sur le volant d d^2 d^3, fou sur a, avec ressorts radiaux e, réglables en e^1 e^2. L'une des masses c commande (fig. 8 et 10) par g. f_2 f^1 f. h l'excentrique i, coulissé en i^3 i^2 sur l'axe i^1 de d. Le balancier a^1 a^1 est relié par n^3. n^2 n^1 n o m^3. m^2 m^1. au ressort m et à la glissière o^1, guidée radialement dans d par o^2, de sorte que les pivotements de d sur a déplacent n^1 parallèlement à m^2, sans glissement de m^3. Pour régler la tension de m, on serre à la main l'anneau p (fig. 8), dont l'axe p^1 porte le pignon p^2, en prise avec celui q, calé sur le manchon d^3 de d, et celui rr^1, d'une dent de moins que q, fou sur d^3, à cames r^2, en prise avec les galets o^3 et o^4 de o^5 et de o, de sorte que cette immobilisation de p déplace o^1 dans sa coulisse.

pour des puissances d'une cinquantaine de chevaux, environ 500 grammes de vapeur et $0^{kg},6$ de charbon par cheval effectif.

Les demi-fixes de Lanz sont (fig. 20 et 21) remarquables par leur distribution à soupapes Lentz (3) dont (fig. 22 et 23) (4) celles d'admission au petit

(1) *Revue de mécanique*, janvier 1907, p. 99.
(2) *Ibid.*, avril 1905, p. 332 et *V. Deutscher Ingenieure*, 3 octobre 1908, p. 1591.
(3) *Bulletins* de juin 1906, p. 688 et février 1907, p. 188.
(4) *V. Deutscher Ingenieure*, 12 septembre et *The Engineer*, 4 décembre 1908.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cylindre soumises au régulateur. Le surchauffeur est (fig. 20) placé sous la boîte à fumée de manière à ne par embarrasser les tubes. Les figures 24 et 25 représentent quelques détails intéressants de ces machines, qui se font pour des puissances allant jusqu'à 250 chevaux, pour lesquelles on garantit une dépense de charbon de 500 grammes par cheval effectif et de 4kg,5 de vapeur.

Le surchauffeur des demi-fixes d'Esterer est constitué par (fig. 26) une dou-

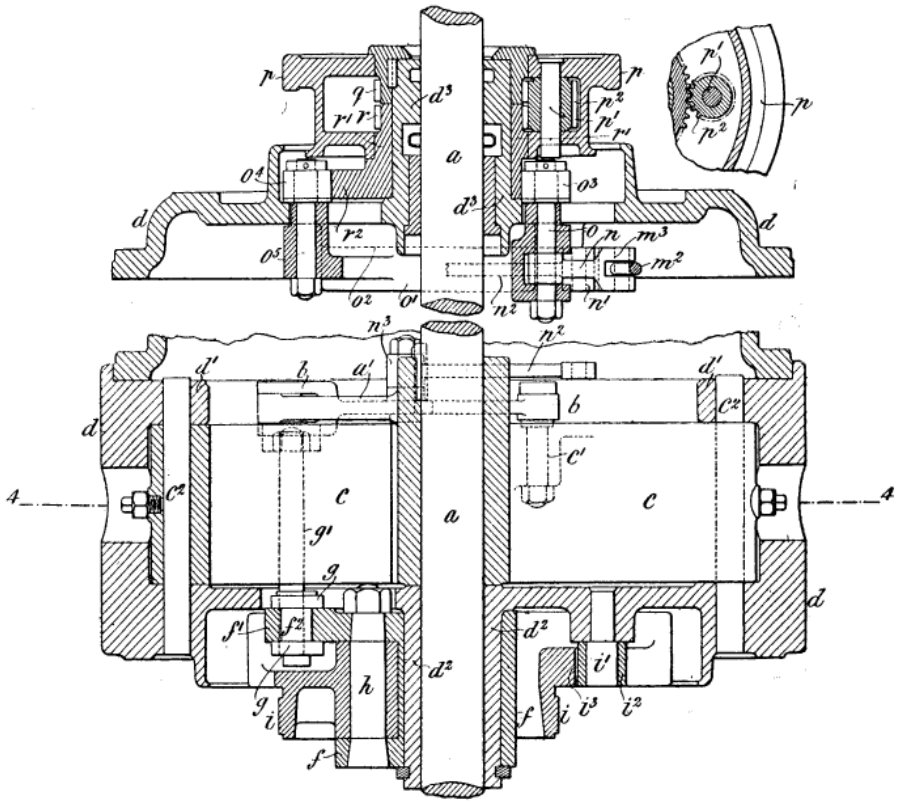


Fig. 10. — Coupe par c^2 c^2 (fig. 8) et de rail du réglage du ressort auxiliaire m (fig. 9).

zaine de serpentins disposés, autour de la boîte à fumée, en quantité sur un collecteur annulaire cloisonné, et autour desquels les gaz circulent suivant les flèches de la figure 26.

Les remarquables résultats de ces applications de la surchauffe aux machines locomobiles et demi-fixes tiennent principalement au parfait accord automatiquement établi entre le fonctionnement ou le travail du moteur et la marche du surchauffeur, avec une perte de chaleur par les tuyauteries réduite au minimum.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le progrès des **turbines à vapeur** et de leurs applications ne se ralentit pas (1) et marche, comme vous le savez, plus vite à l'étranger que chez nous (2).

Parmi ces applications, l'une des plus intéressantes est la commande directe des compresseurs centrifuges ou *turbo-compresseurs* à haute pression, dont

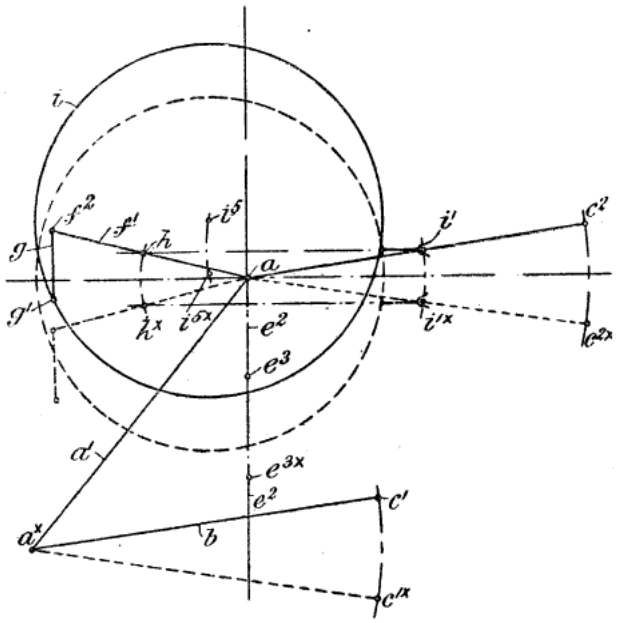


Fig. 11. — Diagramme du régulateur *Ruston Recke*. Les centres de gravité e^3 des masses e se déplacent parallèlement à $e^2 e^{2x}$ dans la limite $e^3 e^{3x}$ en faisant pivoter d (fig. 8) de l'angle $c^2\ a\ c^{2x}$ et en déplaçant le centre de l'excentrique de $i^5 i^{5x}$, et comme la longueur $a\ i^1$ est telle que $\frac{a\,i^1}{ah} = \frac{h\,a\,h^x}{i^1\,a\,i^{1x}}$, ce mouvement se fait sans rotation sensible ou frottement de l'excentrique dans son collier i^4.

notre collègue, M. Rateau, est le principal promoteur. On en compte déjà de nombreux et importants exemples (hauts fourneaux de Chasse, mines de Béthune) (3) auxquels viendront bientôt s'ajouter les installations d'Isberge, de Bruay, de Nœux (4). On connaît les avantages de ces compresseurs : simplicité, faible encombrement, régularité, rendement de jusqu'à 75 p. 100 pour les faibles pressions et de 65 p. 100 pour les fortes pressions, allant jusqu'à 7 kilo-

(1) *Bulletin* de juin 1908, p. 869. *Revue de mécanique*, février, mars, août, septembre 1908.
(2) *Bulletin* de janvier 1908, p. 156.
(3) *Revue de mécanique*, avril 1908, p. 387.
(4) *Bulletin de l'Industrie minérale*, décembre 1908.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grammes, avec une remarquable souplesse, permettant d'en faire varier le débit et la pression entre des limites très étendues (1).

Dans les marines marchandes et de guerre, le succès des turbines, qui vous est bien connu (2) ne se dément pas (3) et on songe à en améliorer le rendement et la manœuvre par l'emploi soit d'une seule turbine à grande vitesse actionnant les hélices par des transmissions électriques (4), soit, au contraire,

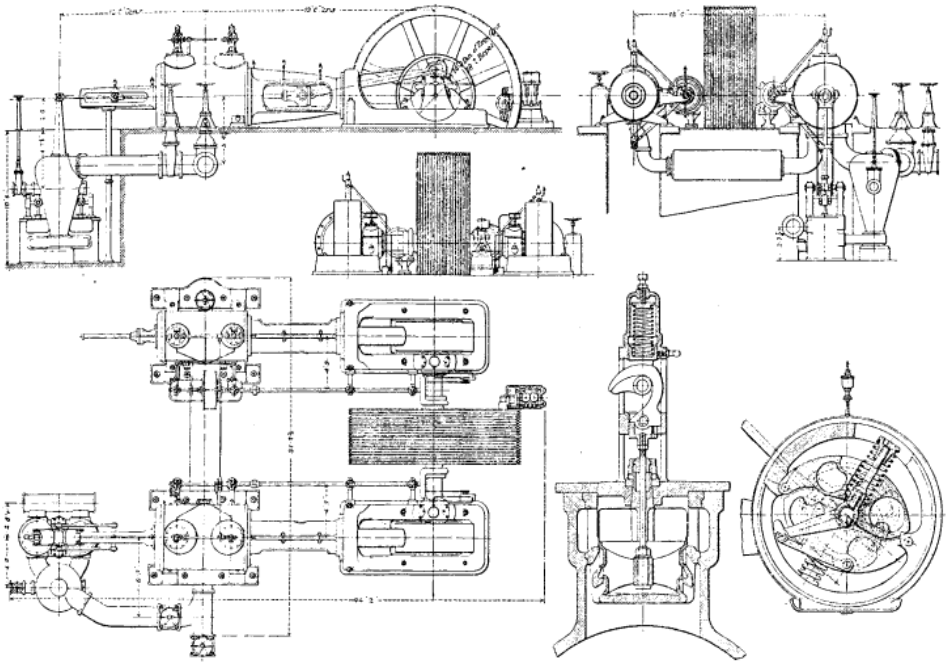


Fig. 12. — Machine *Recke-Ruston* à cylindres de 610 et $10^{m},2 \times 1^{m},22$ avec distribution par soupapes (fig. 7) sur sièges en fonte dure et régulateur direct du type fig. 8 faisant varier l'admission au petit cylindre de 0 à 60 p. 100. Variation extrême de la vitesse 2 1/2 p. 100. Pression de la vapeur $10^{k},5$. Surchauffée à 260°. Puissance aux essais : 920 chev. à 96 tours. Vapeur à 225°. Dépense $0^{k},55$ de charbon par cheval indiqué (fig. 14).

en n'employant la turbine que pour l'utilisation de l'échappement des machines à pistons (5), ce qui permettrait de prolonger la détente utile de leur vapeur jusqu'à des pressions absolues de $0^{kg},5$. Ce dernier système a été installé sur un navire : l'*Otaki*, de 140 mètres $\times$ 18 $\times$ $10^{m},20$, à trois hélices, dont les deux latérales commandées par des triples expansions à cylindres de 625, 990 et

(1) *Revue de mécanique*, mars 1903, p. 266.
(2) *Bulletin* de janvier 1908, p. 158.
(3) *Revue de mécanique*, février 1908, p. 172 et 169.
(4) *Bulletin* de mars 1908, p. 448.
(5) *Revue de mécanique*, février et août 1908, p. 187 et 173.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

$1^{m},47 \times 990$ de course, échappant dans une turbine centrale qui commande, toujours dans le même sens, l'hélice centrale. La dépense totale d'eau, y compris les auxiliaires, aurait été, aux essais, de $5^{kg},8$ seulement (1), résultat des plus remarquables.

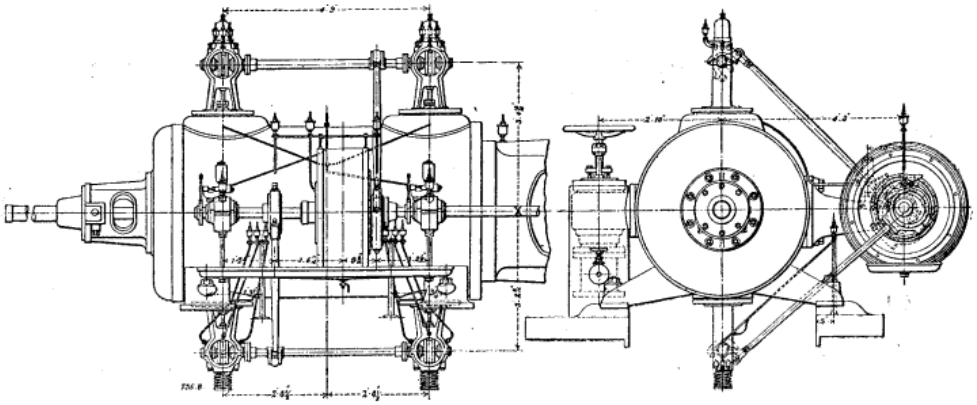


Fig. 13. — Vue par bout de la machine fig. 12.

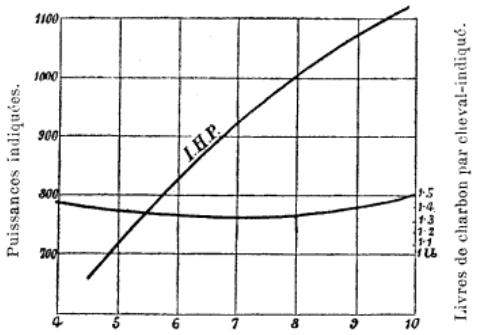


Fig. 14. — Diagramme de marche de la machine fig. 12.

Les **moteurs à gaz** ne cessent de se développer et de s'appliquer à des installations de plus en plus grandioses, se comptant parfois par des cent mille chevaux (2), bien que l'on n'ait pas encore trouvé la solution complète de nombre de questions de détail dans la construction de ces grands moteurs (3) et qu'il y ait encore beaucoup à étudier leur allumage (4), leur réglage (5),

(1) *The Engineer*, 1er janvier 1909, p. 14.
(2) *Bulletin* de novembre 1908.
(3) *Revue de mécanique*, octobre 1908, p. 412.
(4) *Bulletin* d'avril 1908, p. 556.
(5) *Ibid.* de mai 1908, p. 716; juin 1908, p. 858 et *Revue de mécanique*, février 1908, p. 163.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'interprétation de leurs diagrammes (1), comme le savent les lecteurs de notre *Bulletin* (2).

Il en est de même de la question si complexe des gazogènes à combustibles

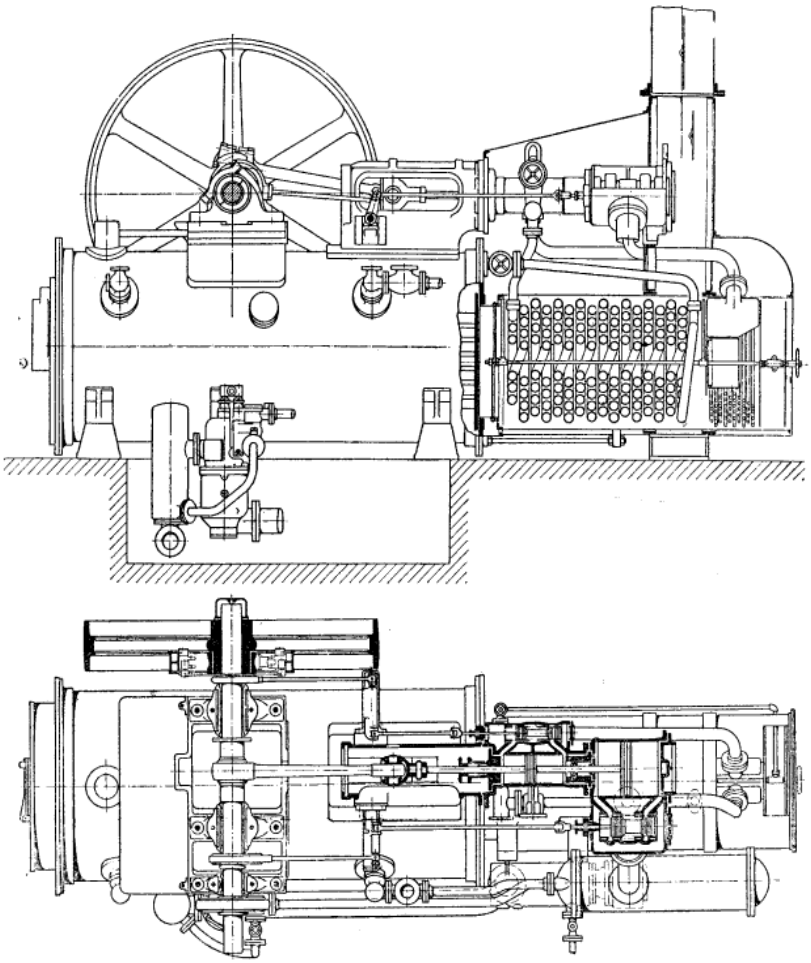


Fig. 15. — Demi-fixe compound *Wolf* avec double surchauffe.

bitumineux et malpropres, dont la pratique s'étend chaque jour, mais qui donnent encore lieu à bien des déboires (3).

Rien de bien nouveau non plus dans les moteurs à pétrole et hydrocarbures

(1) *Revue de mécanique*, mai 1908, p. 445.

(2) *Bulletins* d'avril, juin, octobre, novembre 1907, p. 479, 764, 1111, 1282, 1422, 1427, avril mai, juin 1908, p. 556, 716, 859.

(3) *Bulletin* de février 1908, p. 287; *Revue de mécanique*, décembre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

divers. La question de l'utilisation des huiles lourdes, des benzols et des naphtalines, au moyen de carburateurs ou de gazéificateurs appropriés, progresse lentement (1) et il en est de même de l'emploi de l'alcool (2), dont on avait tant espéré après les remarquables travaux de Sorel (3).

Dans la mécanique de ces moteurs, il convient de signaler les efforts pro-

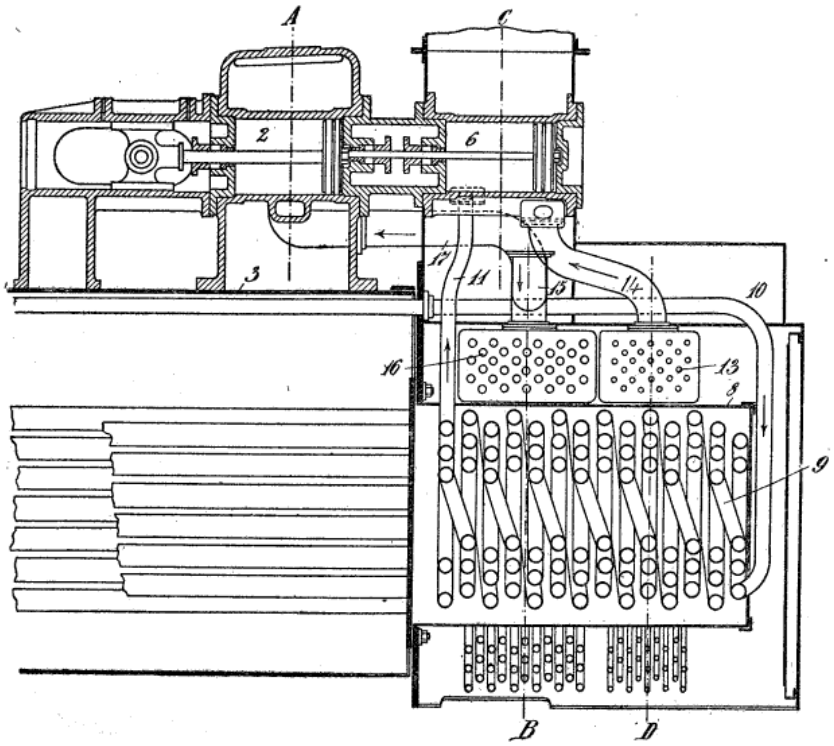


Fig. 16. — Locomotive *Wolf* à triple expansion et triple surchauffe. La vapeur passe (fig. 16 à 18) de la chaudière, par 10, au surchauffeur 9, et, de là, par 11, au cylindre de haute pression 5, d'où elle s'échappe, par 12, au surchauffeur 13, et, de là, par 14, au moyen cylindre 6. De 6, la vapeur passe, par 15, au troisième surchauffeur 16, et de là, par 17, aux cylindres de basse pression 1 et 2. Les gaz du foyer parcourent successivement les surchauffeurs 9, 13 et 16, remplis de vapeur de plus en plus froide, de manière que, sortant de 9 à 300° environ ils quittent 16 à 150°. La vapeur, à 20 kil. et 210° dans la chaudière, n'est plus qu'à 0k,8 et 93° environ en 16.

voqués par le succès des aéroplanes vers la création de moteurs de plus en plus légers — et parfois fragiles — et dont l'un des plus intéressants, celui de M. Farcot (4), vous a été présenté cette année. Il ne faut pas oublier que ces moteurs ne doivent pas se borner à étonner le public par leur activité extraor-

(1) *Bulletin* d'octobre 1908, p. 1044; *Revue de mécanique*, juillet 1908, p. 66.
(2) *Bulletin* d'avril 1908, p. 570.
(3) *Revue de mécanique*, janvier, février, juillet et août 1903, février et juin 1904.
(4) Voir p. 16 du présent *Bulletin*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dinaire, mais aussi durer et pouvoir réparer facilement leurs petites avaries. Tel moteur, d'une simplicité apparente extrême parce qu'on n'y voit aucun organe de distribution extérieure, peut être, en réalité, d'une complication et d'une inaccessibilité telles que le moindre accroc à son mécanisme caché exige son renvoi à l'atelier du constructeur au lieu d'une simple retouche sur place à quelque organe accessible et bien en vue.

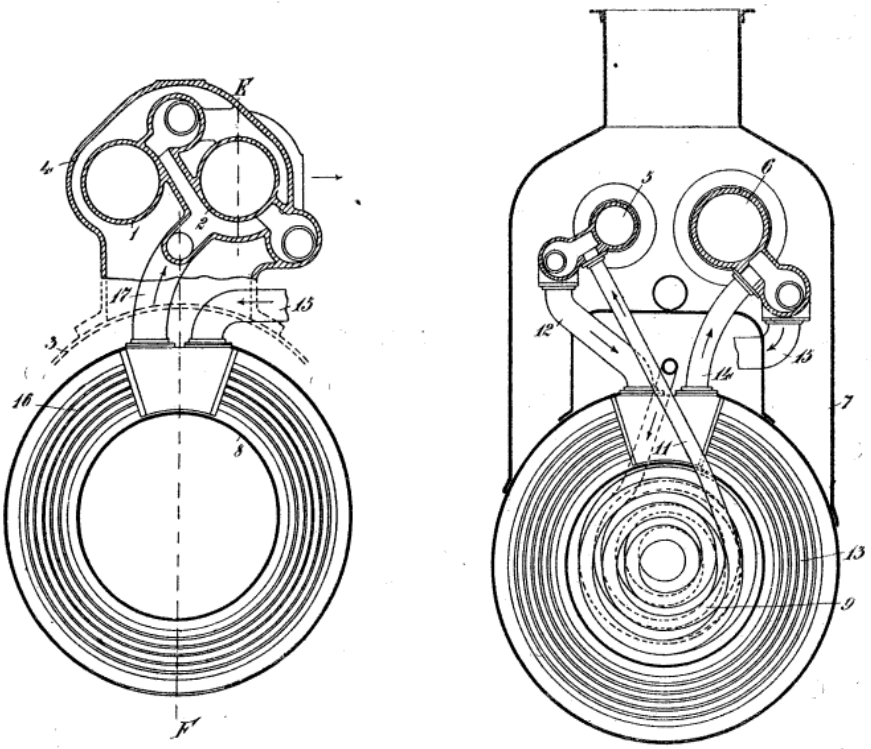


Fig. 17 et 18. — Demi-fixe *Wolf*. Coupes AB et CD (fig. 16).

En ce qui concerne les **chemins de fer**, ce qui me semble le plus important à vous signaler, c'est, comme l'année passée, le développement rapide de la *traction électrique*, principalement aux États-Unis, qui compteraient actuellement une longueur totale de lignes électriques de 35 000 miles (56 000 kilomètres), supérieure à celle de l'ensemble de nos voies ferrées (1) et, sur ces lignes, c'est le courant alternatif monophasé qui l'emporte de plus en plus.

La locomotive électrique présente, en effet, sur la locomotive à vapeur des avantages qui doivent, dans bien des cas, lui assurer la préférence : toujours

(1) *Scientific American, Supplement*, 24 octobre 1908, p. 259.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

prête à démarrer en pleine puissance et à marcher indéfiniment sans se soucier d'aucun approvisionnement, elle peut, si l'exploitation s'y prête, fournir un parcours annuel beaucoup plus long. Sa grande puissance lui permet de développer l'effort de traction maximum compatible avec l'adhérence à des vitesses doubles au moins de celles des locomotives à vapeur, et ce avec une récupération importante de son énergie sur les pentes des lignes accidentées, ce qui la rend spécialement avantageuse pour le service des trains de marchandises accélérés à grand effort de traction, service dont la nécessité s'impose de plus en

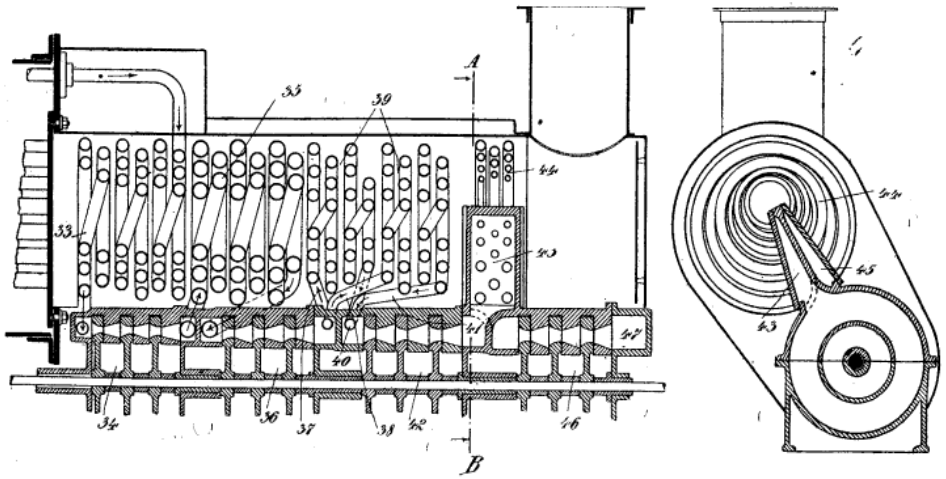


Fig. 19. — Demi-fixe *Wolf* à turbine. La vapeur passe du surchauffeur 33 à l'étage de turbine 36, puis elle se divise, en 37 et 38, aux deux parties du surchauffeur 39, pour se réunir en 40 et 41, et traverser la turbine 42, le surchauffeur 43, 44, 45 et la turbine 46, qui l'amène, par 47, au condenseur.

plus, de sorte que la traction électrique semble tout indiquée pour les lignes accidentées à grand trafic.

En outre, cette augmentation de puissance de la ligne semble pouvoir s'obtenir, dans certains cas du moins, avec une notable économie des frais de traction ; tel est, notamment, le cas du New-York Central and Hudson River Rr, dont l'électrification en grande ligne fonctionne d'une manière complète et satisfaisante depuis le 1er juillet 1907. Voici comment s'exprime, à ce sujet, M. Wilgus, vice-président de ce chemin de fer (1).

La visite et les petites réparations des locomotives électriques, comparées au renouvellement des approvisionnements d'eau et de charbon, au nettoyage des feux, aux réparations, etc., sur les locomotives à vapeur, représentent une économie de temps en faveur des premières, de plus de quatre heures par jour, soit 18 p. 100.

(1) *Bulletin du Congrès international des chemins de fer*, octobre 1908, p. 1190.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En service, la locomotive électrique est une machine beaucoup plus souple et plus efficace

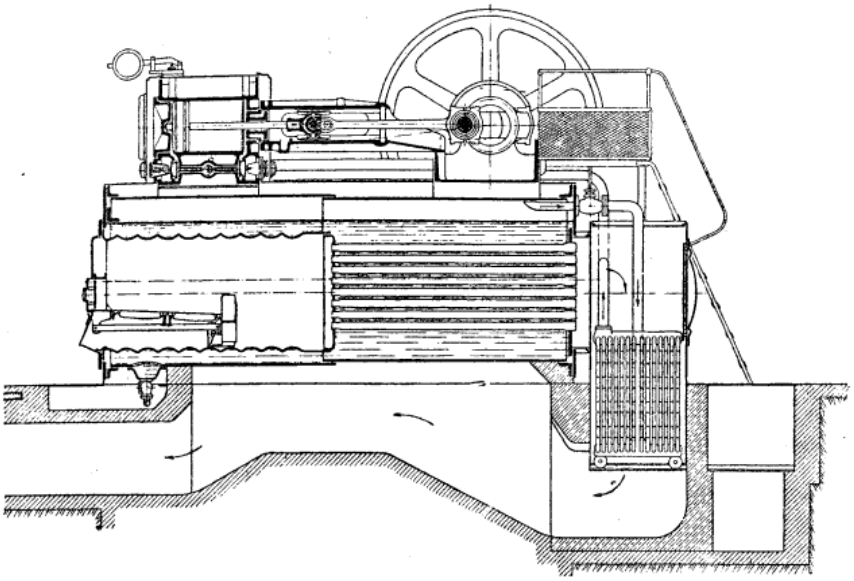


Fig. 20. — Demi-fixe *Lanz* avec surchauffeur descendu.

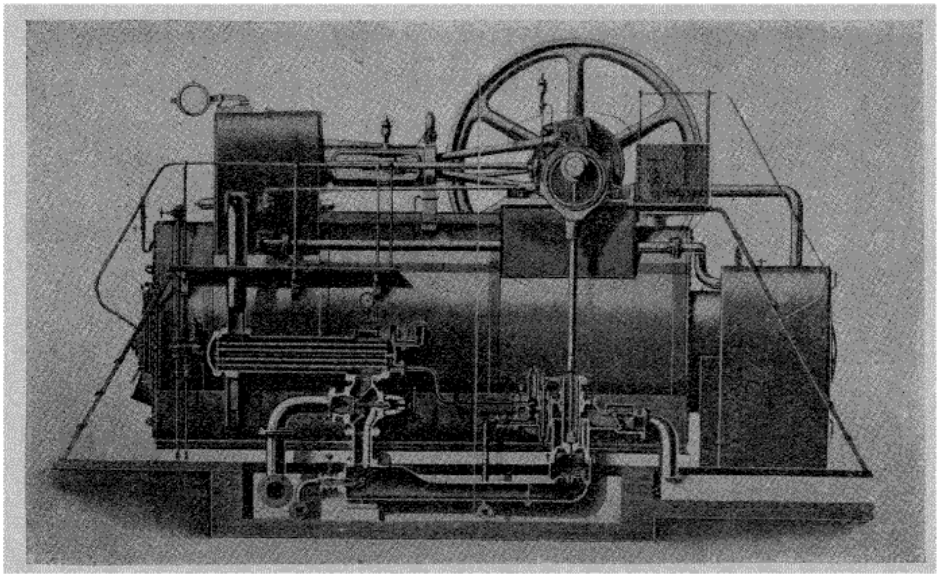


Fig. 21. — Demi-fixe *Lanz* avec coupe par la pompe à air, le condenseur et le réchauffeur d'alimentation.

que la locomotive à vapeur ; elle accuse une augmentation de 25 p. 100 du tonnage kilométrique journalier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tout en ayant moins d'importance dans le service des marchandises, la question du poids de la locomotive est un facteur important dans la comparaison de l'économie relative de la traction des trains de voyageurs par la vapeur et par l'électricité. Ainsi, par exemple, dans les manœuvres qui se font à la Grand Central Station, le poids de la locomotive à vapeur, ou

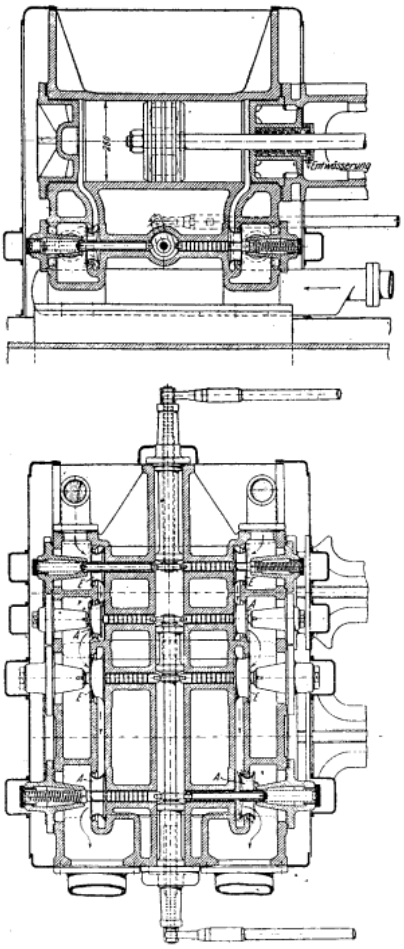
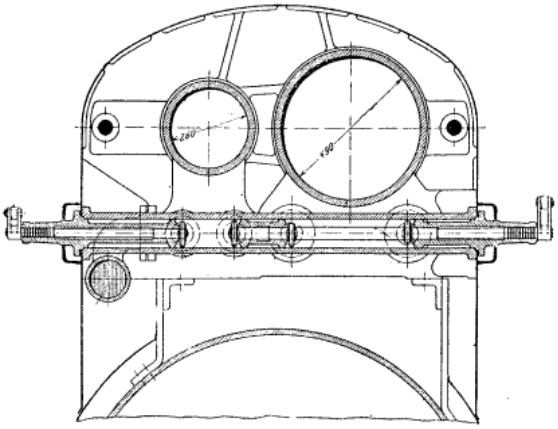


Fig. 22. — Distribution de la demi-fixe *Lanz* (fig. 21) avec soupapes d'admission E et d'échappement A.



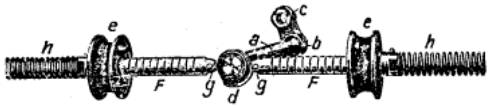


Fig. 23. — Distribution *Lentz*.
Commande des tiges F à godets *gg* des soupapes *c* par la came *d*, actionnée par le renvoi *acb*, ces tiges étant appuyées sur *d* par les ressorts *hh*.

« poids mort », entre dans le tonnage kilométrique total pour une proportion de 65 p. 100, tandis que, pour les locomotives électriques, cette proportion n'est que de 54 p. 100, soit une économie de 11 p. 100 en faveur de ces dernières.

En service régulier sur la ligne, la locomotive à vapeur donne 51 p. 100 de tonnage kilométrique improductif, contre 35 p. 100 pour la locomotive électrique : c'est encore une différence de 16 p. 100 en faveur de cette dernière. Si l'on considère que cette diminution du tonnage

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

kilométrique improductif a une répercussion directe sur la dépense de combustible et de courant, et exerce un effet indirect sur les salaires et les charges fixes, son importance est manifeste.

En ce qui concerne la vitesse, l'avantage des locomotives électriques, pour le service des lignes à fortes rampes, apparaît d'une façon marquée dans l'installation du « New-York Cen-

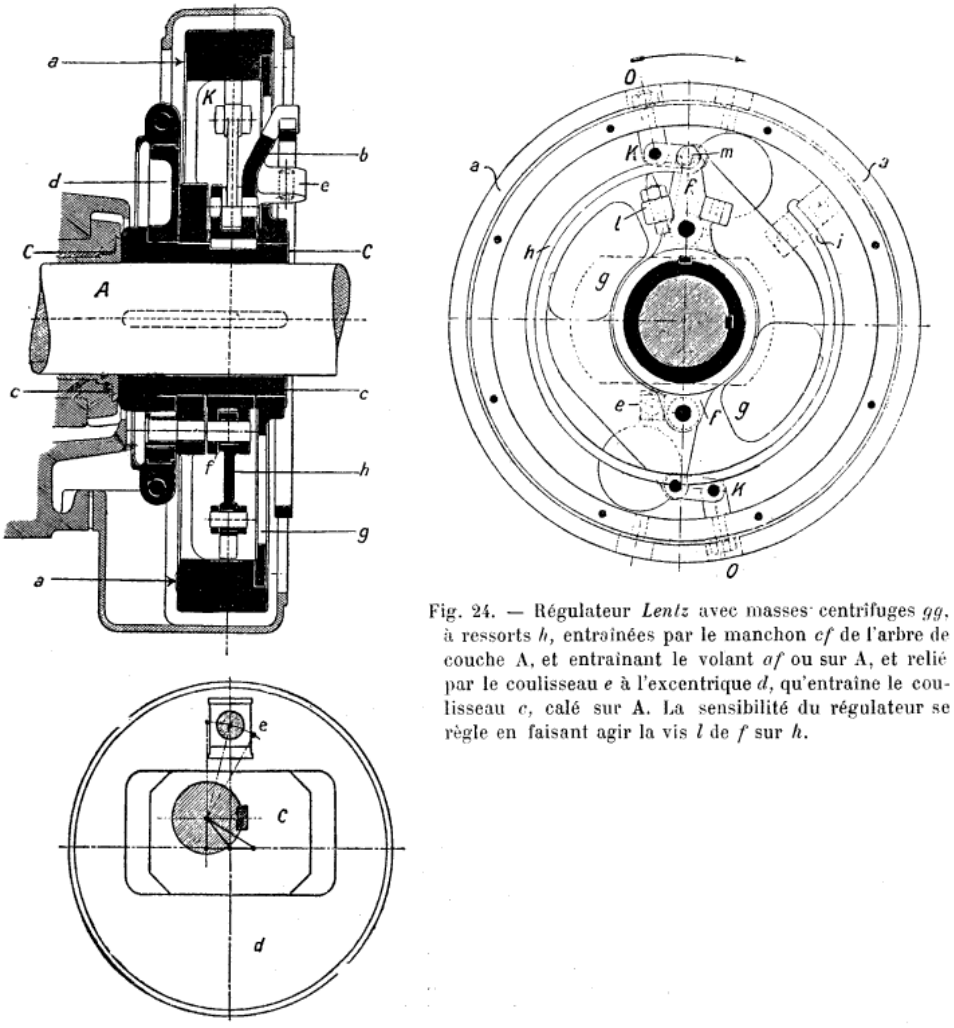


Fig. 24. — Régulateur *Lentz* avec masses centrifuges *gg*, à ressorts *h*, entraînées par le manchon *cf* de l'arbre de couche A, et entraînant le volant *af* ou sur A, et relié par le coulisseau *e* à l'excentrique *d*, qu'entraîne le coulisseau *c*, calé sur A. La sensibilité du régulateur se règle en faisant agir la vis *l* de *f* sur *h*.

tral », où l'excédent de la consommation de charbon, pour le tonnage kilométrique des wagons affectés au service de grande vitesse, a été de 165 p. 100, tandis que, les conditions étant exactement les mêmes, le surplus de la consommation de courant pour la traction électrique n'est que de 18 p. 100, de sorte que la différence en faveur de la traction électrique atteint 147 p. 100.

Les résultats nets de l'ensemble des avantages économiques de la traction électrique sur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la vapeur, pour les conditions existant sur le « New York Central », en tenant compte de tous les éléments de dépense découlant des installations supplémentaires, accusent une économie de 12 à 27 p. 100, suivant la nature du service. On peut compter sur une plus grande économie de la saison d'hiver. Outre cette économie, les inconvénients et les dangers dus à la fumée et aux gaz ont été éliminés dans le tunnel de Park Avenue et le débit de la Grand Central Station a augmenté d'environ un tiers. Plus tard, quand la Compagnie du « New Haven » procédera à la transformation de sa ligne, l'exploitation complète du tunnel par la traction électrique permettra d'employer de plus courtes sections de bloc et d'augmenter proportionnellement la capacité de la grande ligne à quatre voies à son entrée dans la gare.

Il est bien entendu que ces chiffres de M. Wilgus ne s'appliquent rigoureusement qu'au New York Central, mais ils n'en sont pas moins très suggestifs, et des plus favorables à la traction électrique.

D'ailleurs, la traction électrique n'est qu'un cas particulier de cette utili-

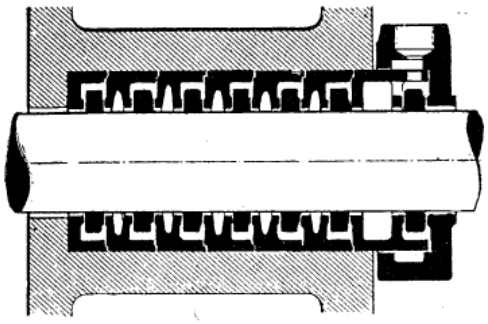


Fig. 25. — Stuffing box *Lentz* constitué par des anneaux de fonte fixés sur la tige et jouant librement entre des anneaux fixes.

sation moderne de l'énergie électrique, véritablement universelle par la souplesse avec laquelle elle s'adapte à tous les besoins et par la facilité avec laquelle on peut utiliser, pour la produire, toutes les puissances dont l'homme dispose : le vent, l'eau, la houille. Vous savez comment cette électricité a déjà transformé de vastes régions industrielles (1), comment même elle en a créé, en France notamment, où ces créations ne tarderont pas à se multiplier au delà des espérances qui nous paraissent encore des plus optimistes. Je n'insiste pas davantage sur cette question, l'une des plus intéressantes et actuelles de la technique moderne, et qui sera bientôt traitée devant vous.

Dans le domaine des **locomotives**, il convient de signaler, en dehors de leur accroissement constant de pression (2) et de puissance, caractérisée récem-

(1) *Bulletin* de novembre 1908, p. 1374.
(2) *Ibid.* de mai 1908, p. 743.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment, en France, par l'introduction de types « Pacific » (1), le succès croissant de la *surchauffe* (2) et, pour les locomotives à marchandises très puissantes, celui des *types articulés* Malet et leurs dérivés (3).

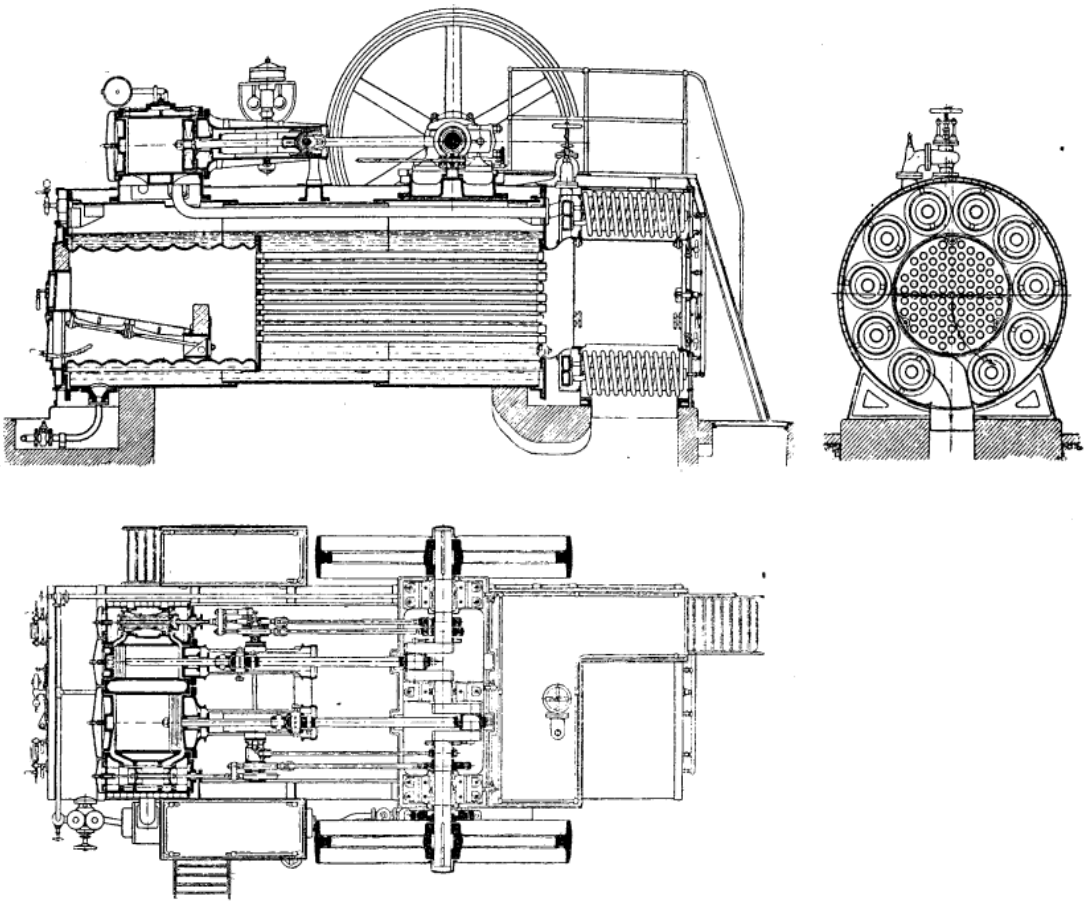


Fig. 26. — Demi-fixe *Esterer* compound avec surchauffeur dans la boite à fumée.

Le genre de surchauffeur de beaucoup le plus employé actuellement est celui de Schmidt (4), à tubes de vapeur dits en trombone, de 30 millimètres environ de diamètre intérieur, avec calotte en acier coulé à $0^m,80$ environ de la plaque tubulaire du foyer, et logés dans des tubes à feu de 130 millimètres intérieur

(1) *Bulletin* de mai 1908, p. 884.
(2) *Ibid.* de mars et octobre 1905, pp. 342 et 1129; mai 1906, p. 604; décembre 1907, p. 1480.
(3) *Ibid.* de mars 1907, p. 342.
(4) *Ibid.* de mars 1905, p. 342.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

environ; rapport de la surface du surchauffeur à la chauffe totale variant de 0,20 à 0,30, avec un volume de vapeur de 15 à 25 mètres cubes par tour de roue et mètre carré de surchauffeur. En prenant certaines précautions, telles que l'installation d'un graissage abondant — environ 10 grammes d'huile spéciale par kilomètre aux cylindres de haute pression — assuré par de bonnes pompes, comme celles de Friedmann (1) et facilité de visiter les tiroirs pour les décrasser de l'huile carbonisée; addition, aux cylindres à tiroirs cylindriques, d'un tuyau permettant d'en réunir les deux extrémités par une large valve ouverte lorsqu'on marche en régulateur fermé; une abondante injection d'eau lorsqu'on marche en contre-vapeur; un facile réglage, par un servo-

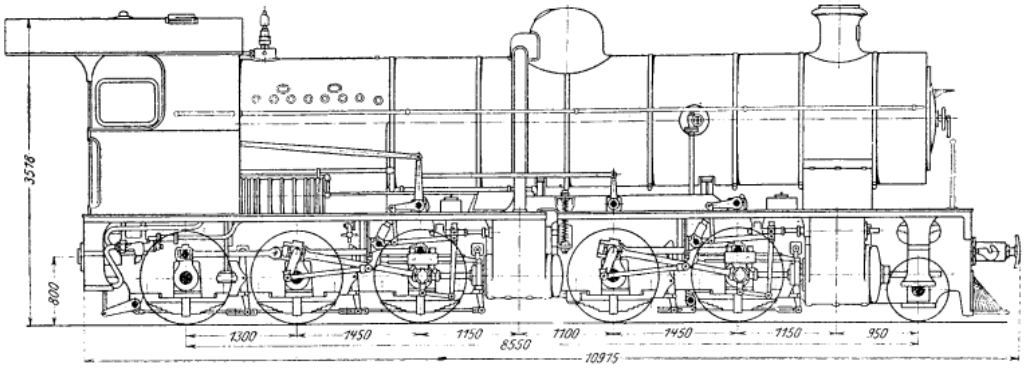


Fig. 27. — Locomotive *Mallet* du chemin de fer de l'*Hedjaz*.

moteur à vapeur et à main, de l'ouverture des étouffoirs ou persiennes fermant et ouvrant, en concordance avec le régulateur, les tubes à feu du surchauffeur, on arrive à assurer à la locomotive en vapeur surchauffée une sûreté et même une souplesse de fonctionnement aussi grandes qu'avec la vapeur saturée.

Néanmoins, toutes les difficultés ne sont pas complètement vaincues. C'est ainsi que l'on devrait pouvoir plus facilement ramoner les tubes du surchauffeur, non seulement à l'extérieur, comme on le fait tous les 300 kilomètres environ, mais aussi à l'intérieur, et pouvoir remplacer les distributions à tiroirs cylindriques par des soupapes qui ne fuient pas et ne risquent pas de gripper. On se rappellera à ce sujet la distribution de Lentz (2) actuellement en essai sur quelques lignes françaises. Les pistons des cylindres moteurs ne risquent pas de gripper, pourvu que l'on évite absolument toute portée de leur corps sur

(1) *Revue de mécanique*, avril 1900, p. 439; août 1901, p. 260; novembre 1903, p. 520.
(2) *Bulletins* de juin 1906, p. 688, février 1907, p. 188.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

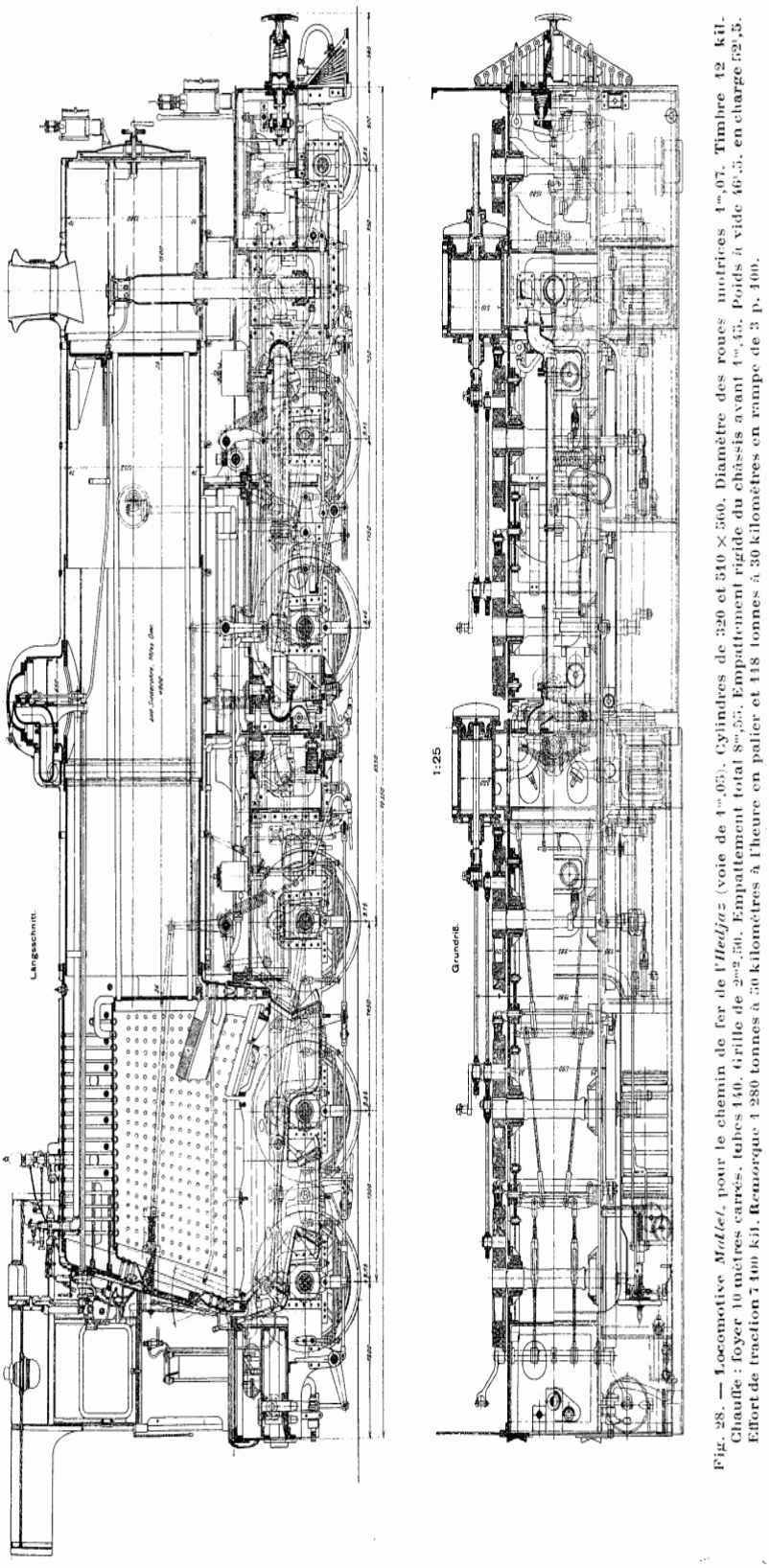


Fig. 28. — Locomotive *Mallet*, pour le chemin de fer de l'*Hedjaz* (voie de 1m,05). Cylindres de 320 et 510 × 560. Diamètre des roues motrices 1m,07. Timbre 12 kil. Chauffe : foyer 10 mètres carrés, tubes 140. Grille de 2m²,50. Empattement total 8m,55. Empattement rigide du châssis avant 1m,45. Poids à vide 46t,5, en charge 52t,5. Effort de traction 7 100 kil. *Remorque* 1 280 tonnes à 50 kilomètres à l'heure en palier et 118 tonnes à 30 kilomètres en rampe de 3 p. 100.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

parois des cylindres, ce dont on s'assure en les faisant de 5 à 6 millimètres plus petits que l'alésage.

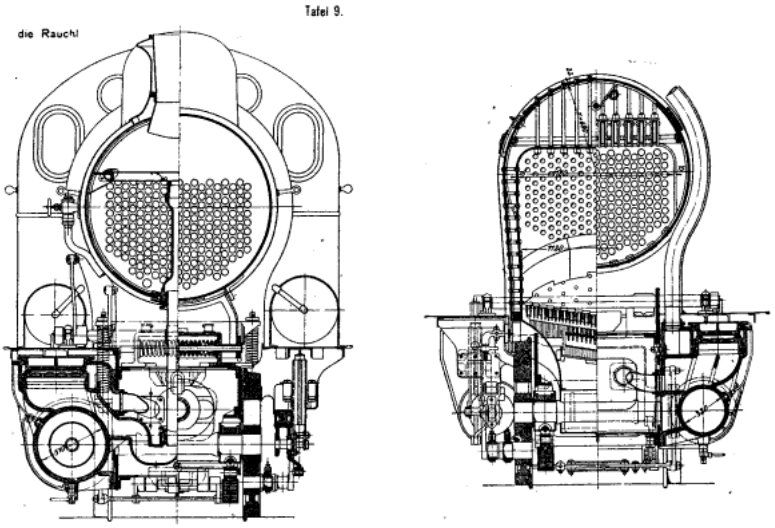


Fig. 29 et 30. — Locomotive de l'*Hedjaz*. Coupes par la cheminée, l'essieu moteur d'avant, l'essieu moteur d'arrière et les cylindres de haute pression.

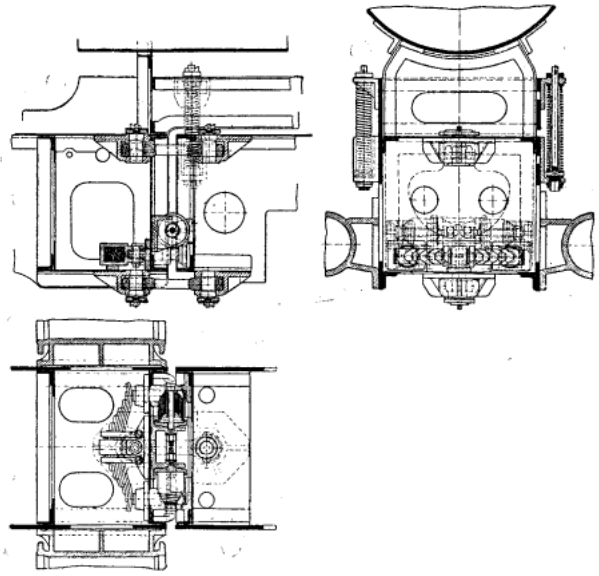


Fig. 31. — Locomotive de l'*Hedjaz* détail de l'articulation.

Quant aux avantages de la surchauffe, vous les connaissez bien (1); le prin-

(1) *Bulletin* de mai 1906, p. 604.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cipal est : de permettre, avec un abaissement de la pression à la chaudière, une grande économie d'eau : parfois de 20 à 25 p. 100 sur les locomotives non compound et d'environ 15 p. 100 sur les compound, avec une augmentation correspondante de la puissance. En surchauffe, une non compound est presque aussi

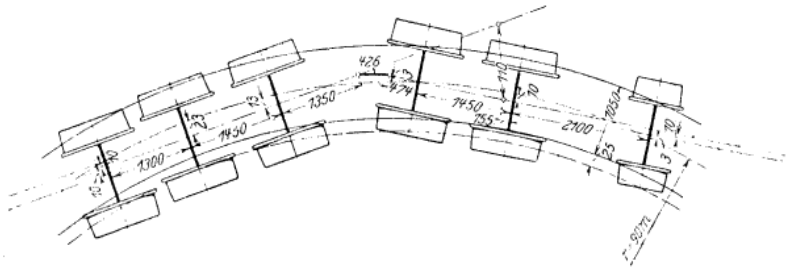


Fig. 32. — Locomotive de l'*Hedjaz* passage en courbe de 90 mètres de rayon.

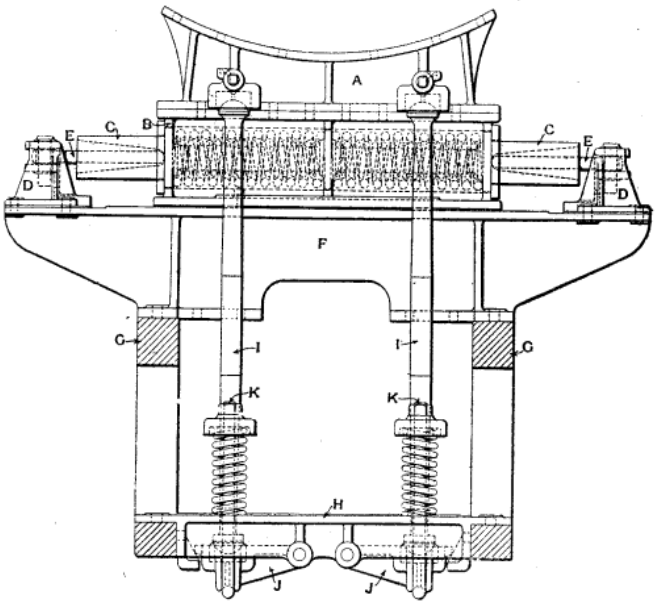


Fig. 33. — Locomotive *Mallet* de l'Erie Rr. Le support A de la chaudière porte sur une glissière B, à rappel par poussoirs à ressorts C sur chandelles ED, et est en partie supporté par des tiges I, sur leviers J, articulés sur la traverse H et rappelés par des ressorts K.

économique de combustible qu'une compound en vapeur saturée, et, par rapport aux compounds saturées, la compound surchauffée permet de réaliser des économies de combustible d'environ 10 p. 100, et peut-être pourrait-on, sur ces compounds, surchauffer moins à la haute pression et plus aux cylindres de basse pression, par une surchauffe supplémentaire de la vapeur au réservoir

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

intermédiaire, comme le permet le dispositif de Cokerill (1) et comme on le fait avec succès sur certaines locomobiles, celle de Wolf notamment; c'est un sujet encore très discuté parmi les ingénieurs de chemins de fer (2).

Il va sans dire que ces avantages ne se retrouvent par dans tous les cas : par exemple, dans celui des locomotives faisant un service à nombreux arrêts pro-

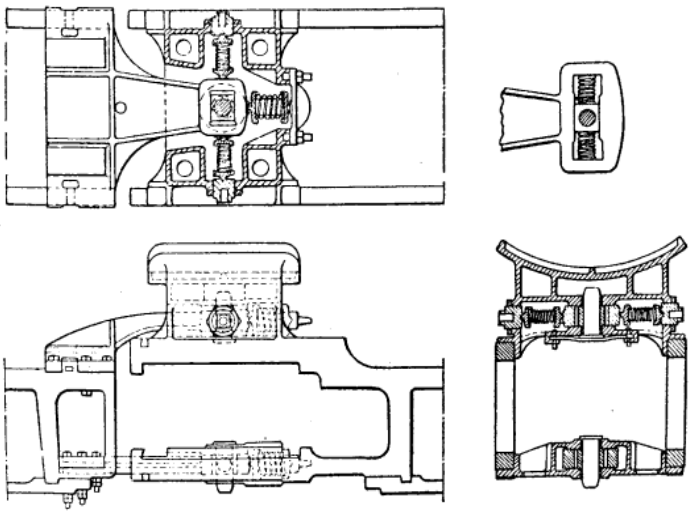


Fig. 34. — Locomotive articulée *Mallet*, pivot *Baldwin*.

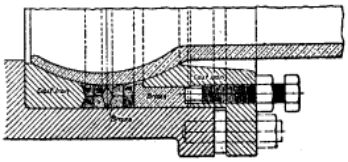


Fig. 35. — Détail du joint sphérique.

longés ou sur des lignes très accidentées, et que l'on ne sait pas encore exactement ce qu'il reste d'économie finale à la surchauffe, déduction faite des frais d'un entretien prolongé des surchauffeurs; mais on sait probablement qu'il en reste quelque chose, et d'assez important, puisque la surchauffe ne fait que se répandre de plus en plus.

Les locomotives articulées de M. Mallet vous sont bien connues (3). La plus puissante d'entre elles est toujours celle de l'Erie (4) dont les essais au fourgon

(1) *Bulletin* d'octobre 1905, p. 1129.
(2) *Bulletin du Congrès international des chemins de fer*, septembre 1908, p. 1053.
(3) *Bulletin* d'octobre et novembre 1904.
(4) *Ibid.* de mars 1907, p. 342.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dynamométrique ont donné les résultats des tableaux ci-dessous, au sujet desquels M. Mallet s'exprime comme il suit (1) :

Nous devons indiquer que la vitesse qui n'est pas marquée dans les tableaux a été de 9,66 km. à l'heure pour les deux premiers essais, et de 8,05 pour le dernier.

Le premier des trois essais a été le meilleur au point de vue des résultats économiques ; le dernier, au contraire, a laissé à désirer, parce que la machine était, à ce moment, entre les mains d'un chauffeur très médiocre. Dans les trois essais, il n'a été employé qu'un seul chauffeur pour le service de la chaudière.

On remarquera que la dépense de vapeur par unité de puissance peut être considérée

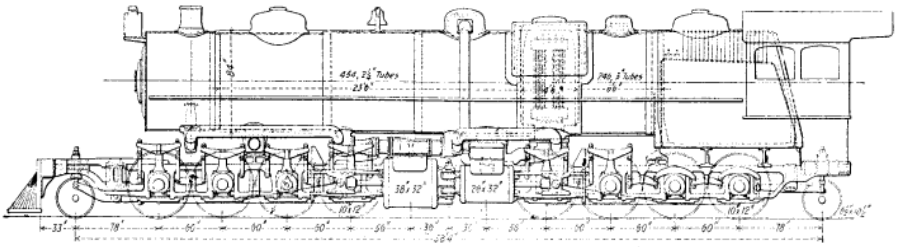


Fig. 36. — Locomotive *Mallet* du Great-Northern. Cylindres de 546 et 840 × 813. Diamètre des roues motrices 1m,40. Timbre 14 kil.: 441 tubes de 57 millimètres intérieur × 6m,30. Chauffe : Tubes 505 mètres carrés. Foyer 21m2,4. Grille 7m2,25. Poids total 161 tonnes, adhérant 143. Effort de traction 32t,5.

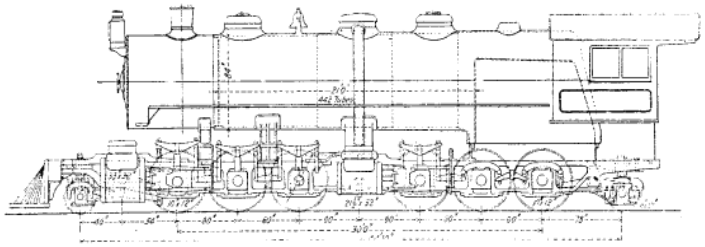


Fig. 37. — Locomotive *Mallet* de l'Atchison-Topeka avec surchauffeur. Cylindres de 635 et 900 × 712. Diamètre des roues motrices 1m,30. Timbre 15 kil. 404 tubes de 57 × 6m,30. Chauffe 697 mètres carrés. Foyer 20 mètres carrés. Grille 8m2,3. Poids total 186 tonnes. Effort de traction 43 tonnes en compound et 54 en simple.

comme élevée pour une machine compound. Le rapport attribue ce fait à ce qu'il y avait dans les cylindres, des fuites considérables de vapeur dont on n'a pu tenir compte, les essais ayant été faits sans avertissement préalable et dans l'état où se trouvait la machine.

On remarquera la qualité remarquable de la vapeur, c'est-à-dire son état de siccité, la proportion d'eau maxima à la sortie du régulateur n'étant que de 2,39 p. 100 et la proportion minima de moins de 1 p. 100.

Le fait que la chaudière fonctionnait à une allure très modérée y est probablement pour quelque chose, mais il est intéressant de faire remarquer que la vapeur était, dans le réservoir intermédiaire, aussi sèche, sinon plus, qu'à la sortie de la chaudière, malgré le grand développement de tuyaux et de passages entre les deux groupes de cylindres.

(1) *Bulletin de la Société des ingénieurs civils de France*, octobre 1908, p. 708.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Numéros des essais.	Nombre de tours moyen. Train N.	Train R.	Pression. Chaudière. kg.	Régulateur. kg.	Receiver. kg.	Vide dans la boite à fumée. mm.	Eau dépensée. Brute.	Pertes.	Nette.	Effort de traction sur le dynamomètre
1. . .	40	40	14,2	13,0	»	119	19 600	230	19 430	29 200
2. . .	43	40	14,2	12,1	3,55	127	18 240	250	17 990	29 900
2. . .	33	33	13,8	13,5	3,96	114	22 160	430	21 730	29 000

Numéros des essais.	Travail en chevaux indiqués. Train N.	Train R.	Droite.	Gauche.	Total.	Travail dynamométrique.	Différence.	Résistance p. 100 de la machine.	Qualité de la vapeur. à la sortie de la chaudière. P. 100.	au receiver. P. 100.
1. . .	515	626	565	576	1 141	1 021	120	11	99,08	»
2. . .	504	508	504	508	1 012	889	123	12	97,65	98,05
3. . .	452	434	452	442	886	710	176	20	98,39	98,14

Numéros des essais.	Dépense par heure et cheval indiqué. Charbon.	Eau.	Dépense par heure et cheval dynamométrique. Charbon.	Eau.	Charbon par heure et m² de grille.	Eau par heure et m² de surface de chauffe.	Vaporisation.
1. . .	1,95	16,85	2,17	18,84	240	38,8	8,64
2. . .	»	16,71	»	19,21	»	33,8	»
3. . .	1,90	13,13	2,54	16,03	200	22,9	6,61

Le combustible employé était un charbon gras assez médiocre, contenant 52,8 de carbone fixe, 28,4 de matières volatiles et 15,7 p. 100 de cendres, plus 3,1 p. 100 d'humidité. Le pouvoir calorifique de ce charbon est indiqué comme de 6 040 calories.

L'analyse des gaz de la combustion a donné, pour les deux derniers essais, les résultats suivants :

	Essai 2.	Essai 3.
Oxygène.	4,08 p. 100	8,86 p. 100
Oxyde de carbone.	0,36 —	1,12 —
Acide carbonique.	12,68 —	9,68 —
Azote (par différence).	82,67 —	80,34 —

Il existe déjà, en service ou en construction une centaine de ces locomotives aux États-Unis (1) et elles commencent à se répandre en Russie et dans d'autres pays, tels que le Brésil (2) et, comme le montrent les figures 27 à 36, l'Asie Mineure (3).

Cette locomotive de l'Hedjaz (fig. 27 à 36), construite par Henschel pour une voie étroite de 1m,05, peut, avec un empattement total de 8m,55, franchir des courbes de 90 mètres de rayon. Son poids adhérent est de 46 tonnes et son effort de traction de 7100 kilogrammes; elle peut remorquer 1 280 tonnes de

(1) Mellin, « Articulated compound locomotives ». *American Society of mechanical Engineers*, décembre 1908, p. 1685.

(2) *Revue industrielle*, 8 août 1908, p. 313.

(3) *V. Deutscher Ingenieure*, octobre 1908, p. 1631.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

charge brute en palier et à la vitesse de 50 kilomètres, et 118 tonnes à 30 kilomètres en rampe de 3 p. 100.

On remarquera, sur la figure 31, la liaison du châssis d'avant, de basse pression, à celui d'arrière par deux menottes horizontales et le rappel des châssis par deux ressorts horizontaux perpendiculaires aux longerons. Dans la locomotive de l'Erie, ce rappel était (fig. 33) conformément au brevet Mallet de 1899 (1) complété par l'addition de tiges I I, sur ressorts réglables en K, et supportant une partie du poids de la chaudière de manière à soulager d'autant la glissière de rappel B et à en rendre l'action plus rapide.

	Compound Mallet des chemins brésiliens.	Consolidation non compound New-York Central.
Cylindres	445 et 710 × 685	
Diamètre des roues motrices	1m,27	1m,60
Efforts de traction avec une pression de 14 kil. aux chaudières	19 tonnes en compound et 23t,5 en simple.	20t,7
Poids adhérant	94 tonnes.	95 tonnes.
— total	94	105
— par espèces	17 tonnes.	23t,5
Empattement rigide	2m,73	5m,25
Poids d'un piston et de sa tige haute pression	135 kil.	300 kil.
Poids d'un piston et de sa tige basse pression	208.	»

La figure 34 représente une autre disposition de ce rappel adoptée par la maison Baldwin.

La figure 35 donne le mode d'assemblage adopté aux États-Unis pour les rotules des tuyaux (3).

Les avantages de ces types articulés vous sont bien connus : grande puissance de traction avec (fig. 36 et 37) grand empattement total, favorable à la bonne répartition des charges, et empattements rigides réduits de façon à faciliter les passages en courbes inaccessibles aux machines à cinq essieux couplés, dont ce couplage diminue considérablement le rendement organique : augmentation très considérable de la puissance, sans augmentation des charges par essieux, et avec diminution du poids des masses en mouvement, comme le montre le tableau comparatif ci-dessus avec les célèbres types américains Consolidation (4), qu'elles semblent appelées à supplanter aux États-Unis : diminution du patinage par la réaction mutuelle des deux mécanismes indépendants de basse et de haute pression.

(1) N° 289 915, 14 juin 1899.
(2) Mellin..., p. 1680.
(3) Mellin..., p. 1675.
(4) Mellin..., p. 1665.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le succès est donc, il semble, acquis, pour ces locomotives, en ce qui concerne le service des gros trains de marchandises; il n'en est pas encore de même pour les trains de voyageurs, bien que les Américains les essayent en ce moment (1); mais on sait que, pour les grandes vitesses, la multiplicité des roues n'est pas à recommander au delà d'une certaine limite, et que le compoundage n'y est pas aussi avantageux; il semble que le succès des types articulés pour trains de voyageurs aurait plus de chances de se manifester sur des lignes à trains chargés et à moyennes vitesses; c'est ce que l'expérience américaine nous apprendra bientôt.

Les **appareils de levage**, dont j'ai eu souvent l'occasion de vous signaler les progrès (2), continuent à se développer dans toutes les directions: les telphérages et cableways, ou transports par câbles notamment, dont la longueur atteint, comme pour le transporteur aérien de Chilicito-Upulungos, dans l'Argentine, des trentaines de kilomètres (3) en rendant très facilement accessibles des régions auparavant inabordables aux transports industriels; puis les convéyeurs de toute sorte (4), les élévateurs dont celui du port de Rosario, avec sa capacité de 300 000 hectolitres, est actuellement le plus grand et le mieux outillé (5); il y a là tout un monde, une incroyable variété de mécanismes et d'appareils adaptés aux besoins les plus variés, et qui semble encore trop ignoré de bien des ingénieurs (6).

Il en est de même de toute cette petite mécanique si intéressante des *embrayages* (7), des *changements de marche et de vitesse* (8), du *graissage* (9), si variée et si développée dans l'automobilisme notamment, mais que je ne puis que vous signaler en courant, de même que les progrès des études et méthodes d'*essais au choc* (10), à la *dureté* (11), à l'*usure* (12) de nos métaux et matériaux

(1) Mellin..., p. 1682.
(2) *Bulletin* de mars 1908, p. 449.
(3) De 34^{kil},3 en projection horizontale. Passe de l'altitude 1 000 mètres à 4 400. Trafic horaire de 40 tonnes de minerai à la descente et 4 à la montée à la vitesse de 9 kilomètres et au prix de 6 fr. 60 la tonne au lieu de 62 fr. 50 à dos de mulet. *Bulletin de l'Industrie minérale* d'octobre 1908. Construit par Otto Bleichert.
(4) *Revue de mécanique*, janvier et février 1908, p. 28 et 144.
(5) *Ibid.*, octobre, novembre et décembre 1908.
(6) *Ibid.*, janvier, février, mars 1908, p. 193, 305 et 397.
(7) *Ibid.*, décembre 1908.
(8) *Ibid.*, janvier 1908, p. 50.
(9) *Ibid.*, juin 1908, p. 565.
(10) *Ibid.*, février, avril, juin et juillet 1908; *Bulletin* de décembre 1908, p. 1518.
(11) *Bulletin* de mai 1908, p. 882.
(12) *Ibid.* de mai 1908, p. 895.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de construction, toutes choses que je ne puis guère que vous rappeler en me hâtant vers la fin de cette causerie, trop longue déjà, bien que des plus superficielles.

Dans le domaine de la **machine-outil**, rien qui ne vous ait été signalé bien des fois : progrès constant dans la précision, la spécialisation, la puissance, le rendement de ces machines, principalement par l'emploi des outils rapides en acier auto-trempeur (1), de la commande électrique individuelle des machines (2) et d'appareillages ou montages permettant d'exécuter des travaux presque automatiquement sur des machines non spécialisées (3) et, dans cette même voie de l'automaticité, les remarquables perfectionnements des machines à étamper, matricer et découper (4), puis l'emploi de plus en plus général des fours à gaz et à l'électricité pour la trempe des outils et la cémentation des petites pièces (5).

En dehors des turbo-moteurs, dont je viens de vous dire quelques mots, les machines à comprimer l'air et les applications de cet air comprimé se perfectionnent et se développent partout d'une façon des plus remarquables : compresseurs rapides (6), trompes utilisées comme maréomoteurs (7), machines d'extraction de mines à retour d'air (8)..., perforatrices à marteau (9), outils pneumatiques (10).

(1) *Bulletins* de février 1903, décembre 1906 et 1907, p. 493, 1083, 1443. *Revue de mécanique*, juillet, août, septembre 1907.
(2) *Bulletins* de février 1902, p. 297 ; février 1908, p. 319.
(3) *Revue de mécanique*, mars 1903, p. 297 ; octobre, novembre 1908, p. 372 et 475.
(4) *Ibid.*, mai 1908, p. 461.
(5) *Bulletin* de mars 1908, p. 461.
(6) *Ibid.*, de mars 1908, p. 434 ; *Revue de mécanique*, avril 1908, p. 373.
(7) *Revue de mécanique*, avril 1908, p. 392.
(8) *Bulletin* de mars 1908, p. 443.
(9) *Ibid.*, novembre 1908, p. 1409.
(10) *Bulletin* de janvier 1908, p. 12 ; *Revue de mécanique*, septembre 1908, p. 221.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CONFÉRENCES SUR L'AVIATION

par **M. le commandant Renard**

1re Conférence (1). Généralités sur l'aviation. — L'aérodynamique. — Lois fondamentales de la résistance de l'air. — Méthodes d'expérience. — Triple point de vue sous lequel on doit envisager la résistance de l'air en aviation.

Mesdames, Messieurs,

Avant de commencer cette série de conférences, ma première parole doit être pour remercier la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, qui veut bien nous offrir l'hospitalité dans son bel hôtel; et ce n'est pas d'une hospitalité passagère qu'il s'agit puisque vous êtes conviés à venir six fois de suite m'entendre vous entretenir d'aviation.

L'origine de ces conférences vaut peut-être la peine d'être racontée. J'ai l'honneur, depuis plusieurs années, d'appartenir à la Société d'Encouragement, et j'avais l'habitude, à peu près une fois tous les ans, d'entretenir la Société des progrès de la navigation aérienne. Il y a un peu plus d'un an, on m'a demandé de dire quelques mots sur l'aviation, qui était alors, comme vous le savez, un sujet tout à fait nouveau et extrêmement peu connu; et, au lieu d'essayer de donner, dans l'espace restreint d'une heure environ dont je disposais, une idée d'ensemble du sujet, j'ai préféré prendre un point de détail et le traiter aussi complètement que possible. Je disais que ce que je voulais faire n'était pas une conférence sur l'aviation, mais une leçon détachée d'un cours plus complet qui aurait demandé plusieurs séances.

A la fin de la réunion, M. Gruner, comme Président de la Société d'Encouragement, me prit au mot et me dit : Vous avez parlé d'un cours, d'une série de conférences, nous sommes à votre disposition, nous vous offrons l'hospitalité pour les faire. C'est la réalisation de cette promesse qui a lieu aujourd'hui.

Je vous remercie également, Messieurs, d'être venus en aussi grand nombre assister à cette série de conférences; c'est pour moi un encouragement extrêmement précieux que de voir cette salle remplie, et, parmi les auditeurs, je sais

(1) Faite à la Société d'Encouragement le 14 janvier 1909.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'il n'y a pas que de simples amateurs, il en est qui désirent connaître aussi à fond que possible cette nouvelle science, ce nouvel art de l'aviation, et parmi eux, je suis très heureux de saluer les élèves-pilotes de la Ligue nationale aérienne, qui a donné une impulsion si vive aux questions d'aviation, et qui ne se borne pas à encourager, au point de vue théorique, les inventeurs par des prix, mais qui cherche aussi à former le personnel de cette nouvelle marine. A son appel, de nombreux jeunes gens appartenant à nos grandes écoles ont répondu ; ils ont répondu au nombre de plusieurs centaines et ce sont eux qui forment certainement le principal contingent de mon auditoire d'aujourd'hui. Je suis très heureux de leur souhaiter la bienvenue.

Je dois vous prévenir d'avance qu'il ne s'agit pas, dans cette série de conférences, de séances à l'usage des gens du monde, dans lesquelles on laisse de côté les points austères de la science pour ne parler que de ce qui est le plus intéressant, que de ce qui est le plus facile à comprendre, de ce qui paraît avoir le plus d'applications immédiates. Je vous parlerai un peu de tout, du moins de tout ce que je saurai; je n'ai pas la prétention d'être complet, car dans une chose aussi nouvelle que l'aviation on ne peut tout dire ; mais dans le cas même où le temps me le permettrait, je ne pourrais tout dire car il y a bien des choses que j'ignore. Il y aura donc des lacunes, des points incomplets dans le sujet que je traiterai et comme ce sont des conférences, je veux dès maintenant me mettre en communion d'idées avec mon auditoire.

Nous ne pouvons pas évidemment engager de discussions contradictoires, ce qui nous entraînerait beaucoup trop loin ; mais si l'un quelconque d'entre vous, à la suite des conférences qui vont avoir lieu, éprouve le besoin d'avoir des éclaircissements sur un point de détail, de combler une lacune qui se serait produite dans l'exposé qui aura été fait, je suis à la disposition de tous : vous n'aurez qu'à m'écrire, je vous répondrai d'une manière quelconque, soit par lettre, soit par un rendez-vous, soit par quelques explications données à la séance suivante. Pour agir de cette dernière façon il faudra que cela ne soit pas trop long pour ne pas me faire perdre le temps qui doit être réservé à l'exécution du programme ; il faudra aussi que le sujet soit de nature à intéresser tout le monde. Mais, adressez-vous à moi si vous avez des lacunes, je tâcherai de faire de mon mieux pour les combler.

Je dois vous avertir aussi que je n'hésiterai pas, quand le moment en sera venu, à employer quelques formules algébriques; je sais que ce n'est pas toujours très drôle, mais je sais que mon auditoire est capable en grande majorité de les comprendre; quant à ceux qui se sont fourvoyés ici, je regrette les ennuis que je leur causerai. Je considère que le calcul est un instrument indispensable, extrêmement utile, mais que sa place est beaucoup plutôt dans le silence du cabinet que dans une réunion publique. C'est à ceux qui veulent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tirer des formules ce qu'elles peuvent donner à les manœuvrer, à les manier chez eux et à en énoncer les résultats. Je serai cependant obligé, pour donner de la précision aux choses, d'écrire quelques formules, qui seront d'ailleurs la plupart du temps extrêmement simples... et je vous promets de n'en pas abuser.

***

Ces préliminaires posés, nous allons immédiatement entrer dans le vif du sujet et vous parler de l'aviation.

C'est certainement, de tous les problèmes que l'esprit humain a cherché à résoudre, celui qui depuis le plus de temps occupe les hommes. Il y a plusieurs milliers d'années que l'homme a cherché à imiter les oiseaux, et jusqu'à ces derniers temps on avait misérablement échoué.

Cela tient à deux causes : on manquait d'abord de quelque chose de matériel, de la puissance motrice qui est indispensable pour réaliser la sustentation par le procédé dynamique. Mais on manquait aussi de quelque chose de beaucoup plus grave : on n'avait pas la moindre idée de la manière dont il fallait s'y prendre; ceux qui avaient étudié la question étaient pour la plupart des observateurs, des naturalistes qui cherchaient à décrire le vol des oiseaux; cette observation est extrêmement difficile et, n'étant pas guidés par des principes mécaniques, ceux qui s'y livraient n'avaient pas su en tirer les conclusions qu'il fallait. Parmi leurs ouvrages, il y en a qui sont encore excellents, qui fournissent une mine de renseignements extrêmement précieux; mais, à côté d'observations qui témoignent d'une sagacité merveilleuse, on est stupéfait de rencontrer dans ces volumes des choses qui démontrent l'ignorance absolument complète des principes de la mécanique, et ce n'est que le jour où les mécaniciens ont voulu s'en mêler et chercher à surprendre les secrets du vol qu'on a trouvé comment il fallait s'y prendre pour se soutenir par un travail mécanique dans l'atmosphère.

Pour réaliser la navigation aérienne, il faut résoudre deux problèmes, celui de la sustentation et celui de la direction; il faut se soutenir à une hauteur déterminée dans l'atmosphère, il faut d'autre part pouvoir déplacer le navire aérien horizontalement, de manière à l'amener sur la verticale du point du sol que l'on veut atteindre.

Il y a deux manières tout à fait différentes de réaliser le problème de la sustentation : le procédé statique et le procédé dynamique.

La sustentation statique s'obtient par la simple application du principe d'Archimède en vertu duquel un corps peut s'élever s'il est plus léger que le volume d'air qu'il déplace. On construit ainsi ce qu'on appelle des aérostats, ou suivant l'expression usuelle des appareils de navigation aérienne plus légers que l'air, des ballons.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La sustentation dynamique, au contraire, consiste à prétendre maintenir en équilibre dans l'atmosphère un appareil qui est beaucoup plus lourd, un millier de fois plus lourd que le poids de l'air qu'il déplace, et on n'obtient sa sustentation, son équilibre à une hauteur donnée que grâce à un travail mécanique incessant.

S'il y a deux moyens absolument différents de réaliser la sustentation, il n'y en a qu'un seul d'obtenir la direction; qu'il s'agisse du plus lourd que l'air ou du plus léger que l'air, c'est toujours absolument la même chose : il faut arriver à donner au navire aérien une vitesse propre par rapport à l'air ambiant et, pour que ce navire soit dirigeable, non pas par rapport à l'air mais par rapport au sol, il faut que cette vitesse soit supérieure à la vitesse du vent au moment où a lieu l'expérience.

Si vous avez un vent dont la vitesse soit de dix mètres par seconde et un navire aérien dont la vitesse soit de huit mètres, quand vous voudrez aller dans la direction du vent, vous ferez dix-huit mètres, puisque vous pouvez faire tout seul huit mètres avec votre machine et que le vent vous en fait faire dix; mais si vous voulez aller contre le vent, vous ferez bien huit mètres avec votre machine, mais pendant ce temps-là, le vent vous fera faire dix mètres en sens inverse et vous reculerez de deux mètres.

Si, au contraire, vous avez une vitesse supérieure à celle du vent, si, par exemple, le vent possède une vitesse de dix mètres et que votre machine en donne douze, lorsque vous irez dans le sens du vent, vous ferez dix mètres plus 12, soit 22 mètres; et si vous voulez aller contre le vent, vous avancerez à une vitesse de deux mètres puisque le vent, malgré toute sa force, ne vous fera reculer que dix mètres. A ce moment, vous serez maître de votre direction. Il faut que vous arriviez à donner à votre navire aérien, par rapport à l'air, une vitesse supérieure à celle du vent régnant. C'est de cette seule manière qu'on peut avoir la navigation aérienne, la seule digne de ce nom, la navigation dirigeable.

Mais, si le mode de direction est le même, il y a une différence énorme dans la difficulté qu'on éprouve à l'obtenir, suivant qu'on s'adresse aux appareils plus légers que l'air ou aux appareils plus lourds que l'air. La difficulté, au point de vue du travail dynamique, est en effet très différente dans les deux cas.

Dans le premier cas, celui du ballon dirigeable, vous dépensez pour vous soutenir en l'air un travail nul, puisque vous vous maintenez en équilibre par le simple jeu des lois de la pesanteur; pour vous diriger, vous êtes obligés, au contraire, de dépenser un travail considérable.

On démontre que ce travail est proportionnel au cube de la vitesse propre; mais le coefficient par lequel il faut multiplier le cube de cette vitesse propre est très élevé, parce que vous êtes obligés de traîner derrière vous le volume énorme de l'aérostat et de déplacer une quantité d'air considérable; en fait,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour donner une vitesse de quelques mètres par seconde, il faut dépenser un travail moteur important.

Aussi, lorsqu'on a voulu faire de premières tentatives de direction aérienne par les ballons, les résultats n'ont eu aucune valeur pratique parce que, étant donnés les moteurs dont on disposait, on avait des vitesses propres insuffisantes qui étaient en général inférieures à celle du vent.

En perfectionnant les moteurs, et également la manière de les employer, on est arrivé petit à petit à augmenter la vitesse propre ; ce progrès s'est réalisé sous forme d'allégement, de diminution du poids du cheval : on a augmenté la vitesse propre et on est arrivé à avoir aujourd'hui des vitesses de 13, 14, 15 mètres par seconde, ce qui suffit dans la plupart des cas pour obtenir la direction. C'est donc par suite d'améliorations continues que les ballons dirigeables ont gagné des vitesses de plus en plus grandes et qu'ils sont devenus de plus en plus réellement dirigeables ; et, à mesure que les moteurs continueront à se perfectionner, les ballons dirigeables gagneront toujours de la vitesse.

Ils gagneront cependant assez lentement, car le travail moteur croissant comme le cube de la vitesse, si l'on veut doubler celle d'un aérostat dirigeable, ce n'est pas par deux qu'il faut multiplier la puissance du moteur, mais par huit ; et si on veut tripler cette vitesse, ce n'est pas par trois qu'il faut multiplier la puissance, mais par vingt-sept. Vous voyez la progression énorme, effrayante, suivant laquelle il faut accroître la puissance motrice lorsqu'on veut accroître la vitesse.

Quoi qu'il en soit, on doit s'attendre à voir les moteurs se perfectionner, s'alléger de plus en plus, et par conséquent on doit s'attendre, avec ce qu'on sait aujourd'hui, à voir les ballons dirigeables atteindre des vitesses de plus en plus grandes et rendre ainsi de plus en plus de services.

Tout autrement se présente la question lorsqu'il s'agit du plus lourd que l'air. Pour arriver à ce seul résultat de se soutenir, il faut dépenser un travail considérable, et ce travail doit être perdu complètement au point de vue mécanique puisqu'il ne sert qu'au maintien de l'aéroplane en équilibre à une hauteur déterminée.

Rien que pour obtenir ce résultat on est obligé de dépenser un travail plus grand que celui qui est nécessaire pour donner à un ballon dirigeable la vitesse qu'il possède aujourd'hui ; mais il y a la contre-partie : Les appareils d'aviation présentent une section transversale beaucoup plus réduite que les ballons dirigeables ; lorsqu'il s'agit de faire progresser ces appareils minces, grêles, à travers l'atmosphère, on éprouve des résistances qui sont beaucoup moindres ; par conséquent, vous arrivez à leur donner des vitesses bien plus grandes que celles que vous donneriez à un ballon dirigeable en employant la même puissance motrice ; et comme vous êtes obligés, pour vous maintenir en équilibre, de disposer d'une puissance motrice considérable, vous en aurez toujours

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

largement ce qu'il faudra pour vous diriger, pour obtenir une vitesse propre.

Cela est vrai de tous les appareils d'aviation quels qu'ils soient, mais cela est vrai surtout avec ceux qui ont la plus grande vogue, avec le type aéroplane, dont nous parlerons plus spécialement plus tard, car avec ce genre d'appareils, lorsqu'on veut se soutenir, il est indispensable d'aller très vite. Vous ne pouvez donc obtenir la sustentation sans avoir la vitesse même, et par conséquent la direction; tandis qu'avec les dirigeables, quand on a eu la sustentation, on n'avait rien fait pour avoir la direction.

C'est par des progrès successifs en mécanique qu'on est arrivé à résoudre le problème de la navigation aérienne, pour le plus léger que l'air comme pour le plus lourd que l'air. Mais pour ce dernier, quand on a possédé la sustentation, on a en même temps la vitesse et par suite la direction. Il n'y a pas bien longtemps que les aéroplanes peuvent s'élever en l'air et porter des hommes, et dès maintenant ils ont des vitesses très supérieures à celles des ballons dirigeables; on fait du 60 kilomètres à l'heure, tandis qu'avec des dirigeables on est aux environs de 45, et il n'y a pas très longtemps qu'on y est arrivé.

Tant que vous n'aviez pas une puissance suffisante pour vous soutenir, il n'y avait rien de fait du tout en aviation, l'appareil n'avait de corps que dans la conception des aviateurs, il était purement théorique, il se traînait lamentablement par terre; cela n'existait pas. Mais, du jour où les appareils ont pu s'élever, vous avez eu la vitesse, et par conséquent la direction. Il n'y a donc pas eu deux étapes, comme en aérostation; en aviation, on s'est dirigé par le fait qu'on avait la sustentation.

Il importe de bien comprendre cette différence, qui est à l'actif de l'aviation un avantage absolument capital. Songez donc qu'à partir de la découverte des aérostats il a fallu plus de cent ans pour réaliser le problème! La première tentative de direction suivie de quelque succès est celle du ballon *La France*, en 1884; il a fallu plus de cent vingt-cinq ans pour amener les ballons à l'état de dirigeabilité que nous voyons aujourd'hui, tandis qu'à partir du jour où on a réalisé la sustentation d'un aéroplane il a fallu... rien du tout pour arriver à une direction plus parfaite que celle des aérostats.

Ainsi, progrès lents et continus pour la dirigeabilité des ballons; dirigeabilité obtenue immédiatement par le seul fait qu'on avait la sustentation en ce qui concerne le plus lourd que l'air.

Le problème de l'aviation peut donc se réduire au problème de la sustentation; c'est la sustentation qui est le point capital à étudier en aviation, car lorsqu'on a résolu la sustentation, la direction va presque toute seule. Nous parlerons donc plus spécialement aujourd'hui, mais aussi dans les conférences qui vont suivre, de ce qui a trait à la sustentation, la direction ne présentant pas de difficulté sérieuse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

*
* *

Pour se soutenir au moyen d'un travail dynamique, il faut évidemment, en employant une machine à actionner des surfaces convenablement disposées, arriver à créer une force verticale dirigée de bas en haut et cette force doit être égale au poids de l'appareil, pour maintenir celui-ci en équilibre et l'empêcher de tomber. Cette force verticale est empruntée à ce qu'on appelle la résistance de l'air.

Lorsqu'un corps solide est frappé par un courant d'air, il est soumis à un certain effort. Ce fait se produit, que le corps soit immobile et l'air en mouvement, comme lorsqu'on est exposé au vent, ou bien que l'air soit immobile et que le corps soit déplacé. Ce qui compte, c'est uniquement le mouvement relatif du corps par rapport à l'air.

Quand nous voulons agiter un corps, nous éprouvons de la part de l'air une certaine résistance. Eh bien, l'aviation n'est qu'une application de la résistance de l'air, et pour bien comprendre ce qu'on fait en aviation, il est indispensable de connaître les lois générales de la résistance de l'air. C'est l'exposé de ces lois qui va faire l'objet principal de la conférence d'aujourd'hui.

Ces lois sont assez compliquées. Elles ne sont pas absolument connues, mais en sait assez pour en tirer un parti utile. Il y a dans cette question un grand nombre de variables différentes ; les principales sont les suivantes :

Le première est le poids spécifique de l'air; vous savez que ce poids peut varier suivant les conditions de température ou de pression barométrique ; il y a des variations météorologiques qui sont dues simplement aux changements de temps; mais il y a aussi des variations de pression avec l'altitude : au fur et à mesure qu'on s'élève, l'air devient plus léger. Il y a donc lieu de tenir compte du poids spécifique de l'air au point de vue de sa résistance.

La deuxième variable qui nous intéresse, c'est la vitesse relative du corps solide par rapport à l'air ambiant.

Il y a aussi un troisième facteur qui intervient, c'est la forme extérieure du corps.

Et enfin, un quatrième, qui a trait à ses dimensions.

Nous allons voir comment la résistance de l'air varie avec ces différents éléments. Parlons d'abord du poids spécifique de l'air.

Oh! ici, la variation est extrêmement simple, il n'est pas difficile de se la mettre dans la tête. On admet que, toutes choses égales d'ailleurs, la résistance de l'air est proportionnelle au poids spécifique au moment où l'on opère. Si, par conséquent, par suite de variations du baromètre ou du thermomètre, vous constatez une augmentation du poids de l'air, vous augmentez la résistance d'un corps donné; si vous diminuez le poids spécifique, vous diminuez la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

résistance et vous la diminuerez d'une façon proportionnelle. Je ne veux pas vous affirmer qu'il y a eu des expériences méthodiques faites pour démontrer ce résultat, mais on admet d'une façon générale que, lorsque vous déplacez un corps au sein de l'atmosphère, vous éprouvez une certaine résistance et que cette résistance tient à ce que vous déplacez un certain volume d'air, qui ne peut pas se tenir dans la situation qu'il occuperait si le corps ne s'y trouvait pas.

Supposez par exemple que le vent balaie une plaine complètement libre : il n'y aura aucune résistance; mais, placez, sur cette plaine, un mât avec un disque de chemin de fer, un grand cercle qui sera disposé perpendiculairement au vent; il est certain que la présence de ce disque va déranger l'air; les molécules, au lieu d'aller droit, vont se heurter contre le disque, elles seront obligées d'obliquer, les unes à droite, les autres à gauche, d'autres au-dessus, d'autres au-dessous; elles seront gênées par la présence de ce disque de chemin de fer, et elles ne se laisseront pas dévier sans protester, sans exercer une certaine poussée sur ce disque.

On admet qu'avec une vitesse donnée et un corps de forme donnée, un certain volume de l'air se trouve ainsi dérangé. Eh bien, plus l'air sera dense, plus la violence de son déplacement sera puissante et plus l'effet sera considérable. On n'a pas, je le répète, fait d'expériences bien méthodiques pour le démontrer, on l'a admis et on n'a jamais été trompé dans les conséquences qu'on en a tirées.

Si l'air se dilate ou se contracte par des changements de pression et s'il offre une résistance variable, on constate la même chose lorsqu'on opère dans un corps tout à fait différent, comme l'eau. L'air a un poids spécifique huit cents fois moindre que l'eau, et il présente une résistance proportionnellement moindre. Ce n'est pas rigoureusement vrai, mais cela l'est assez pour que, après avoir fait certaines expériences dans l'eau, on ait pu en déduire ce qui arriverait dans l'air et avec une approximation égale à celle des expériences directes qu'on aurait pu faire.

Cette remarque est assez intéressante parce qu'elle permet à elle seule de faire tomber un des préjugés qui ont été peut-être des plus nuisibles à la navigation aérienne. Vous êtes trop jeunes pour avoir entendu cela, mais ceux qui, comme moi, ont assisté à la naissance de cette science ont souvent entendu dire qu'on était fou à lier quand on parlait d'aviation! Il n'y a pas plus de vingt-cinq ou trente ans, on vous disait : Comment voulez-vous essayer de vous déplacer dans l'air : vous n'avez pas de point d'appui!... J'ai entendu cela non pas cent fois, mais mille fois. Et on ajoutait : Quel point d'appui voulez-vous avoir dans quelque chose d'aussi peu dense et d'aussi peu compact que l'air?

La réponse est extrêmement simple : Si j'ai une hélice qui tourne dans l'eau à une certaine vitesse, et si la même hélice tourne dans l'air avec la même vitesse, sa force propulsive sera huit cents fois moindre parce que, dans l'air

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le point d'appui est huit cents fois plus faible que dans l'eau. Mais il y a à cela une compensation : le navire qu'actionnera cette hélice aura une résistance huit cents fois moindre dans l'air que dans l'eau : il n'est donc pas plus difficile de faire progresser dans l'air un corps d'une certaine forme que de le faire progresser dans l'eau. Le point d'appui est moindre, mais suffisant, car la résistance à vaincre est moindre que celle de l'eau et en proportion de la densité de chaque fluide.

Nous admettrons, quoi qu'il en soit, que la résistance est proportionnelle au poids spécifique du fluide ambiant.

Nous arrivons à la question la plus importante de toutes, celle de la variation de la résistance de l'air avec la vitesse.

Considérons un corps quelconque exposé à un courant d'air que je suppose d'un mètre par seconde ; je suppose que la vitesse augmente et devienne de deux mètres ; que va devenir la résistance de l'air dans le deuxième cas par rapport à ce qu'elle était dans le premier ?

Supposons qu'à la vitesse d'un mètre, le corps supportait de l'air une force d'un kilogramme ; si la vitesse devient deux mètres, la résistance ne sera pas double, mais quadruple, elle sera de 4 kilogrammes ; quand la vitesse sera triple, il faudra multiplier par 9 ; en général on dit que la résistance de l'air est proportionnelle au carré de la vitesse et cela est vrai soit que le vent souffle sur un corps immobile, soit que le corps se déplace dans l'air calme ; il n'y a que le déplacement relatif qui augmente la résistance de l'air.

Cette loi est extrêmement simple... elle est trop simple pour être vraie, je me hâte de le dire ; mais il en est de cette loi approximative comme de beaucoup d'autres, ce sont celles-là qui rendent le plus de services en physique. Ainsi, par exemple, on sait, d'après la loi de Mariotte, que les gaz occupent un volume sensiblement proportionnel à la pression à laquelle ils sont soumis, mais on sait que cette loi n'est qu'une approximation ; toutefois, pour les pressions usuelles, cette approximation suffit.

C'est ainsi que si vous me demandez quelle est la forme de cette salle, je vous répondrai qu'elle est rectangulaire ; ce n'est pas vrai puisqu'il y a un hémicycle à une extrémité ; mais pour vous donner une idée de la forme de la salle il est plus facile de dire qu'elle est rectangulaire. Eh bien, en ce qui concerne la résistance de l'air, elle est proportionnelle au carré de la vitesse avec des corrections, et nous allons voir un peu ce que c'est que ces corrections.

Si je désigne par r la résistance de l'air et par v la vitesse, on a, en développant en série la fonction qui relie ces deux quantités, une équation de la formule : $R = a + bv + cv^2 + dv^3 + ev^4$, etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Évidemment, la loi réelle peut se présenter sous cette forme, mais si on examine la valeur de chaque coefficient, voici ce qu'on trouve : D'abord, on peut biffer le premier terme constant, il est nul ; c'est même en quelque sorte la définition d'un fluide : quand il n'y a pas mouvement relatif entre un corps solide et un fluide ambiant, il n'y a aucune espèce de résistance.

Quant au terme b, on a fait des expériences d'où il semble résulter qu'il est assez faible ; je crois même que ce terme est tellement faible qu'on peut le négliger ; il ne pourrait avoir d'influence que pour des vitesses extrêmement réduites, qui ne sont pas intéressantes, des vitesses de fractions de mètre par seconde.

Arrivons au terme en v^2. Celui-là est de beaucoup prépondérant, et c'est de lui qu'il faut tenir particulièrement compte dans la plupart des expériences.

Quant au terme en v^3 son coefficient est très faible, si bien que l'influence de ce terme n'intervient que lorsqu'on arrive à des vitesses considérables. Les termes suivants ont des coefficients plus faibles encore.

Il y a des gens qui sont obligés de tenir compte de cela, ce sont les artilleurs, avec leurs projectiles qui ont des vitesses de plusieurs centaines de mètres ; mais pour les aviateurs, ou pour les ingénieurs qui ont à tenir compte des effets du vent d'une manière générale, ils n'ont pas besoin de s'occuper du terme en v^8 ni *a fortiori* de ceux qui contiennent la vitesse à une puissance supérieure.

On admet maintenant d'une manière presque complète, et il n'y a guère de contestations là-dessus, que tant qu'on est éloigné de la vitesse du son de 250 mètres environ, on peut admettre la loi du carré de la vitesse ; la vitesse du son étant de 340 mètres, si vous en retranchez 250, vous arrivez à 90, nous pouvons donc nous contenter de la loi du carré de la vitesse et négliger le terme de correction, qui ne dépasse peut-être pas un centième de la valeur du terme prépondérant ; or, comme nous ne connaissons pas le coefficient à un centième près, ce n'est pas la peine de nous inquiéter d'un terme de correction qui est inférieur aux erreurs de nos observations.

Je puis vous dire que la loi du carré de la vitesse a été vérifiée jusqu'à des vitesses de 40 à 50 mètres et même davantage, et que non seulement on la trouve toujours applicable, mais qu'elle n'a pas fléchi d'une manière suffisante pour faire voir que la courbe dût changer ; non, elle se maintient d'une manière permanente, et c'est certainement une des choses qu'on connaît le mieux en aéro-dynamique, c'est la *proportionnalité de la résistance de l'air au carré de la vitesse*. Dans toutes les conférences suivantes, nous l'admettrons donc comme un axiome.

Je sais bien que je pourrais avoir quelques contradicteurs parmi les personnes qui s'occupent d'aviation, mais jusqu'à présent je me refuse à admettre leur manière de voir, car on explique tous les phénomènes qui se passent en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aviation, et la sustentation aéroplane, et la dépense de travail nécessaire pour faire progresser un navire aérien, et bien d'autres phénomènes encore; on l'explique très bien par la loi du carré de la vitesse; il n'y a pas besoin de chercher autre chose, et quand même cette loi ne serait pas absolument vraie, nous pouvons l'admettre comme une hypothèse, qui permet de vérifier les faits obscurs et d'en prévoir de nouveaux.

Nous arrivons maintenant au troisième facteur qui peut modifier la résistance de l'air, c'est la *forme du corps*. Oh ! alors ceci est extrêmement compliqué. Il y a des gens qui ont prétendu résoudre ces questions en raisonnant devant un tableau noir ou une feuille de papier, ceux-là ont échoué de la manière la plus misérable qu'on puisse rêver et ils échoueront toujours ainsi.

Il y a des gens qui ont dit, par exemple: Lorsqu'un plan est frappé par un courant d'air oblique d'une vitesse V, je décompose cette vitesse en deux: une vitesse tangentielle, qui n'a aucune espèce d'influence, puis une normale; la résistance sera due uniquement à la vitesse normale, par conséquent je peux calculer la résistance qui correspond, non pas à la vitesse réelle, mais à sa composante normale.

Quand on raisonne comme cela, on trouve des choses absolument fausses, qui sont démenties par l'expérience, on arrive à démontrer qu'on ne pourrait guère faire un appareil volant de quelque manière qu'on s'y prenne; on a prouvé que pour se soutenir une hirondelle dépense un demi-cheval! Eh bien, en supposant que son corps soit une machine et sa substance du combustible, elle consommerait en quelques minutes toute sa substance pour fournir ce demi-cheval; et cependant il y a des hirondelles qui volent toute la journée et qui n'ont pas l'air de maigrir. Quand des raisonnements mathématiques produisent des conséquences semblables, cela prouve qu'on s'est trompé au point de départ.

On est peut-être beaucoup moins mathématique, mais on est beaucoup plus raisonnable, en ce qui concerne la relation de la forme avec la résistance de l'air, quand on recourt à l'expérience sans idée préconçue. On trouve alors simplement, qu'à chaque forme, correspond un certain coefficient de résistance qui dépend de la forme et qui en est une des caractéristiques. On dit que la sphère résistera d'une certaine manière, que le plan de même dimension résistera davantage, que le corps allongé d'un ballon dirigeable résistera moins que la sphère, et on détermine par l'expérience quel est le coefficient qui correspond à une forme déterminée.

Il y a une nature de formes sur laquelle il est indispensable d'attirer l'attention, ce sont celles qui sont symétriques par rapport à un axe parallèle au mouvement relatif, tel par exemple un ballon dirigeable qui s'avance par sa

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pointe, telle une sphère, un angle dièdre qui s'avancera par son arête, son plan bissecteur parallèle au sens du mouvement. Il est évident que, par raison de symétrie, la résistance de l'air, dont nous ignorons en général l'intensité et la direction aura dans ce cas une direction connue : celle du mouvement lui-même, mais en sens inverse du déplacement du corps solide, ou dans le sens du courant d'air, ce qui est la même chose.

Voilà ce que nous pouvons dire aujourd'hui sur les formes ; nous entrerons plus tard dans quelques détails et nous verrons quelles sont les différentes résistances qui correspondent aux formes les plus usuelles.

Nous arrivons enfin au quatrième élément variable, les *dimensions géométriques*.

Comment varie la résistance de l'air quand je lui oppose des corps géométriquement semblables, mais de dimensions différentes? Par exemple, au lieu d'opposer un disque d'un mètre de diamètre, j'oppose à l'air un disque de 2 mètres de diamètre, par conséquent de quatre fois plus de surface. On admet que cette résistance est proportionnelle à la surface mesurée perpendiculairement au courant d'air. On sait que ce n'est pas vrai, mais comme on ne sait pas au juste comment c'est faux, quelle correction il faudrait apporter, on se contente de cette approximation.

Il est certain que si nous prenons par exemple un disque de quelques centimètres de diamètre et si nous mesurons quelle est sa résistance dans un courant d'un mètre par seconde, par exemple, et si nous prenons un grand disque qui aura 10 mètres de diamètre, il serait bien téméraire de prétendre que la résistance de ces disques est rigoureusement proportionnelle à leurs surfaces respectives. Évidemment la proportionnalité n'est pas exacte et cela se comprend assez ; il y a des raisons de sentiment qui en valent d'autres dans ces questions.

Supposons que ce disque soit placé perpendiculairement au courant d'air, les molécules qui arrivent vers le milieu sont obligées de s'arrêter et de chercher un chemin assez compliqué pour s'échapper, mais celles qui arrivent sur le bord peuvent se défiler, permettez-moi l'expression, par la tangente. Or, quand un disque est très petit, les bords occupent une place considérable par rapport à l'ensemble et une grande partie du courant incident arrive à fuir par les bords ; quand vous avez au contraire un très grand disque, le bord joue un rôle relativement beaucoup moins important et il y aura certainement, à proportion, une plus grande masse d'air qui se trouvera emprisonnée et qui agira normalement pour peser sur la surface. Il y a donc tout à fait lieu de croire que la résistance de l'air ne varie pas d'une manière exactement proportionnelle aux surfaces, mais on est si ignorant dans ces choses qu'on ne sait même pas si la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

résistance est plus grande pour les petites surfaces, à proportion, que pour les grandes. Il y a des gens qui prétendent que plus il y a de périmètre en proportion de la surface, plus la résistance est forte, d'autres qui prétendent le contraire ; on peut faire des raisonnements qui appuient l'une et l'autre opinion, mais l'expérience seule pourra faire connaître la vérité, et les expériences jusqu'ici sont contradictoires ; si on arrivait à les faire d'une façon plus précise, plus exacte, on parviendrait certainement à élucider ces questions.

Quoi qu'il en soit, faute de mieux, nous admettrons que la résistance à l'air de corps géométriquement semblables est proportionnelle à leur surface. Nous arriverons donc à ces quatre lois : que la résistance de l'air est proportionnelle au poids spécifique de l'air, elle est proportionnelle au carré de la vitesse relative, elle varie d'une manière quelconque suivant les formes, chacune d'elles étant caractérisée par un certain coefficient de résistance, et enfin, elle varie proportionnellement à la surface transversale.

Ceci peut se représenter par une formule : $R = \varphi SV^2$, dans laquelle R est la résistance exprimée en kilogrammes, φ un coefficient numérique caractéristique de la forme, S la surface de la maîtresse section transversale exprimée en mètres carrés, et V la vitesse relative exprimée en mètres par seconde.

Que représente ce coefficient φ ? Supposons que la section soit égale à un mètre carré et que le corps soit frappé, par un courant d'un mètre par seconde ; la résistance sera alors numériquement égale à ce coefficient qui est une caractéristique de la forme de la surface. Pour un plan normal à la direction du vent, ce coefficient est d'environ 0,075 ; cela veut dire que, lorsqu'un plan d'un mètre carré est frappé par un courant d'air perpendiculaire d'un mètre par seconde, il offre une résistance de 0,075 et, comme nous avons pris le kilogramme pour unité, cette résistance est de 75 grammes. Si la vitesse double, nous serons obligés de multiplier par le carré de 2, c'est-à-dire par 4 ; si elle est triple, nous multiplierons par 9, et ainsi de suite.

Il est toujours facile, lorsqu'on connaît le coefficient relatif à une surface déterminée de savoir quelle est la résistance de cette surface.

Dans notre formule, le coefficient contient en lui-même le poids spécifique de l'air, c'est-à-dire qu'il est calculé pour des conditions normales de température et de pression 0° et 760mm. Lorsque ces conditions changent, il faut augmenter ou diminuer le coefficient, de manière à tenir compte de la variation du poids de l'air.

En passant, je vous dirai que les variations météorologiques de pression ne sont pas négligeables, elles peuvent faire varier le poids de l'air d'environ un tiers de sa valeur ; ce n'est pas rien ; c'est-à-dire qu'entre une très forte pression par un grand froid d'hiver, et une très faible pression par une grande chaleur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'été, vous pouvez avoir une diminution dans le rapport de 4 à 3 pour la valeur du poids de l'air; il est plus lourd en hiver et plus léger en été.

*
* *

Je vous ai parlé des lois de la résistance de l'air dont je vous ai énoncé les principes généraux : vous serez peut-être curieux de savoir de quelle manière on a pu les découvrir. Il y a un certain nombre de méthodes d'expérience ; je vais vous énumérer les principales en vous indiquant les avantages et les inconvénients que peut présenter chacune d'elles.

La plus simple de toutes, c'est la méthode de la chute libre uniforme. Que faut-il entendre par là? Lorsqu'un corps pesant est abandonné à lui-même dans le vide, vous savez qu'il se dirige vers le bas, dans la verticale, d'un mouvement uniformément accéléré. Mais si, au lieu de tomber dans le vide, il tombe dans un fluide résistant comme l'air, qu'arrive-t-il? C'est qu'aussitôt qu'il se met en marche, il éprouve de la part de l'air une résistance de bas en haut qui est par conséquent en sens inverse de la pesanteur. Cette résistance a pour effet de diminuer l'accélération ; le corps descend d'un mouvement accéléré mais moins accéléré que s'il n'y avait pas d'air. Au fur et à mesure qu'il accélère sa vitesse, la résistance augmente, augmente très rapidement, et il arrive un moment où elle devient telle que la résistance que lui oppose l'air est égale au poids du corps. A partir de ce moment, la pesanteur se trouve équilibrée par la résistance de l'air : la pesanteur tend à faire tomber le corps vers le bas, la résistance s'y oppose ; le poids se trouve donc entre deux forces qui se font équilibre, il est comme un corps qui n'est soumis à aucune force et il marche d'un mouvement uniforme. Si vous disposez d'une hauteur assez grande, vous pouvez faire tomber un corps dans l'air ; à un moment donné, la vitesse, après avoir décru, se fixe à une valeur uniforme. Quand vous avez atteint ce mouvement uniforme, vous pouvez être sûr que la résistance de l'air fait équilibre au poids du corps. Comme il est facile d'avoir S et le poids du corps, égal alors à R, il suffit de mesurer la vitesse pour n'avoir plus d'autre inconnue que φ.

Voilà la méthode qui a été employée avec succès par différents expérimentateurs, notamment par M. l'abbé Le Dantec dont un mémoire a été couronné il y a quelques années par la Société d'Encouragement. Mais cette méthode a un inconvénient c'est que, à moins de disposer de très grandes surfaces, il faut un temps considérable pour que la vitesse devienne uniforme, pour que la résistance de l'air devienne égale au poids de l'appareil ; il faut aussi de la hauteur pour employer ce temps-là à tomber ; si on ne dispose pas d'une hauteur considérable, on ne peut employer cette méthode qu'à la condition d'avoir des surfaces très développées et modérément chargées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Avec ce procédé, on ne peut donc opérer qu'avec des vitesses très faibles, d'un mètre, 2 mètres, 2m, 50 par seconde, pas davantage. On ne vérifie donc la loi que dans les vitesses qui sont inférieures à celles dont on a généralement besoin en aéronautique et qui, par conséquent, ne nous intéressent pas d'une manière pratique. Cette méthode ne permet pas de répondre aux objections de ceux qui, par exemple, ne veulent pas croire à la loi du carré de la vitesse.

M. Eiffel, dans des expériences récentes, a profité de ce qu'il avait à sa disposition un moyen de faire tomber les corps d'une très grande hauteur; il les faisait simplement tomber de la deuxième plate-forme de sa tour; cela lui a permis d'avoir des vitesses très considérables, mais, malgré tout, il n'aurait pas pu arriver à des vitesses suffisantes s'il avait voulu s'astreindre à observer la vitesse uniforme; il n'a pas voulu aller jusque-là. Il a constitué son appareil en le munissant d'un instrument enregistreur qui permettait de se rendre compte de la courbe de l'espace parcouru par rapport au temps employé à le parcourir. Le corps n'arrivait pas à une vitesse uniforme quand il était au bas de la tour, mais il avait des vitesses qui, quoique croissantes, s'accroissaient moins vite que s'il n'y avait pas eu la résistance de l'air. On connaissait la surface, on connaissait la vitesse du corps, on connaissait son accélération et la tension d'un ressort agissant sur la surface expérimentée. Si l'on considère le corps en mouvement, il y avait équilibre entre quatre forces toutes verticales, le poids le poussant vers la terre, la résistance de l'air agissant en sens inverse, la force d'inertie du corps agissant également de bas en haut et enfin la tension d'un ressort qui équilibrait le tout.

Connaissant ces quatre forces, on pouvait savoir à chaque instant qu'elle était la force de résistance de l'air et la vitesse correspondante.

M. Eiffel a publié ces résultats dans un très beau volume relatant des expériences très nombreuses; il est arrivé jusqu'à des vitesses de 40 mètres, ce qui est extrêmement intéressant. Eh bien, dans ces expériences, il n'a pas constaté le moindre fléchissement dans la loi du carré de la vitesse. On ne peut donc dire qu'elle n'a été vérifiée que jusqu'à 2 mètres et pas plus loin : elle a été vérifiée jusqu'à 40 mètres en ligne droite; ce sont des vitesses aéronautiques, ce sont des vitesses qui nous intéressent. Et comme la loi n'a pas fléchi jusque-là, nous avons tout espoir qu'elle pourra être appliquée plus loin; il sera d'ailleurs très facile, en profitant du laboratoire merveilleux qu'est la Tour Eiffel, de recommencer des expériences du même genre.

Il y a encore une autre manière d'étudier la résistance de l'air en ligne droite; cette manière n'était pas très pratique autrefois, elle l'est davantage aujourd'hui : c'est d'attacher le corps à un chemin de fer, à une automobile, à un canot à pétrole et d'installer sur le véhicule un laboratoire. Seulement, il y a aussi des difficultés et je m'aperçois que j'ai oublié de vous les signaler

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour la méthode Eiffel. La méthode Eiffel a l'inconvénient de toutes les expériences faites en plein air, c'est que le vent, qui peut être horizontal, mais qui peut être aussi ascendant ou descendant, vient fausser ses mesures; ce qu'on doit mesurer, c'est la vitesse relative, or, ce que mesure M. Eiffel, c'est à vrai dire la vitesse réelle et cette vitesse n'est égale à la vitesse relative que s'il n'y a pas de vent. Aussi M. Eiffel s'est-il astreint à rejeter toutes les expériences exécutées par le moindre vent, ce qui fait qu'il a mis presque une année entière à faire ces expériences, mais elles ont cet avantage qu'elles sont inattaquables; tandis que s'il avait voulu faire ses expériences par tous les jours que Dieu fasse, cela n'aurait pas eu de valeur; il a donc bien fait de se borner à un petit nombre d'expériences.

Par la méthode du véhicule, on a aussi l'inconvénient des expériences en plein air, qui peuvent par conséquent se trouver faussées par la présence du vent; on a de plus cet inconvénient qu'il est extrêmement difficile d'installer un laboratoire convenable sur un véhicule, à cause des trépidations de toutes sortes qui font que les instruments enregistreurs ne marchent pas, que les ressorts se mettent à trembloter, et toute espèce de choses qui rendent la mesure difficile. Bien que plusieurs personnes l'aient préconisé, et avec un certain succès, ce mode opératoire présente des difficultés tout à fait spéciales. Aussi un certain nombre de bons esprits ont-ils voulu faire autre chose.

Ils ne font pas traîner le corps dans un air calme, ils créent un courant d'air autour d'un corps immobile et, pour créer ce courant d'air, on n'a rien trouvé de mieux que d'emprisonner cet air dans un long cylindre, c'est ce qu'on appelle la méthode du tunnel.

Le colonel Renard a appliqué en petit cette méthode à Chalais et en a obtenu d'excellents résultats. Elle est préconisée aujourd'hui par un des ingénieurs qui ont le plus fait pour les progrès de l'aviation, et que je suis heureux de voir parmi nos auditeurs, M. Orzciwiecki. Cet éminent ingénieur voudrait aujourd'hui reprendre en grand cette méthode du tunnel. Elle est extrêmement simple à appliquer; elle consiste à exposer le corps à un courant d'air dont la vitesse est déterminée, à mesurer tranquillement, étant à poste fixe, les effets de cette résistance au moyen de dynamomètres convenablement disposés.

Cette méthode a évidemment un inconvénient, c'est que la vitesse peut ne pas être la même dans toutes les régions du tunnel, il y a des parties où la vitesse sera plus forte, alors qu'elle sera moins forte dans d'autres ; il est évident que, sur les parois, le courant d'air sera un peu ralenti. Mais lorsqu'on descend aux détails et qu'on explore au moyen d'un anémomètre ce qui se passe dans un cylindre parcouru par un courant d'air rapide, on voit que la vitesse est sensiblement la même partout à partir d'une certaine distance des parois.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il y a une autre objection qui est peut-être un peu plus grave, c'est que des installations de ce genre coûtent fort cher; mais je crois qu'à l'heure actuelle on est assez tourné vers l'aviation, et qu'on doit penser que nous sommes assez riches en France pour pouvoir nous payer des laboratoires; ceux-ci permettront d'élucider un certain nombre de questions et d'épargner aux aviateurs de l'avenir bien des tâtonnements et peut-être des années d'écoles. On peut, avec quelques expériences poursuivies pendant quelques semaines ou quelques mois, élucider des points qui sont encore obscurs. Si vous sortiez tous d'ici convaincus de l'utilité, de la nécesssité d'un bon laboratoire aérodynamique, je crois que je n'aurais pas perdu mon temps et cela seul constituerait la récompense de tous les efforts que j'aurais pu faire. (*Applaudissements.*)

Il y a encore d'autres méthodes. Jusqu'à présent, nous n'avons vu que des procédés qui consistent à observer ce qui se passe dans le mouvement rectiligne, mais l'observation est si difficile à réaliser à de grandes vitesses que l'on a souvent remplacé le mouvement rectiligne par le mouvement circulaire : On a dans ce but installé des manèges, et au bout des bras de ces manèges, on plaçait les corps à expérimenter. On mettait alors le manège en mouvement, et, avec des instruments dynamométriques quelconques, on mesurait la résistance de l'air. On pouvait d'autre part avoir facilement la vitesse parce qu'on connaissait le nombre de tours et le diamètre de l'appareil.

A cela, il y a une grande objection, c'est qu'on n'avait pas des mouvements rectilignes, mais des mouvements circulaires, et que dans la giration la force centrifuge intervient et change les conditions du problème. Aussi ceux qui emploient les manèges ne les considèrent-ils en général que comme un procédé de comparaison.

On peut par exemple essayer successivement un disque plat d'un mètre de diamètre, puis une sphère de même diamètre et dire : la sphère résiste tant de de fois moins que le disque. On peut ensuite essayer un corps allongé, comme un ballon dirigeable et dire : il résiste tant de fois moins que le disque ou tant de fois moins que la sphère... Mais il est certain qu'on ne peut pas, par une expérience en mouvement circulaire, déduire avec précision le mouvement rectiligne ; on peut seulement considérer le manège comme un moyen d'obtenir des renseignements comparatifs, mais quant à obtenir des chiffres absolus, il ne faut pas les demander aux méthodes de rotation, il faut les demander au mouvement rectiligne. Ces deux méthodes peuvent se compléter l'une l'autre ; on peut, grâce aux méthodes de mouvement rectiligne, obtenir les chiffres fondamentaux en ce qui concerne les plans frappés perpendiculairement par l'air, et, grâce aux méthodes fondées sur le mouvement circulaire obtenir des résultats comparatifs.

C'est un peu ce genre de méthode que le colonel Renard a employée, avec

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sa balance dynamométrique; cet appareil est un manège à axe horizontal, muni par conséquent de bras verticaux au bout desquels on mettait les corps dont on voulait observer la résistance. Cette sorte de moulinet était actionnée par une dynamo. Tout tournait ensemble; le corps à essayer, la dynamo, et tout cela était porté sur le fléau d'une balance. Quand l'appareil était au repos, on équilibrait complètement la balance de manière à amener son aiguille à zéro. Quand l'appareil se mettait à tourner, par suite de la réaction égale à l'action, la dynamo, le plateau sur lequel elle reposait tendait à pencher en sens inverse. Alors au moyen de poids on arrivait à ramener l'appareil en équilibre jusqu'à ce que son aiguille marque zéro, comme avant le mouvement. Il avait fallu pour cela ajouter un certain nombre de poids suspendus à l'extrémité d'un fléau d'un bras de levier déterminé. Le produit de ce poids par le bras de levier était un moment égal à celui qui était nécessaire pour faire mouvoir le corps dont on mesurait ainsi la réaction. Un calcul très simple permettait donc de calculer la résistance opposée par l'air au mouvement du corps. C'est de cette manière qu'on a pu très facilement étudier la résistance comparative de corps de formes différentes.

Mais, je le répète, nous ne devons considérer ce procédé que comme des moyens de comparaison; on estime que c'est aux mouvements rectilignes qu'il faut demander des chiffres absolus.

Il y a encore un autre moyen d'expérimentation, c'est d'expérimenter dans l'eau et de compter sur l'analogie des lois de la résistance des deux fluides. Il est certain, par exemple, que si on se borne à vouloir comparer la résistance d'une sphère à celle d'un plan, et si dans ce but on traîne successivement dans l'eau une planche et ensuite une boule, on obtient le même rapport de résistance que dans l'air. C'est encore une méthode comparative, mais, malgré toute la confiance qu'on peut avoir dans la proportionnalité de la résistance à la densité d'un fluide, il vaut mieux ne pas faire de l'hydrodynamique et expérimenter dans l'air, dans le véritable élément où l'on veut finalement opérer.

Telles sont les principales méthodes qui ont permis de découvrir les lois fondamentales de la résistance de l'air :

La méthode de la chute libre à vitesse uniforme.

La chute libre avec vitesse variée, adoptée par M. Eiffel.

La méthode de l'entraînement à la suite d'un véhicule se mouvant en ligne droite.

La méthode du tunnel.

La méthode du mouvement circulaire au moyen du manège ou de la balance dynamométrique.

Enfin la méthode des expériences dans l'eau.

Les expériences de cette nature ont été assez peu nombreuses pour laisser

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la théorie dans un vague qui est encore extrêmement regrettable et j'insiste encore sur ce point qu'on rendrait un service considérable à l'aviation si on arrivait à élucider tous les problèmes de détail. Il ne s'agirait pas de dépenses énormes et ce serait de l'argent bien employé : nous ne manquons pas, à l'heure actuelle, d'ingénieurs qui sont au courant de la question et on pourrait mettre entre leurs mains un bon outillage avec la certitude qu'ils en tireraient un excellent parti.

*
* *

La résistance de l'air est donc ce qu'on doit surtout considérer en aviation ; mais il y a différents points de vue sous lesquels on doit l'envisager. L'air, en effet, peut jouer un rôle triple : en premier lieu, et c'est à cela qu'on pense le plus souvent ; on le considère comme un ennemi, comme un obstacle à vaincre.

Évidemment, pour s'avancer à travers l'air, il faut développer une force, une puissance qu'il est nécessaire de déployer pour vaincre la résistance. Nous considérerons donc l'air comme un obstacle.

En second lieu, on peut le considérer comme un point d'appui pour le propulseur grâce auquel on essaie de lui donner une vitesse propre. Si en effet l'air s'oppose à l'avancement du navire aérien, c'est grâce à l'appui que prend l'hélice sur l'air qu'on peut obtenir une certaine vitesse.

Donc l'air, considéré comme un ennemi, n'est pas rien que cela, c'est encore un auxiliaire précieux, c'est le second point de vue sous lequel on peut le considérer ; ces deux points de vue ont leur raison d'être, qu'il s'agisse d'aérostation ou d'aviation.

Avec les ballons dirigeables, il faut donc voir dans l'air l'obstacle à l'avancement et aussi le point d'appui de l'hélice qui le fait progresser. Il en est de même en aviation. Mais il y a un troisième point de vue tout spécial à celle-ci et dont il n'y a pas lieu de tenir compte en aérostation, c'est que l'air doit être considéré comme un support.

Cette classification sera la division naturelle des conférences qui vont suivre. Dans la prochaine, nous examinerons le premier point de vue, l'air considéré comme un obstacle à l'avancement, et nous verrons quels sont les moyens qu'on doit et qu'on peut employer pour diminuer l'importance de cet obstacle, et par conséquent pour obtenir le but final : une vitesse propre horizontale avec la moindre résistance dynamique possible.

Dans la conférence suivante, nous ne passerons pas au point d'appui, mais immédiatement au troisième mode d'envisager la résistance de l'air ; nous le considérerons comme un support, un support qui nous empêche de tomber, et grâce auquel nous réalisons la sustentation dynamique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cet ordre s'impose parce que l'étude du support est en réalité plus facile que celle du point d'appui ; il est plus facile de se rendre compte de la manière dont on est porté que de la manière dont on avance, vous le verrez vous-mêmes quand nous en serons là. Mais comme cette étude est le point capital en aviation, nous y consacrerons deux conférences successives, pendant lesquelles nous étudierons la *sustentation aéro-dynamique*.

Nous examinerons ensuite l'air sous son autre aspect, l'air considéré comme point d'appui, et nous verrons comment on peut constituer un propulseur pour donner à un véhicule aérien la plus grande vitesse possible.

Quand nous aurons étudié ces points de détails, il nous restera, dans la sixième conférence, à voir comment on peut appliquer ces principes à la constitution de navires aériens, en particulier d'aéroplanes tels que ceux que nous voyons aujourd'hui. (*Applaudissements.*)

(*A suivre.*)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

HYGIÈNE

ANALYSES ET EXPÉRIENCES SUR LES BOUES DE COLOMBES ET REMARQUES SUR LEUR UTILISATION, par **M. E. Damour.**

Introduction. — Les essais de laboratoire et industriels que j'ai poursuivis sur les boues extraites des bassins de Colombes ont été commencés par moi, à la suite des expériences, effectuées par le Service des eaux et assainissement de la Ville de Paris, de combustion de ces boues dans les fours de la Société des engrais complets, auxquelles j'avais été convié.

L'examen de la matière envoyée à l'usine de Saint-Ouen, de son homogénéité assez grande, de son degré de finesse, m'avait conduit à penser que les boues d'égouts feraient un combustible pour gazogènes et qu'il pouvait y avoir, dans cette voie, une solution plus avantageuse que l'incinération.

La possibilité de sécher les boues à peu de frais, et les propositions faites dans ce sens à la Ville par un industriel de Suresnes, donnaient à cette solution nouvelle une chance de succès de plus, le combustible sec étant mieux adapté à la marche d'un gazogène.

Enfin, la teneur en azote suffisamment élevée de certains échantillons désignaient ces boues comme le combustible tout indiqué pour les expériences, que la Société d'Encouragement à l'Industrie Nationale m'avait confiées, sur la récupération de l'azote dans les déchets des grandes villes.

J'ai donc poursuivi un double but en étudiant les boues de Colombes : 1° utilisation de ces boues à la production de force motrice et étude de son pouvoir calorifique ; 2° perspective d'arriver à une récupération de l'azote dans une matière actuellement inutilisée par la culture, et dosages de cet azote.

Ces deux objectifs se complétaient l'un l'autre, car le problème de récupération de l'azote serait d'autant plus facile à résoudre que les gazogènes brûlant les matières azotées seraient plus usités et rémunérateurs par la force motrice même ; d'ailleurs, dans tout problème concernant les déjections des grandes villes, les deux éléments utilisables, azote et carbone, pouvoir fertilisant et pouvoir calorifique, doivent toujours être examinés si l'on veut arriver à la solution la plus parfaite, de même que les deux points de vue agronomie et assainissement doivent être envisagés.

La suite de mes expériences m'a montré que les boues d'égout sont trop variables et parfois trop peu azotées pour être le combustible réellement appro-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

prié à mes expériences : j'éprouvais aussi de grandes difficultés pour le séchage de cette matière qu'il fallait conduire de Colombes à Suresnes et de Suresnes à Clichy. J'ai donc renoncé à me servir des dites boues pour mes expériences de gazogène à récupération d'azote.

Mais l'étude d'ensemble que j'ai faite m'a paru présenter en soi quelque intérêt. J'ai réussi de façon satisfaisante et selon moi concluante le problème de la destruction des boues desséchées, en gazogène, avec production de force motrice ; j'ai d'autre part étudié ces matières résiduaires au double point de vue calorifique et fertilisant. Sans prétendre donner une solution indiscutable ni même un avis très catégorique sur la question, j'ai réuni quelques chiffres et documents permettant de la discuter.

Ce sont ces résultats que je présente ici dans l'ordre suivant :

1° Essais chimiques des boues de Colombes.

2° Essais industriels de combustion.

3° Discussion des résultats et conclusions.

§ I. — ESSAIS CHIMIQUES DES BOUES DE COLOMBES

Les analyses et essais ont porté sur huit échantillons prélevés de dix en dix jours par le service des Eaux et Assainissement (1).

Le premier échantillon était du *fumier* de Colombes, c'est-à-dire de la boue égouttée par un séjour d'un mois à l'air en tas.

Le deuxième échantillon était de la boue envoyée dans une boîte en fer-blanc, pour éviter toute déperdition d'eau pendant le transport.

Les échantillons 3 à 8 furent envoyés dans des caisses en bois, d'où légère insuffisance des dosages d'eau.

Les résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous :

Numéros d'ordre.	Date de la prise d'essai.	Dosage de l'eau.	Dosage sur la boue sèche déshydratée à l'étuve à 100°.				Dosages rapportés à la matière humide.		
			Cendres.	Combustible.	P. calorifique.	Az p. 1000	Matières org.	Cendres.	Az p. 1000.
1	2 Juill.	16,00	49,90	54,1	1,811	11	23,13	23,87	5,72
2	12 —	74,04	47,36	52,64	2,460	10,4	13,66	12,30	2,69
3	25 —	54,20	61,60	38,4	1,477	6,0	17,59	28,21	2,75
4	5 Août.	71,70	20,84	79,16	3,196	8,3	22,40	5,90	2,35
5	15 —	75,00	13,90	56,10	2,916	9,8	14,02	10,98	2,45
6	25 —	74,30	49,90	50,10	2.969	7,3	12,68	12,62	1,68
7	5 Sept.	74,40	48,60	51,40	2,503	9,4	13,16	12,44	2;61
8	15 —	64,30	72,10	27,90	985	4,6	9,96	15,74	1,64
Moyenne. . .		74,45	47,13	52,87	2,532	9,58	13,51	12,04	2.45

(1) J'exprime ici mes remerciements à MM. les Ingénieurs du Service des eaux et assainissement pour les facilités d'accès dans les usines et du prélèvement des échantillons qu'ils m'ont accordées

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

N.-B. — La moyenne a été faite en éliminant les prises d'essais anormales, aussi bien celles où la teneur en cendre était excessive telles que 3 et 8, que celle du 5 août dont le pouvoir calorifique est très élevé et la teneur en cendres très faible, et je n'ai pris que les cinq analyses les plus concordantes correspondant aux prises d'essai effectuées sur le bassin principal, tandis que les prises 3, 4 et 8 constituent des anomalies à exclure d'une moyenne.

Le caractère le plus frappant du tableau d'analyses ci-contre est la grande variabilité des dosages: c'est ainsi que la teneur en cendres peut passer de 20 p. 100 dans un échantillon exceptionnel à 72 p. 100 dans un autre échantillon également anormal, tandis que la teneur en azote varie de 11 p. 1 000 à 4 p. 1 000 et le pouvoir calorifique de 3 200 à 900 calories : la teneur en eau est également variable ; mais il n'y a pas lieu d'y attacher grande importance puisqu'elle change avec le degré d'égouttage de la matière: beaucoup moindre dans le fumier ayant séjourné un mois à l'air, elle est à peu près constante et égale à 75 p. 100 dans la boue sortant du bassin, lorsque celle-ci n'est pas trop sableuse (moyenne des échantillons 2, 5, 6, 7).

L'explication de ces variations m'a été donnée par les ingénieurs de l'usine et résulte de la variation des points de puisement des boues dans les bassins. Par suite de la forme de ces bassins, la vitesse du courant n'est par la même en tous les points, à l'entrée du bassin central et dans les bassins latéraux : d'où une préparation mécanique de la matière amenant plus de sable en certains points, plus de matière organique ou fumier en d'autres.

Mais la majorité du dépôt se fait sur le trajet principal du courant allant du collecteur aux déversoirs et sur ce trajet la composition reste assez constante ainsi qu'il résulte des cinq essais 1, 2, 5, 6, 8. C'est ce qui m'a autorisé, comme étant plus conforme à la vérité à faire la moyenne sur ces cinq échantillons seuls (1).

On peut donc admettre que la composition des boues est la suivante :

Eau		74,45 p. 100
Après dessication.	Cendres	47,13
	Matière organique	52,87
	Pouvoir calorifique	2 532 calories.
	Azote p. 1000	9,58 p. 1000
Avant dessication.	Eau	74,45
	Matière organique	13,51
	Cendres	12,04
		100,00
	Pouvoir calorifique (sur sec.)	637 calories.
	Azote	2,45 p. 1000

(1) On remarquera que dans cette moyenne j'ai maintenu le chiffre (1811 c.) du pouvoir calorifique de l'échantillon 1, bien qu'anormal et probablement au-dessous de la vérité. Il

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Discussions et conséquences. — Dans cette analyse on peut voir tout d'abord que la boue de Colombes est au point de vue agricole une substance très pauvre : $2^{kg},45$ d'azote à la tonne en sortant des bassins, 5 à 6 kilogrammes au plus après un mois de séjour en tas : 13,5 de matière organique dans la boue sortant des bassins, 28 p. 100 au maximum dans le fumier ; et pour compléter, des cendres beaucoup plus riches en silice qu'en principes assimilables ; il n'y a pas là de quoi tenter les agriculteurs, auprès de qui les boues sont difficiles à écouler.

On pourrait, il est vrai, enrichir les boues par séchage et les ramener à une teneur de 9 kilogrammes d'azote à la tonne, qui deviendrait intéressante, supérieure même à la richesse moyenne des gadoues ; mais un séchage complet, assez parfait pour empêcher la moisissure des boues, serait difficile, coûteux, sans amener probablement les agriculteurs à prendre tout l'engrais ainsi préparé.

Le pouvoir calorifique moyen 2 530, probablement un peu faible ainsi qu'il a été observé ci-dessus, est cependant normal en ce sens que, rapporté à la matière organique seule il donne comme pouvoir calorifique, abstraction faite des cendres et de l'eau, le chiffre 4,795 intermédiaire entre la cellulose et le bois de sapin (4,200 et 4,800 d'après Mahler) ce qui indiquerait la présence de carbures et produits hydrogénés dans la matière organique des boues, en petite quantité. Remarquons tout de suite que le pouvoir calorifique n'a d'intérêt que si on le rapproche de la quantité d'eau contenue qui vient en déduction par sa chaleur latente de vaporisation de l'énergie calorifique disponible ; il y a donc lieu de faire un calcul pour interpréter le résultat brut d'analyse et de poser le problème suivant :

La boue de Colombes est-elle combustible ?

Pour répondre à cette question essentielle, il faut établir si dans la boue sortant du bassin avec 74,5 p. 100 d'eau, la chaleur latente (pouvoir calorifique) est supérieure ou inférieure à la chaleur sensible qu'il est nécessaire de produire et qui sera emportée par la vapeur d'eau et les fumées s'échappant à une température d'environ 200° à la cheminée ainsi que par le mâchefer.

Rapportons nos chiffres moyens à l'unité de boue humide. 100 de boue à 74,5 p. 100 d'eau contiennent 25,5 p. 100 de matière sèche à 2 532 calories, soit *637* calories.

Pour brûler il faut d'abord vaporiser l'eau, soit pour cette vaporisation : $606,5 \times 74,5 = 452$ calories.

importait en effet, dans une étude d'utilisation discutable d'une richesse calorifique, de rester plutôt au-dessous de la réalité qu'au-dessus, pour éviter l'écueil de conclusions trop optimistes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il faut ensuite porter cette vapeur à 200° ce qui, d'après les chiffres de Mallard et Le Chatelier, exige : $\frac{754}{18} \times 1.73 = 72$ calories.

Il faut encore porter à 200° les produits de combustion, ce que donne la formule : $4 \times 0.255 \times 7{,}41 = 75$ calories (1).

Enfin, si l'on suppose que le décrassage enlève du foyer des cendres et du mâchefer à 1 000°, et que l'on admette la chaleur spécifique moyenne de 0,20 pour ces matières incombustibles, on devra encore compter une perte de $0{,}20 \times 120 = 24$ calories.

La chaleur sensible dont la production est nécessaire à la combustion est donc de $452 + 72 + 75 + 24 = 623$ calories, chiffre inférieur de 24 calories au calorifique latent 647.

Ce qui prouve que la boue est théoriquement combustible et qu'après sa combustion totale on pourra disposer d'un excédent de 24 calories soit environ le 40e du pouvoir calorifique de la houille.

Ce chiffre serait en réalité bien faible pour qu'il soit permis d'affirmer que les boues sont combustibles, dans un destructeur où les causes de refroidissement et pertes de chaleur sont considérables. Mais j'ai fait observer que le pouvoir calorifique moyen 2 530 est un chiffre faible et que plusieurs essais ont donné 2 800 et jusqu'à 3 000 calories, avec les mêmes teneurs en cendre et eau, ce qui revient à dire que le calcul de la combustibilité a été en tous points très sévère.

Je crois donc pouvoir affirmer que les boues sont faiblement combustibles, sans addition de gadoues ni d'aucun combustible auxiliaire, mais évidemment sous condition d'opérer dans un four perfectionné, ne gaspillant ou laissant perdre aucune calorie.

En faisant le même calcul sur les boues égouttées en tas à l'air c'est-à-dire ramenées à 46 p. 100 d'eau, on trouverait les résultats suivants :

Le fumier à 46 p. 100 d'eau contient 54 p. 100 de combustible à 2 532 calories, soit 1 013 calories ; $606{,}5 \times 46 = 277$ calories.

(1) Il résulte d'un dosage de carbone que j'ai effectué dans une boue, confirmé d'ailleurs par le pouvoir calorifique moyen, que la teneur maxima en carbone est de 30 à 35 p. 100 de la matière sèche, — admettons 36 p. 100 soit trois molécules de carbone. Comme la boue ne contient que 25,5 p. 100 de matière sèche, la masse de fumée sera celle qui correspond à $(3 \times 0{,}255)$ molécule de carbone ; mais comme la combustion dans les meilleurs fours d'incinération exige un excès d'air, il convient de majorer ce chiffre d'environ 1/3 ou de le multiplier par 4/3, ce qui correspond à une masse de produits de combustion ayant une chaleur d'échauffement représentée par

$$\underbrace{4/3\ (3 \times 0{,}255)}_{\text{Masse des fumées.}} \times \underbrace{7,\ 41}_{\substack{\text{Chaleur d'échauffement} \\ \text{de 0 à 200 des fumées.}}} = 75 \text{ calories}$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour porter à 200° cette vapeur, il faut : $\frac{46}{18} \times 1{,}73 = 44$ calories.

Pour échauffer à 200° les fumées avec excès d'air prévu il faut :

$$4 \times 0{,}54 \times 7{,}41 = 160 \text{ calories.}$$

Pour porter à 1000° le mâchefer et les cendres, il faut :

$$0{,}20 + 240 = 48 \text{ calories.}$$

Le total des chaleurs sensibles à produire : $279 + 44 + 160 + 48 = 532$ est inférieur de $1013 \times 532 = 481$ c. à la chaleur disponible.

Et l'on obtient ainsi un chiffre très encourageant d'où l'on peut déduire que le fumier égoutté ou encore les boues expurgées de leur eau par une presse peuvent, non seulement brûler, mais même fournir une quantité appréciable de calories.

Tels sont les résultats et conclusions résultant de l'étude des boues, au laboratoire.

§ II. — EXPÉRIENCES INDUSTRIELLES SUR LES BOUES DE COLOMBES

1° *Essais de combustion.* — Je ne parlerai ici que pour mémoire des essais de combustion au four Meldrum auxquels je n'ai assisté qu'en simple spectateur, si ce n'est pour affirmer de nouveau, comme je l'ai fait au moment des essais et comme le prouve la discussion précédente, qu'il ne faut pas conclure des essais de Saint-Ouen à l'impossibilité de brûler les boues. Les fours Meldrum ont bien des imperfections, des défauts fondamentaux, même, communs à la plupart des fours d'incinération et que j'ai déjà signalés ; mais cette question ne devant être traitée que par voie de concours, j'en ferai une note spéciale qui sera présentée en son heure, ainsi que j'y ai été invité.

Tout ce qu'il suffira de dire ici, c'est que les fours Meldrum sont hors d'état de brûler les boues, mais qu'il est possible de réaliser un four atteignant ce but puisque la boue est combustible. Et surtout, si l'on ajoute à la boue une certaine proportion de gadoue plus sèche, on arrivera toujours à résoudre le problème, pourvu que le four soit bien adapté aux conditions particulièrement difficiles de cette combustion.

2° *Gazéification après séchage.* — La question de la gazéification des boues et de l'emploi de ces boues, après dessiccation, à la production de force motrice a été de ma part l'objet d'une étude beaucoup plus approfondie, et mes conclusions seront plus précises. J'ai fait avec les boues, dans des gazogènes industriels actionnant des moteurs commandant des ateliers, quatre expériences dont les résultats ont été satisfaisants et concluants.

La première expérience faite à Clichy (ateliers de la Compagnie du gaz

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

H. Riché) a porté sur le fumier de Colombes contenant 46 p. 100 d'eau, préalablement mélangé d'une certaine proportion de combustible sec (1/3 poussier de coke). Le gaz produit était pauvre 850 centimètres cubes, et le moteur tournait péniblement avec quelques arrêts. Mais le résultat n'était pas moins encourageant, la gazéification de combustibles très mouillés étant toujours difficile.

La seconde expérience fut effectuée dans la même usine, avec le même moteur de 8 chevaux, mais j'avais préalablement desséché la boue dans le laboratoire de l'École des Mines. La marche du gazogène et du moteur fut tout à fait satisfaisante sans arrêt pendant toute la durée de l'essai, plus facile même qu'avec les gadoues desséchées qui avaient été essayées le même jour. C'est au cours de cette expérience que j'ai pour la première fois recueilli l'eau du gaz, et condensé une proportion très sensible de l'azote (10 à 15 p. 100) contenu dans le combustible.

Les troisième et quatrième expériences, provoquées par le succès même de la précédente et accomplies avec le concours du service des Eaux qui me fournit deux tonnes de boues desséchées dans le Séchoir Huillard à Suresnes, ont été non moins satisfaisantes.

Ces essais étaient d'autant plus intéressantes que la matière n'était pas complètement deshydratée, mais ramenée seulement à une teneur de 15 p. 100 d'eau, que la force motrice était forte (environ 100 chevaux) et que le gazogène où j'opérais — celui de MM. Descroix et Cie, industriels à Pantin — était à marche un peu forcée dépassant la production normale de l'appareil; ajoutons que l'usine de Pantin utilise le gaz à la fois pour force motrice et pour chauffage, de sorte que nous avions pour juger le gaz le double contrôle de l'arrêt du moteur et de l'extinction des becs, ce dernier beaucoup plus sensible.

Les essais ont duré quatre heures, et le second a eu lieu en présence de M. le Conducteur de la Ville de Paris, de l'ingénieur de la Compagnie du Gaz, H. Riché, d'un ingénieur anglais attaché à la maison Heenan et Fronde. Ils ont prouvé que les boues donnent sans peine un gaz d'aussi bonne qualité que les copeaux et sciures de bois. Ils ont été jugés concluants par les ingénieurs présents.

Discussion et conséquences. — Peut-on de ces expériences déduire quelques indications sur l'utilisation possible des boues et le bénéfice à en retirer? Nous n'avons, pour ce faire, aucune indication précise sur le coût de la dessiccation qui est nécessaire à la solution par gazogène. Mais si l'on admet comme vraies les promesses du Séchoir Huillard qui prétend dessécher toutes les boues de Colombes *avec les chaleurs perdues des chaudières actuellement en feu*, ce qui n'est pas impossible, le calcul devient simple.

Et, comme nous avons ici opéré industriellement, le mieux est de baser notre appréciation non sur des calculs de calories théoriques, comme nous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avons dû le faire pour les fours, mais sur les résultats expérimentaux fournis par les gazogènes employant la sciure de bois à laquelle la boue desséchée peut être assimilée.

Il résulte d'une longue pratique de la Compagnie du Gaz H. Riché, que la consommation en copeaux ou sciure d'un gazogène actionnant directement un moteur à gaz est de $1^k,700$ à $1^k,800$ par cheval-heure. La sciure de bois ayant un pouvoir calorifique maximum de 3800 calories si on lui substitue la boue desséchée dont le pouvoir calorifique n'est que 2550 calories il faudra $\frac{1750 \times 3800}{2550} = 2628$ grammes de boue desséchée, ou, à la teneur de 74,5 p. 100 d'eau $\frac{2628}{25,5} = 10^{kg},3$ de boue sortant des bassins, soit par jour; $10,5 \times 24 = 247$ kilogrammes.

On peut en conclure que chaque tonne puisée dans les bassins peut fournir 4 chevaux-vingt-quatre heures, que 100 tonnes pourraient actionner un moteur de 400 chevaux et que si la production quotidienne des égouts est de 250 tonnes, on pourrait en tirer une force permanente de mille chevaux.

L'économie pouvant en résulter dépend du prix de revient du cheval-an à Colombes et du coût d'établissement et d'entretien de l'installation nouvelle; mais il est aisé de voir qu'elle se chiffrerait par une somme importante (1).

Conclusions. — Peut-on de ces expériences tirer quelques conclusions pratiques? Tel n'a pas été mon but en les effectuant et mon programme de recherches a été inspiré uniquement à l'origine par la préoccupation du problème de récupération de l'azote et plus tard par une étude critique des fours d'incinération sur lesquels j'avais été consulté.

Mais l'importance des résultats mis en lumière, soit par les travaux précis de laboratoire, soit par les expériences pratiques m'autorisent à donner une opinion.

Deux solutions sont en présence:

1° La combustion dans les fours avec production éventuelle de chaleur s'il y a excès de calories; 2° La combustion en gazogène, après dessiccation préalable, et produisant la force motrice dans des moteurs à explosion.

Les deux solutions sont possibles: je l'ai démontré pour la première au

(1) Il importe ici, en présence d'un calcul aussi rigoureux que possible, mais subordonné à une hypothèse peut-être chimérique — le séchage gratuit de la boue — de mettre bien en garde contre le mirage des chiffres si trompeur dans les questions d'assainissement, où les multiplicateurs, c'est-à-dire les quantités à traiter, sont énormes.

Si le séchage absorbe beaucoup de calories, la force motrice se trouvera réduite d'autant.

Le chiffre de mille chevaux est un maximum, sans doute; mais il était intéressant de le chiffrer avec précision. Il paraît assez élevé pour prouver que la destruction des boues est praticable, et devrait être peu onéreuse sinon rémunératrice.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moyen des analyses des boues et j'ai établi qu'on pourrait l'améliorer sensiblement par une dessiccation partielle par laminage, compression, ou mise en tas. Je l'ai démontré plus parfaitement encore pour la seconde au point qu'il ne soit pas douteux que des moteurs à gaz de plusieurs centaines de chevaux puissent être actionnés par la boue d'égout de Paris.

Il est d'ailleurs certain que des considérations autres que le rendement et l'économie peuvent entrer en ligne de compte, et qu'en particulier la solution du gazogène avec moteur a le gros inconvénient, à Colombes, d'introduire dans une usine très homogène un moteur à gaz actuellement encore moins sûr que le moteur à vapeur.

Aussi, me suis-je demandé si la meilleure solution ne pourrait pas être une solution mixte réunissant les avantages du séchage économique et même gratuit, du gazogène qui a fait ses preuves et de la machine à vapeur : *Production de gaz qui servirait à chauffer quelques-unes des chaudières actuellement existantes.*

Cette solution serait certainement moins économique au point de vue du rendement en chevaux, car l'utilisation de l'énergie est meilleure dans les moteurs à gaz. mais par contre, les frais de premier établissement seraient beaucoup moindres, la construction d'un ou plusieurs gazogènes et d'un séchoir étant certainement moins onéreuse que celle d'un four avec chaudière.

Une telle solution n'exposerait à aucun mécompte ; elle assurerait la destruction des boues; elle donnerait même au besoin satisfaction à l'agriculture ; elle serait en effet un acheminement vers la solution complète utilisant le carbone et l'azote, vers le problème de la récupération des matières ammoniacales et azotées que le système du tout à l'égout rend plus difficile, et plus intéressant.

Cette étude et ses conclusions ne s'appliquent pas à la ville de Paris seulement, mais à toutes les villes ayant à détruire des boues et disposant d'ailleurs de quelques chaleurs perdues (telles que les fumées des fours destructeurs) pour le séchage.

Elle pourrait même s'étendre aux boues des fosses septiques qui doivent être moins cendreuses que les boues des bassins de décantation, et dont l'étude au point de vue de l'azote et du pouvoir calorifique présenterait un non moindre intérêt.

Bien que beaucoup moins encombrantes que les gadoues, les boues d'égout et les boues de fosses septiques sont, pour beaucoup de villes, un embarras croissant.

Je serais heureux que mon travail pût aider à trouver dans chaque cas la meilleure solution.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMMERCE

L'IMPÉRIALISME ÉCONOMIQUE EN GRANDE-BRETAGNE, par **M. Maurice Alfassa** (1).

LES COLONIES AUTONOMES

IMPORTATIONS DES COLONIES AUTONOMES

Colonie.	Importations totales. Liv. st.	Importations de pays étrangers. Liv. st.	Estimation très large des articles de provenance étrangère qu'il serait possible à la Grande-Bretagne de fournir. Liv. st.
Australie	41 502 000	12 436 000	9 000 000
Nouvelle-Zélande . . .	11 353 000	2 018 000	1 500 000
Natal	9 556 000	1 534 000	750 000
Cap.	21 416 000	4 367 000	2 000 000
Canada	38 314 000	28 821 000	10 000 100
Terre-Neuve.	1 513 000	473 000	200 000
	123 754 000	49 669 000	23 450 000

On voit immédiatement que le maximum de débouchés nouveaux sur les marchés coloniaux dont la Préférence pourrait faire profiter à l'heure actuelle la Grande-Bretagne atteint à peine 23 1/2 millions de £. Et encore pour être exact faudrait-il en déduire les 10 millions relatifs au Canada où la Préférence a été accordée et mise en vigueur depuis 1897. Par conséquent le gain maximum possible serait seulement de de 13 1/2 millions sterling. Est-ce véritablement la peine de bouleverser le système économique d'un pays grâce auquel il n'a cessé de prospérer pendant plus d'un demi-siècle dans le but d'avantager ses « meilleurs clients » alors qu'il est avéré que le maximum de commerce nouveau qu'il peut attendre de leur gratitude ou tout simplement qu'il doit en attendre dans les conditions les plus favorables ne s'élèvera qu'à 13 millions de £ ? En échange de cet avantage problématique il y a des risques considérables à courir qui sur un seul chapitre, celui des transports maritimes, pourraient facilement dépasser cette somme qui est, nous le répétons, un maximum. Et en effet, il ne faut pas perdre de vue deux faits extrêmement importants.

D'abord étant donné la situation industrielle de la Grande-Bretagne telle que nous l'avons déjà montrée, elle ne peut envoyer dans ses Colonies que des produits manu-

(1) Voir les *Bulletins* d'avril, mai, juin, juillet, octobre, novembre et décembre 1908.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

facturés et même que des produits à un degré d'élaboration assez avancé dans le cycle général de la fabrication. Et il est très vraisemblable, pour ne pas dire certain, que, au fur et à mesure que les années se succéderont, les richesses minérales métallifères de la Métropole s'épuisant de plus en plus, elle ne pourra plus exporter à un prix rémunérateur que des articles se rapprochant toujours davantage des articles finis.

Et même, dans cet ordre d'idées, ces débouchés ne sauraient croître indéfiniment et s'ils n'ont pas encore à l'heure actuelle atteint leur maximum, ils en sont bien près et la période de diminution, très lente d'abord, ne saurait beaucoup tarder à venir, car il est une chose que les Protectionnistes laissent volontiers dans l'ombre précisément parce qu'elle assombrit le riant tableau de prospérité qu'ils nous montrent de loin : l'industrialisation croissante des Colonies. Hier encore le Canada était à l'état pastoral : aujourd'hui des hauts fourneaux et des aciéries, des scieries mécaniques, des tissages débitent leurs produits en compétition avec ceux que pouvait lui fournir la mère patrie. Chaque jour presque voit se fonder de nouvelles Sociétés pour l'exploitation et la mise en valeur des richesses canadiennes, des usines nouvelles se montrent, outillées de la machinerie la plus perfectionnée, faisant appel à toutes les ressources de l'électricité et à l'économie qu'elle permet de réaliser dans la fabrication lorsque l'on dispose de sources d'énergie aussi merveilleuses que les chutes du Niagara, pour ne citer que la plus connue, grâce auxquelles le bon marché de l'énergie est tel qu'il est possible de la transporter à des distances considérables, sans que, malgré les pertes, le prix auquel elle est livrée à l'usine se trouve sensiblement élevé.

Si actuellement le Canada s'est limité uniquement aux industries primaires et principalement à la grosse métallurgie dont les produits lui sont nécessaires pour ses constructions de voies ferrées, de ponts, etc., ne doit-on pas prévoir la période économique toute prochaine où les industries secondaires s'y créeront, rivalisant avec celles de la Grande-Bretagne et leur fermant peu à peu les débouchés de l'heure présente, ou dans la meilleure hypothèse, les concurrençant sur le marché canadien. Ne peut-on prévoir, dans un avenir plus éloigné il est vrai, qu'un pays comme la Dominion arrive à se suffire à lui-même et qu'il n'ait plus recours, malgré que la prospérité et la population croissantes aient étendu les débouchés et les couches des acheteurs, à la Grande-Bretagne que pour les produits de luxe, c'est-à-dire pour une infime portion de la consommation (1).

En tous cas, il est visible que les marchés coloniaux ne sauraient s'étendre indéfiniment au profit de l'Angleterre et que, même en admettant les rivaux étrangers exclus au bénéfice de la Métropole, celle-ci ne pourra éviter la concurrence grandissante des manufacturiers indigènes et leur mainmise croissante sur leur propre marché.

Et ce n'est pas une situation particulière au Canada. Toutes ou presque, les Colonies sont engagées dans la même voie d'industrialisation et entendent y persévérer même au prix de sacrifices considérables de l'heure présente. C'est leur avenir qui se joue sur cette question, et aux promesses les plus tentantes, aux assurances les plus formelles de l'apôtre de l'Impérialisme elles préfèrent les réalités tangibles que l'avenir ne peut qu'accroître.

Cette question peut d'ailleurs se résumer assez nettement en peu de mots. Aujourd'hui les Colonies sont dans leur enfance ou dans leur adolescence, suivant un mot de M. Chamberlain : par conséquent, c'est aux nations plus avancées, mère patrie ou

(1) Ces produits ne représentent pour l'Angleterre que 5,44 p. 100 des importations.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

étrangères, qu'il leur faut s'adresser pour les produits qui leur font défaut. Or, dans cette situation exceptionnellement favorable pour elles et pour la Métropole en particulier, celle-ci est obligée de reconnaître qu'elle ne saurait pas même prétendre à la moitié du commerce étranger de ses Colonies parce que n'en étant pas elle-même assez riche pour son propre usage, elle ne pourrait en aucun état de cause leur fournir les matières premières et produits tropicaux, dont le besoin déjà si grand (plus de 26 millions sterling sur 123) ne peut que croître avec leur prospérité.

D'autres considérations militent fortement en faveur de la thèse que nous soutenons ici, mais outre qu'elles nous entraîneraient en ce point à des développements assez longs qui risqueraient de faire perdre de vue les points que nous étudions, elles seront mieux à leur place lorsque nous examinerons dans son ensemble la question de la Préférence.

Comme nous l'avons vu, les *Tariff-Reformers*, outre leur affirmation que dès à présent les marchés coloniaux sont les plus précieux des marchés étrangers du Royaume-Uni, déclarent que du jour où une préférence lui serait accordée dans l'une quelconque de ses Colonies, il y aurait un essor nouveau et d'une importance considérable de son commerce avec elle.

N'est-ce point un argument de sentiment, en faveur de la grande cause impérialiste, destiné à entraîner les masses vers un idéal en leur faisant croire qu'en cherchant à y atteindre, elles serviront en même temps leur propre intérêt? En un mot, ce second argument a-t-il plus de valeur que le premier?

Il nous semble que non. Nous savons à quels mécomptes on s'expose en voulant tirer des conclusions d'ordre général d'un ou de quelques faits particuliers. Nous avons eu déjà plus d'une occasion d'indiquer les erreurs auxquelles M. Chamberlain avait été amené par cette méthode. Aussi ne voulons-nous, en montrant ce que la Grande-Bretagne a obtenu de la Préférence Canadienne, que rechercher une indication, qui se trouvera cependant être d'ordre général, parce que la situation de fait qui a motivé les résultats que nous verrons, n'est pas particulière à cette Colonie et qu'elle se retrouve soit au même degré, soit à un degré moindre, dans toutes les autres parties de l'Empire.

LA PRÉFÉRENCE CANADIENNE

On sait que, en 1897, la Dominion, pour provoquer un développement de son commerce avec la Grande-Bretagne, commerce dont le déclin était incontestable, décida d'accorder aux produits de la Métropole, soit pour resserrer les liens qui les unissaient, soit en reconnaissance des avantages qu'elle trouvait sur le marché libre britannique, une Préférence douanière en échange de laquelle elle ne demandait aucune réciprocité.

Ce traitement de faveur du Canada fut une réduction des droits de douane d'abord de 12 1/2 p. 100 *ad valorem*, portée l'année suivante (1898) à 25 p. 100, puis en 1900 à 33 1/2 p. 100.

Si la théorie des protectionnistes est fondée, cette Préférence aurait dû avoir pour conséquence une augmentation considérable des échanges entre cette Colonie et la mère patrie.

Et en fait, quand on regarde le tableau des importations britanniques dans la Dominion on constate que de 1897 à 1902 elles se sont accrues de 16 millions de dollars, passant de 33 à 49 millions. C'est une augmentation de 32,65 p. 100. Aussi les Tariff-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Reformers triomphent-ils bruyamment de ce fait : Non seulement, disent-ils, ce traitement de faveur a enrayé la baisse des exportations qui se manifestait depuis 1887, mais il a eu pour résultat d'en ramener le total au maximum atteint en 1883 et 1887.

C'est là, de la part de M. Chamberlain, une manière fort habile de présenter des faits exacts, de manière à en tirer des conclusions qui ne le sont guère. Ces déductions seraient frappantes si l'on pouvait montrer que, tandis que les exportations d'origine britannique s'étaient accrues dans la proportion que l'on sait, depuis le régime préférentiel, les exportations étrangères avaient décru ou tout au moins étaient demeurées stationnaires ou encore avaient crû, mais dans des proportions négligeables vis-à-vis tant de leur accroissement antérieur que de celui des exportations britanniques.

Or, en réalité, aucune de ces trois hypothèses ne s'est réalisée, et les partisans de la modification du système fiscal du Royaume-Uni, ont systématiquement omis de parler du commerce extérieur du Canada avec les pays étrangers. Le tableau suivant en donne le motif d'une façon lumineuse.

VALEURS DES IMPORTATIONS AU CANADA ENTRE 1896 ET 1902

Dates.	Pays d'origine. Royaume-Uni. Dollars.	France. Dollars.	Allemagne. Dollars.	États-Unis. Dollars.
1896	33 001 997	2 782 693	6 454 705	59 290 166
1897	29 328 376 (1)	2 507 128	5 785 546	66 140 617
1898	32 408 551 (2)	4 090 506	5 763 784	83 020 035
1899	36 816 665	3 879 872	7381 149	97 102 957
1900	44 962 547 (3)	4 464 682	8 706 641	109 208 353
1901	42 966 128	5 503 577	6 677 959	115 971 092
1902	49 244 352	6 915 335	10 919 994	123 731 793
Augmentations de 1896 à 1902.	**32,65** %	**59,4** %	**44** %	**52,03** %

Le diagramme II montre encore plus nettement peut-être que la période 1896-1902 a été une période de développement considérable, tant par son étendue que par sa rapidité, du Canada, et que toutes les nations dont il importe les produits ont vu leurs débouchés s'élargir d'une manière inhabituelle, mais tandis que l'accroissement des exportations britanniques atteignait 32,65 p. 100, loin d'être le plus important, il était de beaucoup le plus faible, puisque, en dépit de la Préférence accordée par le Canada à la Métropole, les exportations de l'Allemagne s'élevaient de 44 p. 100, celles de la France de 59,4 p. 100, et enfin celles des États-Unis de 52,03 p. 100, atteignant le total énorme de 123 731 793 *dollars*.

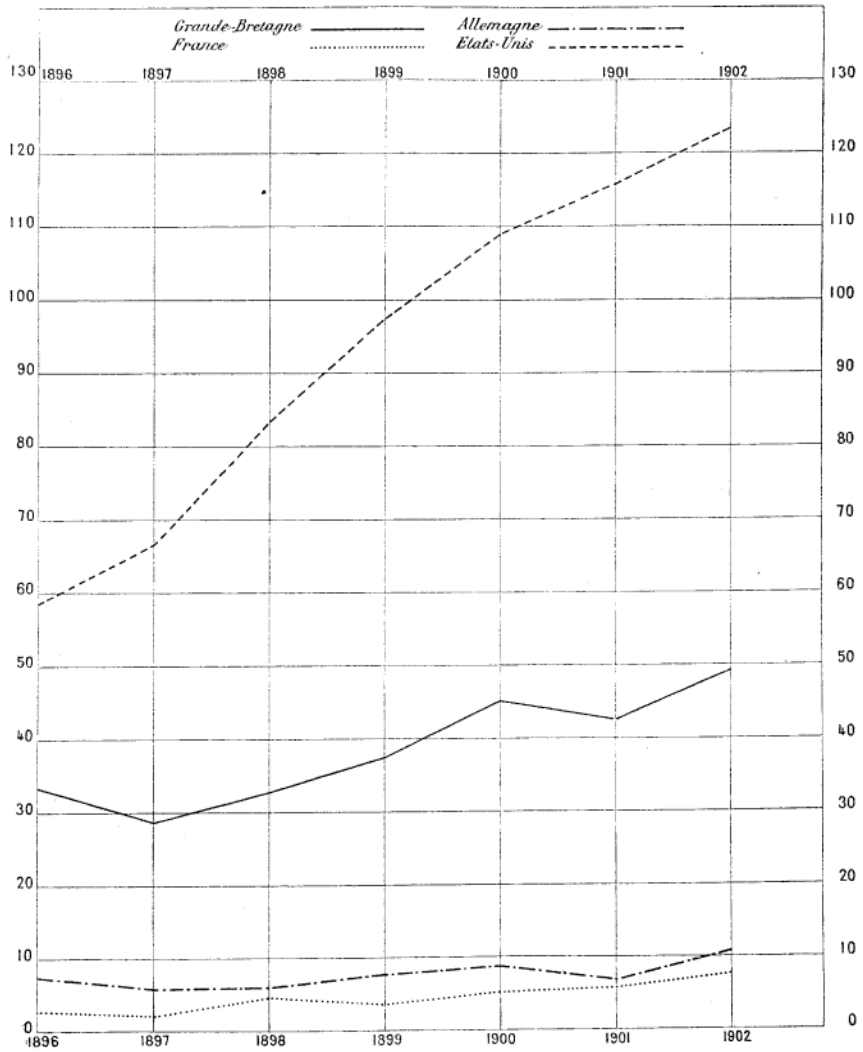
Par conséquent, et ceci détruit les conclusions auxquelles les protectionnistes anglais arrivaient, « la Préférence canadienne a eu pour l'Angleterre des résultats désappointants », suivant les propres paroles de M. Joe Chamberlain à la Conférence internationale de Londres en 1902, puisque le pays concurrent le plus redoutable pour l'Angleterre, c'est-à-dire les États-Unis, est parvenu, en dépit des avantages dont bénéficiait la Métropole, à augmenter ses débouchés beaucoup plus vite et beaucoup plus en valeur absolue qu'elle ne l'a pu faire.

Il y a là une indication de la plus haute importance et d'une portée très générale,

(1) Préférence de 12 1/2 p. 100.
(2) Préférence de 25 p. 100.
(3) Préférence de 33 1/3 p. 100.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au point de vue de la valeur réelle de la Préférence que les Colonies donneraient à la mère patrie. Elle est d'autant plus à retenir qu'elle résulte des conditions les plus favorables, c'est-à-dire d'une Préférence positive consistant en une réduction des droits de douane déjà imposés et non d'une Préférence négative, comme en Australasie, par



l'augmentation les droits sur les produits étrangers, tout en maintenant les droits actuels pour la Grande-Bretagne.

Il ne faut pas croire que les résultats ci-dessus exposés soient la conséquence d'un état de fait particulier au Canada ou transitoire. Ils sont permanents et ont des raisons profondes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les Colonies sont disposées à avantager la Métropole, mais à la condition de ne pas nuire à leurs propres intérêts et à ne pas mettre leur développement en péril : c'est-à-dire que le système auquel elles se rallient peut se résumer en un mot qui lui sert d'ailleurs de nom : Préférence, accordée aux produits britanniques sur les produits similaires d'origine étrangère.

Mais il n'est pas question, et il ne saurait être question pour elles de mettre les produits de la Métropole en compétition inéquitable (*unfair*) avec les leurs propres. Aussi leurs tarifs ont-ils été établis dans un double but : alimenter le Trésor, tout en ayant le minimum d'impôts et en même temps accorder une protection aux industries existantes ou prévues.

Par conséquent, les importations sont classées en deux catégories : celles, portées sur la *free list*, admises en franchise de douane et comprenant les articles, matières premières, etc., que le pays ne produit pas ou dont il n'a pas des quantités suffisantes et celles soumises aux droits de douane fort élevés, puisque ces colonies sont entrées dans la voie du protectionnisme extrême.

Par conséquent, les pays qui sont en rapports commerciaux avec les Colonies, peuvent se grouper également en deux classes, suivant que les produits qu'ils ont à exporter font partie de l'une ou de l'autre des catégories que nous venons de rappeler et la véritable préférence accordée par les Colonies, préférence de faite et non nominale, l'est aux pays dont les importations sont surtout constituées par des produits de la première catégorie.

D'après ce criterium fort logique, il est facile de voir que le Royaume-Uni se trouve dans les conditions les plus défavorables à l'endroit de ses colonies, puisque, le charbon excepté, il ne peut leur expédier que des produits manufacturés déjà très élaborés. Et si maintenant l'on tient compte de leur décision bien arrêtée, de ne pas sacrifier leurs propres industries pour favoriser la Grande-Bretagne — et cela en dépit du loyalisme dont elles n'ont cessé de lui prodiguer les preuves (1) — il est évident que la Préférence, quel que soit d'ailleurs le désir de la donner aussi grande que possible, ne saurait avoir pour la Métropole les avantages si considérables que l'on veut bien énoncer, car elle ne peut s'exercer réellement que sur les produits manufacturés à la fabrication desquels les Colonies ont définitivement renoncé.

Pour les autres — qui constituent la grosse majorité pour ne pas dire la totalité — la question se pose de la manière suivante : ne pas porter préjudice aux industries existantes ou à créer tout en donnant satisfaction au principe. La solution est fort simple. Le tarif général adopté est ultra-prohibitif, de telle sorte que même réduit de 33 1/2 p. 100, il l'est encore en pratique (2).

C'est ce qui s'est passé au Canada où, malgré la politique actuelle, les droits moyens acquittés par les produits britanniques sont supérieurs de plus de 20 p. 100 à ceux dont sont frappés les produits américains.

Les amis de M. Chamberlain, M. Vince notamment, croient triompher de leurs adversaires, en leur faisant remarquer que cette anomalie n'est qu'apparente et qu'elle est due à ce que les importations des États-Unis sont principalement formées de denrées alimentaires et de matières premières.

(1) Les deux questions d'ailleurs sont loin d'être connexes et l'on ne comprend pas que l'on cherche à mêler les affaires et le sentiment.

(2) C'est un avantage bien platonique que de se voir fermer un marché par un tarif prohibitif et de se dire que ce tarif est moins prohibitif que celui excluant les produits d'un concurrent.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce serait une justification éclatante pour le Canada, si on l'accusait de mauvaise foi, et d'avoir voulu leurrer la Grande-Bretagne, d'avoir cherché à l'amener à lui accorder des compensations en échange de ces prétendus avantages. Mais la question ne se pose pas en ces termes. Personne n'accuse le Canada ou telle autre Colonie de vouloir duper la Métropole. Et la constatation de cette différence dans le traitement, prouve que la Métropole ferait un marché désavantageux en faisant des sacrifices commerciaux en vue de cette Préférence, car elle ne pourrait réellement y trouver un intérêt que par des exportations analogues à celles des États-Unis, ce qui lui est et lui sera toujours impossible.

Il faut encore envisager la situation à un autre point de vue.

On ne doit pas considérer la situation faite, à la Métropole sur les marchés coloniaux, comme définitive, elle ne peut que se réduire. Lorsque les Colonies entreprendront certaines industries pour lesquelles elles pourraient actuellement donner un avantage utile à la Métropole, tout en maintenant la Préférence, elles procéderont à une élévation générale des tarifs, comme l'a fait le Canada en 1898 et en 1900. On ne saurait, en vérité, leur demander de s'engager pour une période indéfinie, d'autant plus qu'il s'agit en somme de traités de commerce conclus entre puissances, agissant d'égales à égales, ayant leurs parlements, leurs opinions publiques, etc., dont il faut tenir compte et qui peuvent se trouver dans la nécessité de dénoncer un contrat par trop désavantageux : c'est une hypothèse plausible en somme, car l'expérience manque pour se prononcer sur la valeur du système.

Si l'Angleterre n'a pas grand profit à attendre, comme nous venons de le voir, du système de Préférence des Colonies, on se rend aisément compte que la réciproque n'est pas vraie, et que si la Métropole consentait à devenir protectionniste pour resserrer les liens impériaux par des concessions commerciales, diverses parties de l'Empire, le Canada, l'Australie, par exemple, en tireraient de grands avantages pour leurs produits agricoles, leur bétail et leurs manufactures. La concurrence étrangère leur serait moins redoutable.

La partie ne serait pas égale ; aussi M. Chamberlain, au début de sa campagne fiscale, alors qu'il ne s'était pas encore engagé à fond et qu'il comptait rallier l'opinion publique à ses idées, demandait qu'en échange des sacrifices que la mère patrie ferait en vue d'assurer une union plus étroite avec les Colonies, celles-ci en fissent également.

« Nous leur dirons, disait-il à Glasgow, le 6 octobre 1903 : Après tout, il est bien des choses que vous ne manufacturez pas, bien des choses pour la production desquelles nous avons une grande capacité. *Laissez-les-nous comme vous l'avez fait jusqu'ici ;* n'élevez pas vos tarifs contre nous, abaissez-les, supprimez-les là où ils ne sont pas nécessaires au succès de la politique que vous avez adoptée. Échangeons avec vous, donnez-nous à produire pour vous dans ces innombrables industries que vous n'avez pas encore entreprises. Faites-le, parce que nous sommes parents — sans faire tort à aucun grand intérêt — parce que c'est pour le bien de l'Empire dans son ensemble, parce que nous avons fait le premier pas et nous avons donné l'exemple. Nous vous offrons une préférence, *nous comptons sur votre patriotisme, sur votre affection pour ne pas être les perdants* (1). »

(1) Chamberlain : Imperial Union and Tariff Reform, *op. cit.*, p. 29.

La première idée de cette proposition avait été donnée à M. Chamberlain par le passage suivant du professeur W. J. Ashley :

« La question est de savoir si les colonies, — outre la préférence des produits britanniques aux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A cette époque, il semblait à l'ancien ministre des Colonies qu'il fallait que le Canada, l'Australie, etc., malgré la valeur de leur marché pour la Métropole consentissent à des sacrifices qui justifieraient, aux yeux du pays, ceux qu'on lui demandait.

Cette proposition se justifiait d'autant mieux que le plan de M. Chamberlain doit, dans l'esprit de son auteur, être adopté à titre définitif et que, par suite, si on laisse les Colonies prendre leur plein développement industriel, non seulement leur marché se fermera devant les produits britanniques, mais leurs manufacturiers se classeront parmi les plus redoutables concurrents des fabricants anglais, et il lui semblait que, par ce moyen, tous les sacrifices que le système comporte ne seraient pas à la charge d'un seul contractant.

En somme, le régime des tarifs préférentiels devait, dans l'esprit de son promoteur, aboutir au régime suivant :

La Métropole recevait de ses colonies les denrées alimentaires et matières premières nécessaires à sa subsistance et au développement de son industrie : elle continuait à être le cerveau, le moteur et l'agent de distribution d'un Empire se suffisant entièrement à lui-même, tandis que ses diverses parties, continuant à produire surtout des céréales et articles de consommation alimentaire, au détriment peut-être de leur croissance industrielle, auraient constitué un excellent *Dumping Ground* pour les manufactures britanniques.

Suivant le point de vue auquel on se place, l'importance, le résultat des faits varient. De dangereux et regrettable, lorsqu'il est pratiqué par une nation étrangère dans le Royaume-Uni, le *Dumping* devient un acte *louable*, et au plus haut point recommandé s'il est pratiqué par la Métropole au détriment de ses Colonies.

Mais le représentant de West Birmingham avait compté sans ses hôtes, lorsqu'il faisait sa fameuse proposition, et quelques jours après le discours de Glasgow le président de la branche montréalienne de la *Canadian Manufacturer's Association* se chargait de lui répondre en disant : « Dans le *quid pro quo*, en échange des faveurs qu'il recevra, le Canada ne doit rien offrir qui tendrait à la destruction, à la réduction de ses industries manufacturières. Le libre-échange à l'intérieur de l'Empire est une utopie irréalisable, mais le Canada pourrait offrir à la Grande-Bretagne une préférence plus grande pour les marchandises qu'il ne fabrique pas. »

Ah! le bon billet! Quelle générosité et quel beau cadeau la Dominion est préparée à offrir à l'Angleterre en lui octroyant une préférence plus grande pour les marchandises qu'elle ne produit pas!

Or, quelles peuvent-elles bien être? On se le demande avec curiosité, en lisant la liste suivante, non des produits fabriqués au Canada, mais de ceux, et ils sont en plus petit nombre, exportés en 1902 :

	Dollars.
Voitures de toutes sortes (1).	480 000
Vêtements.	97 913
Livres	134 158
Biscuits.	29 243

produits étrangers, — consentiront à titre de réciprocité, en échange de concessions adéquates, de la Grande-Bretagne, à s'abstenir pour un temps d'entreprendre certaines branches manufacturières qu'elles n'ont pas encore entreprises En d'autres termes, consentiront-elles à un certain ralentissement dans le développement de leurs manufactures. » *The Tariff Problem*, by prof. W. J. Ashley, p. 157, Londres, P. S. King and son.

(1) Chiozza Money, *Elements of the fiscal problem*, *op. cit.*, ch. xii, p. 119.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

	Dollars.
Cordages	250 397
Cotons (tissus de)	900 000
Cuirs	1 911 000
Chaussures	179 522
Matériel agricole	1 814 730
Fer et acier	3 381 097
Machines	379 887
Machines à coudre	20 642
Instruments de musique	465 818
Papier	24 780
Whisky	367 126
Meubles	279 260
Portes en bois	303 649
Lainages	59 930

Donc, pour toutes les marchandises non comprises dans ce tableau, le Canada réserve des trésors de réduction affectueuse pour la Grande-Bretagne, mais pour celles qui y figurent, « le Tarif canadien continuera, suivant le mot de M. Chamberlain, à frapper avec la plus grande sévérité son meilleur client et à favoriser d'étranger ».

Comment, en Angleterre même, les projets de Préférence coloniale se traduiraient-ils ?

M. Chamberlain dit bien haut que les producteurs anglais profiteraient de ses projets pour reconquérir le marché que leur dérobent les étrangers, grâce aux cartels, aux trusts et aux primes. Beaucoup croient, par contre, que la Préférence ne serait pas plus favorable pour la Grande-Bretagne, à l'intérieur qu'à l'extérieur et que, pour ses manufacturiers et ouvriers, le mal auquel on veut porter remède subsisterait entièrement en changeant de nom, et que la concurrence étrangère serait remplacée par la concurrence coloniale.

C'est l'opinion qu'exprimait M. Ross, le « Premier » d'Ontario, quelques jours après le discours de Glasgow.

« Quand on se rappelle que la Grande-Bretagne importe annuellement pour 500 000 000 de dollars de produits manufacturés, on verra que la marge de déplacement de produits étrangers par des produits canadiens est très considérable (1), et avec une préférence de 10 p. 100, en faveur des colonies, les propositions de M. Chamberlain sont des plus encourageantes. Il y a, sans aucun doute, bien des directions où les produits manufacturés canadiens déplaceraient rapidement ceux des usines américaines, si cette préférence était mise en vigueur. Son projet n'aurait pas pour conséquence de déplacer de la main-d'œuvre et des manufactures britanniques sur le marché national, mais de déterminer la substitution de produits canadiens aux produits étrangers — politique véritablement impériale et patriotique (2). »

Dans ces conditions, comme le dit avec *humour* M. Chiozza Money, il ne reste plus qu'à démontrer aux habitants de Northampton ou de Leister (Angleterre) qu'une bottine américaine (États-Unis) est une ennemie, tandis qu'une bottine américaine (canadienne) est une amie. Et nous retrouvons sur ce terrain économique les protectionnistes nouveau jeu avec leur fameux argument sentimental, qui est toujours mis en avant dans cette controverse sous quelque aspect qu'on la prenne.

(1) C'est précisément l'inverse sur le marché colonial où la marge est extrêmement faible.
(2) Citation rapportée par L. Chiozza Money, *The Elements of the Fiscal Problem*, *op. cit.*, p. 120.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous croyons avoir montré que la Préférence coloniale est loin d'avoir pour la Grande-Bretagne la valeur que disait M. Chamberlain : par suite, on est amené à se demander si, pour obtenir des avantages, en tous cas problématiques — et certainement de minime importance par rapport à la situation d'ensemble et aux autres débouchés — il serait sage d'abandonner une politique éprouvée dont les résultats, depuis plus d'un demi-siècle, ont été si heureux pour le pays, et d'adopter un système qui ne semble pas pouvoir lui convenir, étant donné la situation particulière dans laquelle il se trouve. Et cela d'autant plus que ce système, dont le plus grand avantage est, nous venons de le constater, de bien faible valeur, s'appuie uniquement sur l'autorité d'un ancien ministre des Colonies, dont l'unique souci est d'arriver à un idéal, à la réalisation duquel il travaille uniquement depuis plus de vingt ans, idéal très noble mais quelque peu chimérique : l'union plus étroite et indestructible des divers éléments composant l'Empire.

Dans toutes les pages précédentes nous avons envisagé la Préférence d'abord au point de vue de la valeur des marchés coloniaux, puis de l'avenir que la Grande-Bretagne pouvait attendre de l'adoption du système et enfin des chances de développement de ses débouchés dans les colonies. Nous devons maintenant examiner la répercussion qu'elle aurait dans le Royaume-Uni au double point de vue industriel et commercial d'une part, du coût de l'existence d'autre part, car il ne faut pas oublier que la taxation des céréales et autres denrées alimentaires, est une partie fondamentale du projet.

Si la première partie de cette étude nous avait démontré le bien fondé des dires de M. Chamberlain dans les deux aspects que nous avons envisagés, la répercussion intérieure n'aurait plus présenté qu'un intérêt secondaire, car si la Préférence Coloniale avait été le premier pas vers l'établissement du Libre-Échange à l'intérieur de l'Empire, vers la création de ce Zollverein que rêvait, en 1887 et en 1897, l'ancien ministre des Colonies, les avantages que le Royaume-Uni en aurait tirés eussent été tels, le développement de la puissance économique anglo-saxonne si considérable, que les inconvénients d'ordre intérieur se seraient effacés. Leur durée n'eût été que temporaire, et les sacrifices, quels qu'ils fussent, justifiés en présence des perspectives d'avenir.

Mais la Préférence n'est pas un moyen, elle est un but. Ces Colonies considèrent le Libre-Échange à l'intérieur de l'Empire, comme une impossibilité, parce qu'il aurait pour résultat l'abandon pour le bien commun d'une portion de leur autonomie. « Périssent les colonies plutôt qu'un principe », disait Louis XV. « Périsse l'Empire plutôt que de lui sacrifier une portion de notre autonomie, si minime qu'elle soit », disent-elles. Dans ces conditions toutes les conséquences d'un projet tel que celui de l'ancien ministre doivent être envisagées, et aucune répercussion ne saurait être négligée.

S'il était prouvé qu'au point de vue intérieur la Préférence Coloniale améliorerait la situation des manufacturiers et partant celle des ouvriers, qu'elle aurait pour conséquence une diminution notable du chômage et un accroissement sensible des salaires, s'il était prouvé en un mot qu'elle est à ce point de vue la panacée que vantent les Tariff Reformers, il pourrait être expédient de l'adopter même au prix d'une légère augmentation du coût de l'existence, surtout si la prospérité générale, dont elle serait cause, augmentait la demande sur le marché intérieur pour compenser les pertes de débouchés à prévoir dans les pays étrangers.

Mais sur ce chapitre comme sur le précédent, nous allons voir s'effondrer les affirmations de M. Chamberlain et nous allons voir s'opposer à lui, les chiffres d'abord et ensuite la population ouvrière dans sa très grandemajorité.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

VII. — EFFETS DE LA PRÉFÉRENCE SUR LA SITUATION INTÉRIEURE

Il faut envisager la Préférence Coloniale à un triple point de vue pour se rendre compte de sa répercussion sur le marché intérieur.

Comment le coût de l'existence des travailleurs sera-t-il modifié ?

Quelle sera l'influence des droits de préférence sur les articles manufacturés, au point de vue industriel ?

Et enfin, comment agira-t-elle au point de vue de l'emploi des ouvriers ? Le ralentissement dans l'importation des produits étrangers bénéficiera-t-il en totalité à l'industrie nationale ou n'y a-t-il pas à prévoir un simple déplacement dans la source des importations : les Colonies se substituant au moins en partie à l'étranger ?

On sait que la taxation des denrées alimentaires d'origine étrangère au profit de celles venant des colonies est le fondement du plan de M. Chamberlain, et qu'il ne peut être question d'établir un régime de tarifs préférentiels ou différentiels à l'intérieur de l'Empire sans cela. Lui-même à la Chambre des communes dans le premier des discours où il fut amené à indiquer, d'une façon fort peu explicite d'ailleurs, comment ses projets pourraient être appliqués, disait : « *La Préférence doit être accordée soit sur les matières premières, soit sur les denrées alimentaires, soit sur toutes les deux.* » Mais se rendant compte, par l'impression que les premières de ces paroles avaient causée dans l'Assemblée, que les industries dont l'appui lui était indispensable, n'accepteraient jamais qu'on taxât les matières indispensables à la production, c'est-à-dire en un mot, qu'on accrût leur prix de revient de fabrication nationale pour permettre aux Colonies, par le régime de faveur qu'on leur accordait par compensation, de devenir des concurrents redoutables dans beaucoup de branches industrielles, le représentant de Birmingham se ralliait uniquement à l'impôt sur les denrées alimentaires : « Si vous voulez accorder une Préférence à vos Colonies, je ne dis pas que vous le devez, vous devez taxer à l'importation les denrées alimentaires. C'est un cadeau que je fais aux honorables membres de l'Opposition (1). » Ce qu'il faut retenir de cette déclaration faite officiellement au Parlement, par un ministre en exercice, c'est que la Préférence Coloniale exige la taxation des denrées alimentaires.

Nous devons donc examiner quels seraient les effets de cette taxation au point de vue intérieur et au point de vue colonial.

RÉPERCUSSION SUR LE MARCHÉ INTÉRIEUR

Avant d'entrer dans le détail des projets de M. Chamberlain au point de vue des denrées alimentaires, il faut, croyons-nous, rappeler encore une fois la situation particulière du Royaume-Uni. A l'heure actuelle voici l'origine du grain consommé et la proportion fournie par les divers pays producteurs :

Pays.	Pourcentages.		
Grande-Bretagne et Irlande	20	Production de l'Empire	43 %
Canada	10		
Autres possessions britanniques	13		
États-Unis	45	Importations étrangères	57 %
Amérique du Sud	8		
Europe et pays riverains de la Méditerranée	4		
	100		100

(1) M. Chamberlain à la Chambre des communes, séance du 28 mai 1903.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sans vouloir, comme nous l'avons déjà fait, rechercher les motifs de la faible production nationale, qu'il nous suffise de rappeler que dans aucun cas la Grande-Bretagne ne pourrait arriver à fournir plus des 35 p. 100 de sa propre consommation de blé et que si elle se décidait à entrer dans une nouvelle phase, dans ce but, elle ne pourrait plus se livrer à la même intensité pour l'élevage ni pour les produits de métairie et que la situation d'ensemble ne serait guère modifiée dans le sens de l'indépendance soit vis-à-vis de l'Empire, soit vis-à-vis de l'étranger.

Quoi qu'il en soit des perspectives d'avenir, nous devons envisager maintenant l'influence des projets de M. Chamberlain à l'heure présente et pour les années qui vont suivre. Nous devons tout d'abord constater un fait c'est que les Colonies ne peuvent fournir actuellement à la Métropole que les 23 p. 100 du blé consommé et que celle-ci dépend de l'étranger d'une façon absolue aujourd'hui pour les 57 p. 100 et peut-être seulement pour une moindre proportion dans un avenir relativement éloigné.

C'est là une constatation de la plus haute importance que l'on ne saurait perdre de vue quand on examine les projets de l'ancien ministre des Colonies dans la partie où ils touchent à la taxation des denrées alimentaires : les protectionnistes, eux, ne veulent jamais, dans les explications qu'ils ont été amenés à fournir, se pénétrer de la situation particulière de l'Angleterre. Ils raisonnent toujours comme si les importations étrangères ne constituaient qu'un appoint utile, mais nullement indispensable, comme si en un mot il suffisait de dire aux Colonies : nous vous accordons une Préférence, pour que dans les une ou deux années suivant cette offre elles se fussent mises en mesure de suppléer à l'insuffisance de leurs propres exportations en Grande-Bretagne. C'est le point de vue de M. Chamberlain.

Partant du fait que le Royaume-Uni ne se fournit que les 20 p. 100 de sa consommation et que par conséquent il doit importer de régions transocéaniques 80 p. 100 des céréales, il affirme que les Colonies doivent devenir les seuls fournisseurs de l'Empire, que leurs conditions économiques et climatériques le leur permettent et que la réalisation de cette affirmation dépend uniquement de l'octroi d'une Préférence qu'il propose de fixer de la manière suivante :

Nature des produits.	Droits imposés aux produits étrangers dont seront exonérés les produits coloniaux.
Grain, maïs excepté.	2 sh. par quarter (480 lbs).
Farine.	Droit un peu plus élevé pour protéger le meunier.
Produits de ferme (beurre, œufs, etc.). .	5 p. 100.
Viande sauf le lard maigre	5 p. 100.
Vins des colonies.	Tarif préférentiel (à élaborer).

L'application du régime de la taxation des produits alimentaires doit, dans l'esprit de son initiateur, cimenter plus étroitement l'union impériale, et il estimait, ainsi qu'il le disait au début de la campagne, que si quelques sacrifices, sous forme de cette taxation, étaient nécessaires, le patriotisme britannique serait assez puissant pour les faire accepter gaiment par les classes ouvrières sur lesquelles ils pèseraient principalement. C'est ce qu'il laissait entendre clairement à Birmingham et à Londres en mai 1903 et aussi lorsqu'il parlait de l'éducation du peuple qui avait enfin appris à penser impérialement.

M. Chamberlain ne tarda pas à s'apercevoir qu'il faisait fausse route et, soit que sa popularité et son ascendant personnel eussent singulièrement fléchi depuis la guerre du Transvaal, soit que les taxes qu'il suggérait fussent particulièrement impopulaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans la bourgeoisie (1) et parmi les travailleurs et le prolétariat, il ne pouvait pas compter entraîner avec lui les masses, chez lesquelles le souvenir de l'époque protectionniste avec son cortège de souffrances et de misère, ne s'était pas encore effacé.

La taxation des denrées alimentaires signifiait pour elles incontestablement un retour vers cette époque malheureuse, ce qu'elles ne voulaient admettre à aucun prix. Par suite l'ancien ministre des Colonies se trouvait placé dans l'alternative de faire sa campagne contre elles, de les voir grossir les rangs de ses adversaires et de tous ceux qu'effrayaient ses propositions hardies, ou de chercher à les rallier à sa thèse en les persuadant que ses projets n'auraient nullement pour conséquence l'augmentation redoutée dans le coût de l'existence.

C'est cette thèse qu'il adopta dès l'ouverture de la campagne d'automne.

S'appuyant sur l'autorité de M. Charles Booth, l'homme de toute l'Angleterre qui connaît le mieux les conditions économiques des ouvriers et des prolétaires, il affirma publiquement dans des lettres aux journaux d'abord, dans ses discours ensuite, que les droits qu'il proposait ne pouvaient par leur modicité avoir aucune répercussion sur le prix du pain et que par conséquent il ne prêchait pas, comme les libre-échangistes l'en accusaient, la croisade en faveur du *pain cher :* cet argument du pain cher est, on le sait, celui qui a l'action la plus considérable sur le peuple, et M. Chamberlain sentait bien toute la gravité de l'attaque.

Il se rendait également compte que le crédit accordé à ses affirmations et à ses promesses, par le peuple, était singulièrement ébranlé : il sentait bien que si on lui avait pardonné d'avoir abandonné, sans tenter sérieusement de les réaliser, le programme agraire de 1886 : trois acres, une vache ; sa promesse des retraites ouvrières et de s'être joué des travailleurs confiants avec sa loi sur les accidents de 1897, on ne les avait pas oubliés et que pour beaucoup son attitude était dictée par le désir de satisfaire son ambition.

Il lui fallait donc découvrir de nouveaux arguments qui s'imposeraient. C'est dans les statistiques qu'il les chercha. Et à Glasgow, le 6 octobre 1903, il énonçait la théorie que les taxes sur les produits alimentaires ne pèseraient en aucune façon sur les consommateurs britanniques, car elles seraient payées par les importateurs étrangers ainsi que de nombreux exemples le prouvent.

Voici ses propres termes (2) :

« Je ne crois pas que ces petites taxes sur les denrées alimentaires retomberaient à un degré quelconque sur les consommateurs de ce pays. Je suis convaincu qu'elles seront payées par les étrangers.

« Cette doctrine est appuyée sur des témoignages autorisés. Tout d'abord voyez les économistes. — je ne parle pas des quatorze professeurs (3), — voyez John Stuart Mill, voyez feu le professeur Sidwick et je pourrais en citer d'autres vivants (4). Ils s'accor-

(1) Nous traduisons improprement ainsi les mots *middle-classes* dont l'équivalent n'existe pas dans notre langue ; les gens qui constituent cette catégorie ne forment pas en fait la bourgeoisie, elle comprend l'élite ouvrière, les artisans, certains agriculteurs, les employés, ainsi que quelques rentiers, mais qui n'en sont pas comme chez nous la majorité.

(2) Glasgow, 6 oct. 1902, *Imperial Union and Tariff Reform. Speeches delivered from May 15th to Nov. 4 1903*, by the Right Hon. J. Chamberlain, *op. cit.*, p. 38 et 39.

(3) 14 professeurs d'économie politique venaient de signer un manifeste condamnant la thèse de M. Chamberlain.

(4) Il cita dans un discours ultérieur le professeur Ashley et le professeur Hewins, secrétaire du *Tariff Reform Committee* qu'il a institué.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dent tous à penser que de toute taxe sur les importations, surtout si elle est modérée, une portion tout au moins est payée par l'étranger et l'expérience le confirme. J'ai examiné avec grand soin pendant ces dernières semaines les statistiques du Royaume-Uni et des autres pays et j'ai constaté que ni en Allemagne, ni en France, ni en Italie, ni en Suède, ni dans le Royaume-Uni, lorsqu'il y a eu soit un droit nouveau, soit accroissement d'un droit ancien, tout son poids n'a jamais, pour une moyenne équitablement choisie, pesé sur le consommateur. Il a toujours été acquitté en grande partie par les étrangers producteurs. »

Comme toutes les affirmations de M. Chamberlain celle-ci ne doit être acceptée que sous bénéfice d'inventaire.

On sait que l'ancien ministre des Colonies s'appuie pour justifier sa théorie économique, discutable au premier chef, sur l'autorité de John Stuart Mill ; or voici comment celui-ci s'exprimait sur ce sujet :

« Une taxe sur un article de consommation courante, qu'elle frappe la production ou l'*importation*, ou le transport, ou sa vente, qu'elle soit une somme fixe par quantité donnée ou un droit *ad valorem*, augmentera en règle générale la valeur et le prix de cet article d'au moins le montant de la taxe. Il est peu de cas où elle ne l'augmente pas de plus que de son montant (1) ».

Cette affirmation vient à l'encontre de celle de M. Chamberlain qu'elle contredit de la manière la plus formelle. Et l'on était en droit de s'y attendre, car nul plus que Mill ne s'est énergiquement élevé contre les droits protectionnistes quel que fût leur caractère, et n'a montré que comme conséquence les consommateurs payaient non seulement la taxe sur les articles importés, mais encore sur les articles produits par les manufacturiers nationaux.

Par suite nous relevons déjà une première erreur qui paraît volontaire, car l'autorité invoquée était d'un grand poids auprès des hésitants, mais il faut reconnaître qu'elle n'affecte pas forcément le fond de la théorie, si elle éveille cependant la suspicion.

M. Chamberlain s'est chargé lui-même de montrer que l'incidence de l'impôt, telle qu'il l'énonçait, pouvait peut-être se justifier en se confinant dans le domaine purement spéculatif, mais qu'au point de vue pratique les choses se passaient différemment. Il l'a montré de deux manières différentes.

En premier lieu, il excepte de la taxation *le maïs* « parce que c'est l'aliment des plus pauvres parmi les pauvres et parce qu'il est matière première pour le premier qui élève du bétail (2) ». Nous reproduisons les paroles prononcées par M. Chamberlain à Glasgow le 6 octobre 1903 parce que la preuve s'y trouve que, contrairement à son affirmation, la taxation des denrées alimentaires d'origine étrangère doit déterminer une élévation de leur prix sur le marché britannique ; s'il en allait autrement il n'y aurait aucune raison d'exempter le maïs du droit de 2 sh. par *imperial quarter* et le fait qu'il en est exempté « comme étant l'aliment des plus pauvres parmi les pauvres » montre que son prix risque, (aveu qu'il est bon de retenir), de se trouver accru de tout ou partie de ce droit, ce que les prolétaires ne sont pas en état de supporter. L'exemption accordée à ce même maïs « nourriture du bétail » matière première confirme également cette manière de voir. Mais l'ancien ministre des Colonies réfute encore autrement son argumentation lorsqu'il vient dire dans le même discours (2) :

(1) John Stuart Mill, « Principles of Political Economy », vol. II, livre V, chap. IV.
(2) *Imperial Union and Tariff reform, op. cit.*, p. 40.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« J'ai demandé l'avis d'un des hommes les plus autorisés de ce pays — l'un des premiers parmi les experts officiels en ces matières, que le gouvernement consulte. — Pour lui l'incidence de l'impôt dépend de la proportion entre la production libre et la production taxée. Dans le cas qui nous occupe la production libre est la production intérieure et celle des Colonies britanniques. La production taxée est celle de l'étranger et ce personnage est d'avis que si, par exemple, l'étranger fournit, comme il le fait pour la viande, les 2/9 de la consommation, le consommateur ne paiera que les 2/9 de la taxe. »

Par conséquent la question ne se présente plus dans les termes généraux qu'indiquait M. Chamberlain. Le consommateur n'échappe pas entièrement ou, presque comme il le disait, à la taxe imposée, mais seulement dans le rapport de la consommation d'origine nationale à celle d'origine étrangère et c'est une singulière restriction passant inaperçue ou que l'on espère telle, apportée à l'affirmation que la Préférence coloniale ne pèsera pas sur le consommateur britannique.

La thèse que l'étranger payera une partie des droits, tout en étant controversable et souvent inexacte, ainsi que nous le montrerons tout à l'heure au moyen de données statistiques pour les céréales, n'est plus présentée avec la rigueur intransigeante d'un axiome : ce n'est plus pour M. Chamberlain lui-même qu'un fait d'expérience dont il est loisible à chacun de faire la vérification. Et c'est précisément en cette possibilité de vérification, qu'il espérait puiser sa force pour entraîner avec lui ces masses populaires, ne voulant plus croire à ses affirmations, et qu'il pensait encore une fois duper en feignant de leur apporter des preuves.

La taxation des denrées alimentaires sera à la charge de l'étranger au moins en partie, disait-il ; vous pouvez le vérifier par des comparaisons statistiques.

C'est ce qu'ont fait quelques membres assez curieux à la Chambre des communes, mais avant de montrer les conclusions de leurs enquêtes ainsi que les résultats auxquels est arrivé le *Board of Trade* dans son memorandum de 1903, nous croyons devoir mettre en lumière un point que M. Chamberlain a laissé systématiquement dans l'ombre : la répercussion générale de la taxation de produits étrangers sur le marché national.

Il se peut que lorsque le droit imposé est faible et la quantité importée minime par rapport à la production nationale, il n'y ait pas une élévation correspondante du prix sur le marché intérieur parce que l'importation étrangère se borne uniquement à fournir un complément taxé dont on pourrait se passer à la rigueur et dans ce cas, c'est-à-dire seulement lorsque les deux conditions précitées sont réalisées simultanément, le prix est réglé par le prix du producteur national.

C'est un cas théoriquement possible, mais, en règle générale, même quand ces deux conditions sont réalisées il y a majoration du prix intérieur préalable à la taxe, égale au montant de cette taxe ou à peine inférieure pour s'assurer la préférence du consommateur.

Si l'on admet, — ce qui est le cas actuel pour l'Angleterre et le sera encore même en supposant les projets de M. Chamberlain réalisés pour l'Empire, — qu'il faille recourir à l'étranger pour la partie la plus importante de la consommation, pour plus des 50 p. 100 comme cela se passe pour le blé, ou même pour une proportion moindre, mais cependant encore importante, les termes du problème sont renversés et le pays étant dans une étroite dépendance vis-à-vis de l'étranger, la théorie de M. Chamberlain se trouve complètement en défaut. Le producteur étranger dont la part est prépondérante sur le marché national, — lorsqu'on est obligé d'avoir recours à lui pour les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

50 p. 100 de la consommation, — ou qui, même lorsque la proportion est inférieure, sait que son apport est indispensable, qu'il est par suite le maître de la situation, exige que ses conditions soient acceptées. Habitué à réaliser un certain bénéfice avant que la taxation ait été établie, ou lorsqu'elle était à un certain taux, il ne consentira pas à diminuer son profit du montant de l'accroissement et majorera par suite son prix d'autant (1), d'où augmentation, pour le consommateur, dans le coût de l'existence, de la totalité de la taxe pour les denrées alimentaires étrangères.

Dans l'hypothèse la plus favorable, mais inadmissible en pratique, où le producteur indigène protégé ne chercherait pas à profiter du bénéfice nouveau qui lui est offert, le prix moyen s'établirait d'après les proportions relatives de denrées nationales et étrangères. C'est, suivant l'expression mathématique, un cas limite, — le plus favorable à M. Chamberlain — et cependant dans cette hypothèse même le prix moyen serait majoré de 50 p. 100 du droit.

Dans la réalité la majoration serait bien plus importante et tendrait vers la totalité du droit, précisément parce qu'il s'agit de tarifs préférentiels pour les Colonies. Celles-ci, qui considèrent la Préférence proposée comme un minimum, ne sauraient en aucun cas renoncer à une partie appréciable du droit et leur prix de vente tendra vers le prix de vente des étrangers (il ne faut pas oublier qu'il s'agit de denrées alimentaires, de céréales dont le prix moyen est réglé par le coût de production moyen des grands pays producteurs) et la portion des droits qui incombera au consommateur britannique se trouvera accrue par la production coloniale venant s'ajouter à celle de l'étranger : pour préciser dans le cas du blé avec une production métropolitaine inférieure à 20 p. 100 de la consommation le contribuable britannique aura à payer non seulement les 57,9 représentant la part de l'étranger, mais les 27 p. 100 fournis par l'Empire, en dehors de la Métropole, soit les 80 p. 100 du droit et cela en admettant, ce qui est fort improbable, que les fermiers anglais ne veuillent pas profiter de la protection qui leur est si généreusement (à dessein ou non) offerte.

Il est plus que probable que, dans la réalité, on tendra vers le cas qu'envisageait John Stuart Mill, c'est-à-dire que « le prix sera augmenté d'au moins le montant de la taxe ».

Toutes les considérations très générales, qui précèdent, s'appliquent, sans exception, à toutes les denrées alimentaires.

Voyons, maintenant, si les faits fournissent une vérification de la thèse soutenue à Glasgow, par M. Chamberlain. Voici l'exemple qu'il citait à son appui, dans le discours prononcé à Liverpool, le 28 ctobre 1903 : « Comparons maintenant le prix (du blé) en France au prix en Angleterre. L'excès du prix, en France, quand le droit s'élevait à 1 sh. 1/2 d., était de 4 sh. 10 d., et cela était probablement dû à une différence de qualité (période 1878-1882), mais dans la période suivante (1883-87), quand le droit était de 12 sh. 2 1/2 d., l'excès du prix s'éleva de 4 sh. 10 d. à 9 sh. En d'autres termes, une

(1) On ne saurait admettre d'ailleurs au point de vue général, même théoriquement, la thèse de M. Chamberlain, car il y a bien des cas où les droits de douane dépassent la marge de profit de l'exportateur étranger et la thèse en question ferait conclure que, puisque c'est lui qui doit acquitter ces droits ou une partie, ses exportations se feraient à perte. On peut même envisager le cas où une partie même des droits prohibitifs dépasserait la marge de profit. Dans ce cas l'exportation étrangère cessant et les producteurs nationaux n'ayant plus à craindre la concurrence, augmenteraient leur prix du montant environ du droit; et le consommateur qui, en principe, ne doit pas les supporter, devrait en payer l'intégralité. C'est d'ailleurs ce qui s'est produit aux États-Unis pour les lainages notamment.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

augmentation de droit de 11 sh. 2 d. n'a augmenté le prix dans ce pays que de 4 sh. 2 d., et la différence de 7 sh. ou 60 p. 100 a dû être payée par l'étranger. »

L'exemple choisi paraissait concluant, les chiffres étaient précis, les indications nettes ; pour donner une garantie de sa bonne foi et de son impartialité l'orateur venait de faire fi d'un exemple encore bien plus probant, où il montrait que si l'on comparait pour la France seule les prix du blé entre eux dans ces deux périodes, au lieu de les comparer aux prix en Angleterre, on constatait que l'élévation dans le droit de 11 sh. 2 d. avait correspondu à une baisse de prix de 12 sh. 7 d.

Cependant, en fait, l'exemple choisi ne l'avait pas été au hasard, les deux périodes quinquennales dont les chiffres étaient cités, avaient été soigneusement recherchées, parce que tout à fait exceptionnelles. D'une part, en effet, une baisse générale des prix très importante s'était manifestée, dont le cours du blé avait forcément été affecté et dans plusieurs des années de ces périodes, d'autre part, la récolte indigène avait été suffisante en France (1), pour que l'importation fût nulle ; le droit n'avait pas joué, et le prix s'était trouvé réglé par le coût de production. Bien entendu, la moyenne exprimait ce fait, mais les chiffres devaient frapper un auditoire ignorant le fait que la France n'est pas toujours un pays importateur.

Si l'on fait abstraction de ces années où la production nationale a suffi à la consommation, on constate alors que le prix en France a dépassé d'un peu plus de 12 sh. 2 1/2 d. le prix du blé en Angleterre pendant la période correspondante.

Voici la réponse officiellement faite à la Chambre des communes en 1903 par M. Bonnar Law, Sous-Secrétaire parlementaire du *Board of Trade*, au colonel Denny :

« Le droit sur les céréales en France, au taux de 7 francs par 100 kilos, est équivalent à 12 sh. 2 1/2 d. par *imperial quarter*. La moyenne des prix du blé sur les onze marchés français, pour lesquels des renseignements se trouvent au *Journal officiel* du 29 juin, était de 40 sh. 8 1/2 d. par *quarter*. La *Gazette* donne comme prix moyen du blé en Angleterre et dans le pays de Galles, pour la semaine terminée au 20 juin, 27 sh. 6 d. par quarter. »

Par conséquent, l'on constate que la différence de prix entre la France protectionniste et l'Angleterre libre-échangiste atteignant 13 sh. 2 1/2 d. pour un droit de 12 1/2 sh., le consommateur français paye la totalité des droits dont le producteur étranger acquitte ou doit acquitter une part importante, d'après M. Chamberlain. Et il faut encore noter que, même dans les mauvaises années, l'importation française ne dépasse guère 20 p. 100, alors qu'elle est normalement de 80 p. 100 en Grande-Bretagne.

D'autres questions indiscrètes amenèrent le *Board of Trade* à fournir le tableau suivant qui n'est pas dépourvu d'un certain intérêt.

PRIX DU BLÉ DANS DIVERS PAYS EN JUIN 1903

Pays.	Prix du blé par quarter. sh. d.	Droit d'entrée par quarter.	sh. d.	Prix du blé sans le droit. sh. d.
Italie.	44 2	75 *lire* par 1000 kilos ou	13 6	31 1
France.	40 8 1/2	7 francs par 100 kilos ou	12 2 1/2	28 6
Allemagne.	35 6	3 *marks* 50 par 100 kilos ou	7 7	27 10 1/2
Royaume-Uni	27 6		1	26 6

Nous y trouvons la preuve formelle que, dans tous les pays importateurs de blé, même pour une proportion relativement peu importante par rapport à celle de l'Angle-

(1) *Imperial Union and Tariff Reform, op. cit.*, p. 166 et 167.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

terre, les prix du blé sont très notablement supérieurs à ceux constatés en Grande-Bretagne, et que la différence dépasse sensiblement le montant du droit. Il est donc permis d'en déduire que, dans tous ces pays, la théorie de l'incidence de l'impôt, telle que M. Chamberlain l'a exposée à Glasgow, se trouve en défaut et, par suite, qu'elle le serait certainement au moins tout autant dans le Royaume-Uni qui importe, non pas de 10 à 20 p. 100 comme ces divers pays, mais de 39,77 à 80 p. 100 des denrées alimentaires consommées.

LE CARACTÈRE DE LA TAXATION PROPOSÉE

Il est possible de se rendre compte de la manière dont les projets de l'ancien ministre des Colonies affecteraient la Métropole, et de la répartition de la taxe entre les divers facteurs : État, producteurs nationaux et producteurs coloniaux.

Il faut se souvenir pour cela :

1° Que les taxes existant actuellement en Angleterre sur les denrées alimentaires (et dont la plupart ont été imposées ou augmentées au moment de la guerre Sud-Africaine), ont un caractère nettement fiscal, c'est-à-dire qu'elles frappent les produits qui ne poussent pas ou ne sont pas élaborés dans le pays. Par suite, la totalité de l'impôt est perçue par le Trésor ;

2° Que la taxation préconisée par M. Chamberlain s'en différencie nettement, qu'elle a le caractère protectionniste au plus haut degré. L'Échiquier profitera uniquement des importations étrangères, puisque seules elles seront taxées ; ces recettes seront de plus temporaires et décroissantes, puisque la Préférence doit avoir pour résultat de remplacer les importations étrangères par des importations coloniales entrant en franchise.

D'autre part, le consommateur aura à payer, non seulement les droits réels imposés et dont le montant ira à l'État, mais les droits de fait que se feront verser les producteurs indigènes et coloniaux, pour bénéficier, les uns, de la Protection, les autres, de la Préférence qui leur auront été octroyées. Par conséquent, une partie notable qui ira en s'accroissant, de l'impôt, profitera aux intérêts privés que fera naître et que légitimera le plan des *Tariff Reformers*.

Il faut donc tout d'abord rechercher quelle est la totalité des denrées alimentaires consommées en Grande-Bretagne, sans distinguer entre les divers éléments les constituant.

Les données exactes existent pour les importations. Il y a une légère incertitude pour la production indigène, mais les calculs les plus exacts établis avec grand soin par diverses personnes, et qui concordent, permettent une estimation approximative suffisante pour servir de base de discussion.

D'après ces calculs, les denrées alimentaires de toutes sortes, aussi bien pour les hommes que pour le bétail, produites dans le Royaume-Uni peuvent s'évaluer à environ 300 millions sterling. Par suite, on voit que la consommation britannique alimentaire pour les hommes et les animaux en 1902 comprend :

Denrées alimentaires de provenance étrangère.	£ 172 574 420
Denrées alimentaires de provenance coloniale.	43 159 970
Denrées alimentaires indigènes de tous genres (environ). . .	300 000 000
	£ 515 734 390

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Total sur lequel le consommateur aura à payer les taxes projetées, au Trésor pour une partie et, pour le surplus, aux producteurs indigènes ou coloniaux.

LES EFFETS DES DROITS

Il est possible d'évaluer la charge nouvelle qui le frappera, ainsi que de déterminer la répartition entre les divers facteurs. C'est ce que montre le tableau suivant.

EFFETS DES DROITS DIFFÉRENTIELS DE M. CHAMBERLAIN

Nature des produits.		Droits perçus par le Trésor.	Droits-profits des colonies.	Droits-profits des producteurs indigènes.	Charge imposée au consommateur.
1° CÉRÉALES (maïs excepté), 2 sh. par quarter ou 6 d. par cwt sur les seules importations étrangères :		£	£	£	£
Importations étrangères. . . .	cwt 132 000 000	3 300 000	»	»	3 300 000
— coloniales. . . .	35 000 000	»	875 000	»	875 000
Production indigène (environ).	160 000 000	»	»	4 000 000	4 000 000
2° VIANDES (lard maigre excepté) 5 p. 100 sur importations étrangères :					
Importations étrangères . . .	£ 27 000 000	1 350 000	»	»	1 350 000
— coloniales. . . .	7 500 000	»	375 000	»	375 000
Production indigène (environ).	45 000 000	»	»	2 250 000	2 250 000
3° PRODUITS DE FERME, 5 p. 100 sur les importations étrangères :					
Importations étrangères. . . .	26 000 000	1 300 000	»	»	1 300 000
— coloniales. . . .	7 000 000	»	350 000	»	350 000
Production indigène (environ).	50 000 000	»	»	2 500 000	2 500 000
		5 950 000	1 600 000	8 750 000	16 300 000

Ainsi donc, dans le but de resserrer les liens unissant les diverses parties de l'Empire (1), la taxation différentielle des denrées alimentaires se traduit par une charge nouvelle annuelle de 16 300 000 livres sterling imposée aux contribuables britanniques, principalement aux ouvriers, c'est-à-dire à ceux qui en souffriront le plus. C'est là une constatation brutale, indiscutable. Peut-être peut-on ergoter sur le chiffre total, affirmer qu'il n'y aura pas perception totale de l'impôt pour les producteurs nationaux et coloniaux, mais cela ne saurait changer en rien le sens ni la force de la constatation, car l'on sait par expérience, et nous avons montré pourquoi il en serait ainsi, que l'impôt-protection réellement perçu, tend à l'impôt total et en est généralement les 95 p. 100. Par suite, la charge du consommateur atteindrait 15 782 000 £. Même si l'on admet, ce qui est invraisemblable, qu'elle n'atteigne que 80 p. 100, la charge serait encore de plus de 14 millions sterling.

Il est évident que si la Préférence n'est pas un vain mot, en dehors de la part entrant dans les caisses de l'État et qui, en fait, est environ du tiers de la charge, la majeure partie de la taxe nouvelle doit bénéficier aux Colonies pour qu'elles puissent trouver un intérêt réel dans la combinaison qui leur est proposée.

(1) Nous aurons à examiner le bien fondé de cette assertion.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Or, si nous jetons un coup d'œil sur le tableau précédent, nous sommes amenés à constater que pour 16 millions sterling d'impôts nouveaux frappant les consommateurs britanniques, la part des diverses Colonies ne s'élève qu'à 1 600 000 livres sterling, soit un peu moins du dixième, par conséquent le profit est d'importance secondaire.

Et l'on arrive à cette conclusion quelque peu paradoxale d'un grand effort qui, ayant pour but de lier étroitement Métropole et Colonies au moyen de sacrifices financiers gracieusement consentis à ces dernières, n'aboutit qu'à les faire bénéficier d'une somme dérisoire tout en imposant des charges extrêmement lourdes aux contribuables au profit de ses producteurs indigènes qui en tireront 8 750 000 livres sterling.

Il en résulte d'abord que, du point de vue économique, la Préférence se confond indéniablement avec la Protection, bien qu'elle soit inspirée théoriquement par des motifs différents et, en outre, que les Colonies, — en les supposant parvenues à l'époque où elles seront en mesure de fournir à la Grande-Bretagne toutes les denrées alimentaires qu'elle importe actuellement de l'étranger — risquent d'avoir un concurrent extrêmement redoutable : la Métropole, contre lequel elles ne parviendront pas à se faire avantager par la communauté impériale. Si, à l'heure actuelle, le Royaume-Uni est en mesure de fournir pour 300 000 000 livres sterling sans droits protectionnistes, de denrées alimentaires, contre 215 000 000 pour les colonies et l'étranger, il est assez probable qu'une préférence, si minime qu'elle soit, n'aura pas pour effet de lui faire abandonner des entreprises agricoles et d'élevage d'où elle peut espérer tirer annuellement un revenu supplémentaire de 9 000 000 sterling.

Ce sera là une concurrence sérieuse pour le développement colonial contre laquelle les Colonies sont désarmées au point de vue fiscal impérial. Les armes de lutte leur restant seront de profiter des avantages climatériques qu'elles possèdent, de recourir aux primes à l'exportation, pour vendre au-dessous du prix de leurs concurrents, afin de les ruiner, et de là ne saurait sortir l'ère de bonne entente et de rapprochement que rêvent les Impérialistes, car il serait puéril de supposer que les Colonies consentiraient plus dans cette voie que dans l'industrie ou le commerce, à entraver leur développement en quelque manière que ce soit, afin de laisser des avantages à la Métropole, de lui accorder autre chose qu'une préférence nominale de sentiment.

En résumé, pour un surcroît dans le coût de l'existence de 16 300 000 livres sterling en Angleterre,

Le Trésor recevrait.	£ 5 950 000	(maximum qui tendra à se réduire avec le développement colonial).
Les Colonies.	1 600 000	ou 9,8 p. 100
Et les producteurs indigènes.. .	8 750 000	ou 53,68 p. 100

On voit en somme que, suivant le mot de M. L. Chiozza Money (1), « la proposition revient à dire que 1 600 000 livres sterling suffisent à acheter le loyalisme de onze millions de Coloniaux Britanniques. Le calcul montre qu'on l'estime à 3 sh. par tête et par an. Si le loyalisme doit se payer, il paraîtrait beaucoup plus sage de voter à nos coloniaux ces 3 sh. par tête, à titre de don gracieux de l'Échiquier impérial, plutôt que de contraindre les consommateurs britanniques à payer 16 000 000 de livres sterling, soit 7 sh. 11 d. par tête. Mais il est absolument faux que le loyalisme des Colons Britanniques soit à vendre et qu'il puisse avoir une valeur mercantile. »

(1) L. Chiozza Money, *The Elements of the fiscal problem, op. cit.*, ch. x, p. 88.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour que la Préférence fût possible et efficace, M. Chamberlain le disait à la Chambre des communes, elle devait porter soit sur les matières premières, soit sur les denrées alimentaires, soit sur toutes les deux à la fois.

Il avait rapidement renoncé à suggérer la taxation des matières premières et pour se concilier l'opinion en réclamant un impôt bien modeste sur des céréales, les viandes et les produits de ferme, il avait émis la fameuse théorie des droits à la charge de l'étranger.

Les critiques véhémentes d'hommes éminents d'une autorité indiscutable comme lord Goschen, M. C. T. Ritchie, sir Michael Hicks Beach, le duc de Devonshire, l'obligèrent à adopter une autre méthode. Sans abandonner sa théorie, en principe, il n'y fit plus que de vagues et lointaines allusions, rappelant que l'étranger devait payer une partie des droits, et mit en avant un nouvel argument :

J'admets, dit-il, contrairement aux conclusions de M. Ch. Booth, que les taxes proposées aient pour résultat une augmentation du coût de l'existence; elle n'entraînera pour vous aucun sacrifice, parce que, parallèlement à leur imposition, je me propose de réduire, d'une façon notable, les droits frappant certains articles de consommation indispensable, tels que le sucre, le thé, le cacao, etc., de sorte qu'il y ait équivalence entre l'augmentation et la diminution du coût de l'existence. Que vous importe alors que je vous force à tirer de l'argent de votre poche droite, si je vous rends la même somme à mettre dans votre poche gauche ? Aucun sacrifice ne vous est demandé et en « réajustant » ainsi la taxation des denrées alimentaires, vous rendez possible l'union plus étroite et si désirable de la métropole et des colonies.

LES CHARGES NOUVELLES

Comme on le peut constater, l'ancien ministre du Cabinet Balfour change là de terrain; ce ne sont plus que les étrangers qui payeront la taxe, elle frappera bien le consommateur, mais celui-ci trouvera ample compensation dans la réduction des impôts existants.

LE CALCUL DES TARIFF REFORMER

Le *Daily Telegraph*, dans le pamphlet qu'il a publié sous le titre de *Imperial Reciprocity*, s'empare, bien entendu, de l'affirmation de M. Chamberlain, et en démontre péremptoirement l'exactitude par le calcul suivant, qui n'est pas dépourvu d'une certaine ingéniosité dans l'établissement de la balance (1).

Supprimez, dit-il, la taxation libre-échangiste de 13 000 000 £ par an et réduisez le droit sur les tabacs de £ 2 000 000, vous obtiendrez un dégrèvement total de.	**15 000 000 £**
Augmentation maxima aux dépenses alimentaires nationales par des droits de Préférence sur le pain (1/2 d. par quarter) sur la viande (1/2 d. par livre), et une augmentation équivalente sur les prix des fournitures indigènes et coloniales.	**15 000 000 £**
Net accroissement des charges.	**0**

(1) *Imperial Reciprocity*, a Study of Fiscal Policy in a series of articles revised and reprinted from the *Daily Telegraph*. New edition with a letter by the Right Hon. J. Chamberlain M. P. London Office of the Daily Telegraph, 200 p., Cd. ch. XIV, p. 119.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Remarquons tout d'abord que l'équilibre annoncé par M. Chamberlain se trouve vérifié, d'une façon parfaite : 15 000 000 de charges nouvelles contre 15 000 000 d'impôts supprimés. C'est admirable, mais il faut noter que l'arbitraire a présidé aux évaluations et se rendre compte que tandis que les réductions se trouvaient sensiblement majorées, les augmentations étaient singulièrement diminuées.

CRITIQUE DE CE CALCUL

En premier lieu l'auteur du pamphlet, en déclarant que tous les droits existants sur les denrées alimentaires devaient être supprimés, va beaucoup plus loin que l'ancien ministre des Colonies qui propose la réduction de trois quarts du droit sur le thé, de 1/2 sur le sucre et en partie de ceux frappant le café et le cacao. Malgré qu'il évalue la réduction à un chiffre supérieur, de 3 300 000 livres sterling, à la réalité (1), il se trouverait en face d'un déficit et pour le combler il offre arbitrairement de remettre 2 000 000 et les droits sur les tabacs. Par contre il néglige systématiquement de faire entrer dans les dépenses nouvelles celles qui résulteront de la taxation à 5 p. 100 *ad valorem* des produits de ferme et de basse-cour sous le prétexte fort ingénieux (2) qu'en Allemagne malgré le le tarif, leur prix n'est pas plus élevé qu'en Angleterre. Comme nous l'avons vu, l'augmentation qui résulterait de cette taxe serait de plus de 4 millions sterling.

Par suite, en tenant compte de ces rectifications de fait, on voit qu'il résulte du pamphlet du *Daily Telegraph* que la situation serait la suivante :

Remise des 3/4 des droits sur £ 13 000 000 montant des taxes sur les denrées alimentaires.	£ 9 750 000	£ 11 750 000
Plus 2 000 000 sur les tabacs (chiffres arbitraires).	2 000 000	
Moins		
Augmentations telles qu'elles ont été établies.	15 000 000	£ 19 150 000
Plus celles sur produits de basse-cour et de ferme.	4 150 000	
Soit une charge nouvelle.		£ 7 400 000

Ce chiffre se rapproche très sensiblement de la réalité ainsi que nous allons le voir, suivant que l'on fait ou non entrer en ligne de compte le tabac.

En effet, si l'on reprend les rendements des taxes sur les denrées alimentaires dans les statistiques officielles pour l'année 1902-1903, on constate :

Qu'une réduction des 3/4 du droit sur le thé donnerait au consommateur.	£ 4 500 000
— de 1/2 — sur le sucre.	2 500 000
— de partie — sur le café et le cacao.	100 000
	£ 7 100 000

Il nous paraît que l'on ne peut incorporer la diminution de l'impôt sur le tabac à ce total puisqu'il s'agit de droits sur les denrées alimentaires auxquelles ce produit de consommation somptuaire, dont le peuple n'use que proportionnellement à son état de bien-être, ne saurait en aucun cas être assimilé.

Comme nous l'avons vu, les charges nouvelles — sous déduction de la taxe des pro-

(1) En supposant une réduction générale des trois quarts.
(2) *Imperial Reciprocity*, *op. cit.*, p. 128.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

duits de basse-cour — atteignent le total de £ 16 300 000 et les réductions dues aux remises de taxes existantes seulement £ 7 100 000, par conséquent en fin de compte l'on voit que

La perte due à la taxation proposée étant de..	£ 16 300 000
Le bénéfice dû à la détaxe du thé, du sucre et du café.	7 100 000
Le consommateur aurait à payer en plus.	£ 9 200 000

Nous tenons à faire constater l'accord très remarquable de nos chiffres avec ceux du *Daily Telegraph* rectifiés, en faisant abstraction du tabac pour les motifs que nous avons exposés (£ 9 200 000 contre 9 400 000). La différence de £ 200 000, en tout état de causes négligeable dans une évaluation de cet ordre, s'explique aisément parce que nous avions supposé la réduction des taxes aux trois quarts alors que cette réduction est un peu moindre en moyenne.

Quoi qu'il en soit, un fait est certain, c'est que la Préférence coûtera *au moins* 9 millions sterling de plus à l'Angleterre que le régime actuel.

Voyons maintenant quelle sera la situation résultant pour le Trésor.

D'après les calculs optimistes (1) qui sont basés sur les chiffres que nous avons donnés nous constatons que

L'Échiquier perdra des recettes par la réduction des droits sur le thé, le sucre et le café	£ 7 100 000
L'Échiquier gagnera par la création des droits sur le blé, le sucre, la viande, etc..	£ 5 950 000
Soit pour l'Échiquier une perte de.	**£ 1 150 000**

C'est un minimum et l'*Imperial Reciprocity* du *Daily Telegraph* amènerait à des conclusions beaucoup plus pessimistes, qu'elle évite de mettre en lumière. Reprenons en effet le tableau de la page 121, nous y lisons que la réduction des taxes atteindra 15 millions sterling qui constitueront une perte indiscutable pour l'Échiquier. D'autre part, l'augmentation des charges nationales estimée à pareille somme ne saurait donner un revenu supérieur à celui que nous avons calculé en nous basant sur un total de 16 300 000 livres sterling. Donc on voit que

Perte	£ 15 000 000
Gain..	5 950 000
Perte totale.	£ 9 050 000

C'est un beau résultat surtout quand on se rappelle que le profit des Colonies ne saurait dépasser, à l'heure actuelle, sur ce chapitre £ 1 600 000.

LES CONSÉQUENCES

A. — *Conséquences théoriques.*

Nous avons admis jusqu'ici avec M. Chamberlain qu'il était en droit de proposer une réduction des taxes existantes en échange des droits différentiels proposés. Il y a lieu de faire les plus expresses réserves sur ce fait pour deux motifs.

(1) Ils semblent fondés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En premier lieu, la modification projetée est très grave en principe puisqu'elle n'est rien moins, encore que les *Tariff Reformers* s'en défendent avec énergie, que le renversement du système libre-échangiste — dont ils sont, à les en croire, les plus zélés partisans — et son remplacement par le Protectionnisme pur et simple. En effet à des droits purement fiscaux, frappant uniquement des articles que ne produit pas la Grande-Bretagne, on substitue des droits sur des denrées cultivées en Angleterre, sur un bétail qui y est élevé, droits ayant par suite un caractère nettement protectionniste. Ces droits sont également très dangereux pour l'avenir puisque l'on demande au pays de se prononcer non pas sur leur quotité, mais sur leur opportunité, et que s'il les accepte, rien n'empêchera alors, administrativement en quelque sorte, d'en augmenter le taux si les premiers droits n'ont pas donné les résultats qu'on en attendait.

C'est la théorie que nous a soutenue M. Vince au cours d'une longue conversation que nous eûmes avec lui en mai 1904.

La seconde raison pour laquelle la proposition de M. Chamberlain ne saurait être acceptée à notre sens est qu'il ne lui est pas permis de substituer des tarifs nouveaux aux tarifs existants. En effet il a laissé entendre au pays, par là, que les droits sur le thé (1), le sucre, etc., ont un caractère permanent : or c'est inexact. Il ne faut pas oublier, en effet, que ce sont des droits purement fiscaux, établis, ou singulièrement augmentés, au moment de la guerre du Transvaal, pour parer à des augmentations considérables de dépenses de caractère très nettement temporaire et que ces droits devaient être supprimés lorsqu'elles auraient cessé. Si des nécessités budgétaires ne l'ont pas encore permis, grâce aux charges nouvelles et croissantes que la Grande-Bretagne doit au gouvernement impérialiste de ces dernières années, il n'en demeure pas moins établi en principe que ce sont là des impôts temporaires, devant disparaître plus ou moins rapidement et qu'il n'est pas admissible de leur donner un caractère d'une permanence définitive en leur substituant non plus des impôts fiscaux mais des taxes de protection. Le peuple est en droit de demander, d'exiger même leur suppression et la proposition de M. Chamberlain, comme toutes les autres qu'il lui a faites depuis tant d'années ne tendent à rien moins qu'à le duper encore une fois.

Telles sont les deux raisons théoriques en dehors des arguments de fait montrant le caractère préjudiciable de cette taxation de denrées alimentaires au point de vue propre de la Grande-Bretagne.

B. — *Les conséquences pour les Colonies.*

Que vaut maintenant ce plan pour les Colonies ? quelle influence la taxation des céréales aura-t-elle vraisemblablement au point de vue de l'Union impériale ? Telles sont les deux questions qu'il nous faut résoudre.

Si nous reprenons le tableau des importations par catégories d'articles alimentaires en 1902, nous voyons que les Colonies n'en ont fourni que 1/5. Et les 32,57 p. 100 de ce 1/5 sont dus à l'Inde dont le sort n'a pas été nettement spécifié par les *Tariff Reformers* et dont il est sage pour ce motif de faire une catégorie spéciale.

(1) Remarquons qu'en 1902 sur une importation de 14 millions £, plus de 9200000 £ provenaient des Colonies, que par suite, par le simple jeu de la Préférence, l'Échiquier perdrait forcément 64 p. 100 des droits actuellement perçus et que conséquemment la générosité de M. Chamberlain était fatale et seulement apparente, car son plan ne saurait être mis en œuvre sans que les 64 p. 100 du droit disparaissent automatiquement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Voici la répartition :

Nature.	Importations étrangères. £	Importations de l'Empire. £	Importations totales. £
Grains et farines.	55 007 423	11 766 906	66 774 329
Beurres, œufs, fromages, poissons, légumes, etc.	50 337 378	11 658 370	61 996 148
Viandes (y compris bétail vivant)	39 387 963	8 761 461	48 149 424
Sucres, pâtisseries, conserves de fruits.	19 800 159	1 221 567	21 021 726
Thé, café, cacao, chicorée	4 822 608	9 230 398	14 053 006
Bières, vins, alcools.	6 548 645	618 138	7 166 783
Cidres et eaux minérales.	277 169	411	277 580
Totaux.	176 181 745	43 257 251	219 438 996

Pour bien se rendre compte de la valeur relative, pour les Colonies, des concessions que M. Chamberlain propose, il est nécessaire de voir comment le total de 43 millions environ de livres sterling se répartit entre les diverses parties de l'Empire et de mettre en regard les autres sources de l'importation. Ce faisant, nous constaterons si, parmi les pays étrangers, il en est dont la concurrence soit à l'heure actuelle particulièrement vive et qui, par leur situation géographique ou économique, seraient à même — étant donné le préjudice que leur causeraientles droits de Préférence — d'exercer des représailles contre l'Empire ou telle Colonie en particulier dont ils seraient en mesure de contrecarrer le développement agricole, par exemple en entravant leurs exportations de denrées alimentaires, pour totalité ou partie.

C'est une des questions importantes à envisager lorsque l'on doit étudier la valeur du plan de M. Chamberlain au point de vue colonial.

Le tableau suivant nous montre que les importations étrangères s'élèvent à £ **176 181 745** contre £ 24 457 382 d'importations provenant de Colonies ayant une autonomie financière absolue et partielle et 14 093 968 de la dépendance britannique qu'est l'Inde plus £ 4 875 901 pour les autres *Crown Colonies*, soit au total pour l'Empire = **43 257 251**.

RÉPARTITION DES IMPORTATIONS PAR ORIGINE

Pays étrangers.	£	Colonies ayant une autonomie financière et législative.	£	Dépendances britanniques sans autonomie.	£
États-Unis.	60 676 125	Canada et Terre-Neuve	16 024 041	Ind. Britanniques, Ceylan et Maurice. .	14 093 968
Danemark-Islande. .	15 231 269	Australie et Nouvelle-Zélande . . .	8 463 341	Guinée Britannique. .	2 352 036
France	14 498 294	»	»	Détroits.	1 023 702
Allemagne.	13 809 183	»	»	Iles Anglo-Norm, Malte, Gibraltar.	913 820
Russie	13 606 618	»	»	Hong-Kong.	105 533
Hollande	12 803 381	»	»	Afrique de l'E. et Aden.	62 140
Répub. Argentine. .	10 203 156	»	»	— de l'Ouest. . .	25 925
Espagne et Canaries.	5 898 263	»	»	— du Sud	25 255
Belgique.	4 117 865	»	»	Autres possessions. .	167 490
Suède et Norvège . .	2 262 185	»	»	»	»
Autres pays.	23 083 606	»	»	»	»
Total. . .	176 181 745	Total. . .	24 487 382	Total. . .	18 769 869

Nous remarquerons immédiatement en lisant le tableau ci-dessus la proportion extrêmement faible des Colonies à Self Governement, elle n'atteint que les 11,15 p. 100

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du total et cela malgré leurs progrès considérables accomplis notamment depuis 1897. Il est très évident que l'offre de Préférence Coloniale doit avoir pour but de stimuler leur développement agricole pour leur permettre de supplanter les pays étrangers sur le marché britannique.

Mais quand on voit d'une part la valeur de cette Préférence qui n'est même pas le tiers du droit protecteur existant dans le pays protectionniste où il est le plus faible, et, d'autre part, l'effort de mise en exploitation indispensable pour que l'Empire puisse arriver à se suffire au point de vue des denrées alimentaires, on est amené à penser que la valeur de la concession faite aux Colonies est bien petite par rapport à la charge imposée à la Métropole et qu'à leur point de vue l'importance de la Préférence sur les denrées alimentaires est trop faible.

Pour encourager une immigration nombreuse à l'intérieur de l'Empire — dans les Colonies agricoles en particulier — immigration qui doit être rapide si les résultats que M. Chamberlain attend de son plan doivent se réaliser il faudrait accorder aux immigrants des avantages plus considérables que 2 sh. par quarter sur les céréales et 5 p. 100 sur les viandes et produits de ferme.

On ne peut, en effet, pas se livrer uniquement à des spéculations abstraites pour une question de cet ordre. il faut se placer sur le terrain des faits et tenir compte de la réalité, c'est-à-dire que des pays d'une grande puissance d'exportation agricole, comme les États-Unis par exemple, ne verront pas et ne peuvent pas voir, au moins pendant longtemps, leurs importations en Angleterre réduites par la Préférence étant donné qu'ils fournissent les 4/5 de la consommation totale.

Avant de se consacrer à des entreprises, qui — si profitables qu'elles paraissent devoir être, — entraînent forcément des risques, puisqu'il s'agit de supplanter des concurrents sur un marché donné dont l'élasticité a des limites, les immigrants voudront être assurés de ne pas se trouver dans des conditions par trop désavantageuses. Il faut non pas qu'ils continuent à exploiter des terrains mis déjà en culture, mais pour la plupart qu'ils défrichent des régions nouvelles et vierges. Si fertiles qu'elles soient, il est vraisemblable que leur coût de production se trouvera supérieur à celui non seulement des autres fermiers coloniaux, mais de ceux de pays étrangers jouissant, soit comme les États-Unis des mêmes conditions climatériques, ou comme la Russie, la Turquie, d'une main-d'œuvre très peu rétribuée.

Ces conditions peu favorables sont encore aggravées parce que si l'on peut admettre que la Métropole fasse par patriotisme un dur sacrifice pour substituer les importations coloniales aux importations étrangères, il semble impossible que l'on puisse obtenir du Tariff Reformer le plus convaincu qu'il consente à payer le blé colonial plus cher que le blé étranger augmenté du droit préférentiel.

De l'aveu des Tariff Reformers il s'écoulera un grand nombre d'années avant que les Colonies soient en mesure d'alimenter en totalité la Grande-Bretagne et, jusqu'à ce jour, on ne peut songer à fermer le sol anglais aux céréales étrangères; ce qui revient à dire que, pendant toute la période de mise en valeur, l'Empire aura à lutter contre la concurrence de pays outillés dès à présent pour une forte exportation, et déjà placés dans les conditions où se trouvera l'Empire lorsqu'il sera en mesure de se suffire. Or pendant cette période on ne peut demander aux producteurs coloniaux de faire usage de leurs surprofits pour élever les concurrents étrangers tout en les employant à mettre de nouveaux territoires en culture.

Pour toutes ces raisons les droits projetés ne peuvent donner au point de vue

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

colonial agricole une grande valeur à la Préférence de M. Chamberlain sur ses bases actuelles.

***

Le tableau précédent nous permet une autre constatation d'une grande importance.

Des pays étrangers importateurs, un seul, les États-Unis, fournit annuellement à l'Angleterre des denrées alimentaires pour une valeur supérieure à celle que tout l'Empire réuni lui envoie, c'est dire 60 millions contre 43 millions.

Il est assez évident que les États-Unis auxquels les droits préférentiels ne peuvent être que nuisibles, chercheront à exercer des représailles. Ils constituent aujourd'hui le concurrent le plus redoutable pour toutes les possessions britanniques et plus particulièrement pour le Canada ; comme nous l'avons vu, c'est la Dominion qui, au point de vue de ses importations alimentaires dans la Métropole, est de toutes les Colonies britanniques de beaucoup la plus importante (l'Inde mise à part). C'est son développement, la mise en valeur de ses territoires qu'espère M. Chamberlain. Il vise à en faire le grenier à blé de l'Empire dont l'Australie et la Nouvelle-Zélande seraient les éleveurs.

Or, pour que ce projet puisse se réaliser il faut de toute nécessité, sinon la bienveillance, du moins la neutralité des États-Unis et c'est surtout ainsi qu'ils seront en mesure d'exercer des représailles contre l'Empire (1).

Les régions agricoles (le Minnesota en particulier) que l'on veut développer, se trouvent dans le voisinage de l'Océan Pacifique dont les ports, étant donné la latitude, sont bloqués par les glaces pendant plus de la moitié de l'année. Malgré la construction projetée du Grand Transpacifique et l'achèvement du Transcanadien (2), les communications entre les régions agricoles et le port d'Halifax ou ceux de Nouvelle-Écosse par lesquels sur l'Atlantique, les exportations sont possibles en toutes saisons, celles-ci seront toujours fort coûteuses et risquent fort de n'être pas pratiques ni acceptables pour des céréales. Et c'est par la voie des États-Unis, par le transit peu coûteux, sur les Grands Lacs, que les exportations de denrées alimentaires canadiennes se poursuivront vraisemblablement pendant une fort longue période et en tous cas pendant les années qui s'écouleront d'ici à ce que la Dominion ait pris son plein essor agricole, c'est-à-dire en résumé pendant le temps où le Canada aura besoin de facilités et de réduire au maximum le coût de production en y incluant le transport.

On voit de suite comment les représailles des États-Unis peuvent s'exercer en entravant le développement canadien, — même au risque d'une guerre de tarifs où ils auraient certainement l'avantage, parce que les autres pays ont besoin d'eux tandis qu'ils en sont indépendants.

Pour empêcher la concurrence de la Dominion de se développer, les États-Unis peuvent rendre inopérante la Préférence coloniale de l'Angleterre. Il leur suffit de frapper les blés en transit (3) d'un droit égal ou supérieur au tarif différentiel afin de se

(1) Nous envisageons maintenant la question agricole.

(2) Leur achèvement demandera un grand nombre d'années.

(3) Dans son livre fort intéressant FREE TRADE PROTECTION, DUMPING, BOUNTIES AND PREFERENTIAL TARIFFS, Londres, 1903. Longmans, Green and C°, M. Henry A. Agacy, ch. IV, p 67, signale une hypothèse d'après laquelle à l'heure actuelle le Canada serait en mesure de fournir le blé nécessaire à l'Angleterre, mais d'après laquelle la plus grande partie va aux États-Unis. Ce n'est qu'une hypothèse en faveur de laquelle il n'y a pas de sérieuses présomptions, mais elle ne ferait, si elle était exacte, que confirmer ce que nous venons de dire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

retrouver dans les conditions antérieures. Cette arme des États-Unis leur permettra avec la même facilité de rétablir l'équilibre en cas non seulement d'une augmentation de la Préférence, mais de primes à l'exportation du gouvernement canadien, distribuées dans ce but.

Et si la Grande-Bretagne entrant dont la voie d'une guerre de tarifs voulait exercer des représailles contre les États-Unis, ceux-ci n'auraient qu'à augmenter du montant de ces droits leurs tarifs de transport pour le transit canadien. Il est à prévoir que l'Angleterre se lasserait, malgré son impérialisme, la première de ce jeu, parce qu'en définitive elle ne peut se passer des importations alimentaires des États-Unis jusqu'à ce que l'Empire soit à même de se suffire et que, d'autre part, ces accroissements du prix d'articles alimentaires indispensables imposeraient aux populations ouvrières des sacrifices qu'elles ne peuvent en aucun cas supporter et dont la répercussion sur l'industrie serait terrible.

Nous n'avons pas tenu compte des possibilités du Canada de ne pas avoir recours au transit par les États-Unis parce que pendant toute cette période de construction des voies ferrées et de développement agricole, le transport par routes canadiennes serait impraticable tant par le coût extrêmement élevé du charroi sur route que par le temps nécessaire à l'effectuer. Dans une lettre au *Times* en date du 25 juillet 1903, M. Carnegie faisait observer avec beaucoup de raison que le Canada a embarqué en 1902 par les ports américains 28 546 000 boisseaux de blé, et, comme la valeur totale de ses exportations n'était que £ 28 471 000, il paraît que la très grande portion du blé passe par les États-Unis, parce que ceux-ci ont généreusement accordé le transit sans droits de douane : ce qui est indispensable avec des ports bloqués par les glaces cinq mois par an.

Même lorsque la navigation du Saint-Laurent vers Saint-Jean est libre, n'est-ce pas folie que de prendre cette voie, l'une des plus dangereuses du monde, alors qu'un peu plus loin au sud on a une route où glaces et brouillards ne sont pas à redouter et qui conduit aux ports américains.

Il n'est pas possible d'évaluer, même approximativement d'une manière sérieuse, l'avantage résultant d'une préférence même beaucoup plus élevée que celle proposée, mais il est vraisemlable qu'elle disparaîtrait en cas de guerre de tarifs et que, en conséquence, le développement agricole, ou tout au moins sa mise en route seraient singulièrement ralentis pour ne pas dire arrêtés.

*
* *

Quoi qu'il en soit, nous l'avons vu, la valeur de l'offre n'est pas considérable au point de vue colonial ; admettons cependant que le plan ait été adopté. Au bout de combien de temps, en supposant que la progression normale de la production se maintienne, les Colonies seront-elles en mesure de suppléer entièrement la Métropole en céréales ?

Les chiffres suivants, fournis par les *Board of Trade Returns* pour l'année 1902 sont suggestifs en leur concision même ; ils permettent cependant d'arriver à des évaluations intéressantes. Elles ne sont évidemment pas d'une exactitude mathématique mais les erreurs que l'on peut faire ne sauraient modifier les résultats d'une façon très appréciable en ce sens que le point intéressant est non de savoir au bout de combien d'années les Colonies pourront être le seul fournisseur de la Métropole, mais si l'on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

peut espérer que cette éventualité se produira dans un délai très court, ou si l'on ne peut l'envisager que dans un éloignement de cinquante ou soixante ans au cours duquel des événements peuvent se produire qui rendraient cette tentation d'union inutile.

Nous voulons dire par là que si la Préférence Coloniale s'impose parce que l'Empire se désagrège et que c'est uniquement sur des bases commerciales qu'un rapprochement durable peut s'opérer, il est important au plus haut point, entre le moment où l'idée sera acceptée et celui où les Colonies profiteront des avantages qui doivent les attacher à la mère patrie, qu'il s'écoule seulement un très court délai. Mais s'il faut compter qu'un siècle ou même un demi-siècle sera nécessaire avant que les effets puissent être perçus, les raisons de la désagrégation subsistent entières et le seul lien jusqu'à ce moment sera un lien de sentiment, c'est-à-dire le lien actuel, que M. Chamberlain proclame insuffisant.

Il est certain qu'en principe l'Empire peut se suffire à lui-même, mais ce qui importe c'est de chercher si les faits ne tendent pas à prouver que cette éventualité ne peut pas se réaliser pratiquement avant fort longtemps. L'ancien ministre des Colonies, si prodigue parfois de données statistiques, s'abstient soigneusement d'en fournir en l'occurrence. Il raisonne *in abstracto* et laisse entendre que l'Empire se suffisant à lui-même *sera* du jour où la Préférence aura été acceptée.

Soumettons cette contention à l'épreuve des chiffres.

IMPORTATIONS DE CÉRÉALES (ORIGINE IMPÉRIALE)

Nature.	1897 Cwts.	1901 Cwts.
Blé	5 393 000	16 854 000
Orge	70 000	452 000
Avoine	1 782 100	1 325 000
Rye (blé noir)	205 000	394 000
Maïs	4 235 000	2 086 000
Farines	1 540 000	1 906 000
Totaux	13 225 000	23 017 000

Accroissement total en cinq ans . . . *9 792 000* Cwts.
ACCROISSEMENT ANNUEL . . . . . **1 958 400** »

L'accroissement annuel est inférieur à 2 millions de cwts. Si l'on admet que la même progression se maintienne, il faudrait aux colonies **70 ans** avant qu'elles soient en mesure de fournir les 166 000 000 cwts de céréales que la Grande-Bretagne achète chaque année à l'étranger.

Ce chiffre de 70 ans nous paraît pouvoir être accepté comme se rapprochant de la réalité, parce que l'on a négligé deux facteurs qui se compensent dans une large mesure.

Nous n'avons tenu compte de l'accroissement de population ni en Angleterre, ni dans les colonies.

Or, si on admet que l'augmentation de population en Grande-Bretagne se poursuive dans la même proportion que depuis le début du XIXe siècle ou même sa seconde moitié, il faudrait une période presque double pour arriver au même résultat, c'est-à-dire **130 ans**, et si l'on admet que l'immigration atteigne un développement de 1/2 plus considérable, on arriverait au résultat cherché en quatre-vingt-six ans.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et si l'on suppose que l'immigration permette un accroissement annuel de 4 millions de cwts, il faudrait soixante-cinq ans.

Comme on le voit, le chiffre de 70 ans peut être accepté comme base de discussion : la conclusion qu'on en peut alors tirer est celle que nous avions déjà dite plus haut.

De quelque manière, au point de vue colonial, que l'on envisage la Préférence proposée (1), la valeur qu'elle représente est dérisoire, soit en argent : le bénéfice actuel des colonies, bénéfice à répartir entre elles, ne dépasse pas 1 600 000 livres sterling par an, soit par le temps nécessaire pour que l'Empire puisse se suffire à lui-même. En trois quarts de siècle, bien des faits peuvent se produire qui empêchent la réalisation des prédictions les plus optimistes, et en tout état de cause que vaut une promesse dont l'échéance est aussi lointaine? Il ne faut pas se dissimuler que si brillantes que puissent être les perspectives d'avenir, le présent serait loin d'être satisfaisant pour les colonies qui se trouvent aux prises, le Canada pour le blé avec la concurrence américaine armée de terribles représailles, l'Australasie, avec la concurrence métropolitaine dans l'élevage du bétail, car si la préférence sur les céréales est insuffisante pour avantager les Colonies et la Métropole, celle sur les viandes encouragera les fermiers britanniques à abandonner la culture pour s'adonner presque exclusivement à l'élevage dont elle a déjà aujourd'hui réussi à s'assurer les 56,6 p. 100, tandis que la part des colonies n'est que de 9,43 p. 100.

Jusqu'à quel point la Préférence embryonnaire proposée est-elle de nature à créer une union plus étroite entre la Grande-Bretagne et ses Colonies autonomes?

Qu'il nous soit permis tout d'abord de faire observer que la méthode de rattachement préconisée semble en soi très dangereuse et propre à amener des dissentiments une fois que, grâce à elle, l'union aura été établie sur des bases commerciales.

Par le fait de la diversité des climats, des latitudes, des conditions économiques, les Colonies ont des productions essentiellement différentes. Pour un même sacrifice commun qu'on leur demande, c'est-à-dire pour une préférence accordée aux produits métropolitains, elles jouiront en principe des mêmes avantages ou plus exactement de la même réduction des droits dont l'Angleterre frappera les céréales étrangères, en l'espèce leur suppression.

Mais en fait, leurs situations respectives seront très différentes et la préférence de 2 sh. par imperial quarter sur le blé, dont le Canada tirera la profit maximum, dont bénéficieront à un moindre degré l'Australie et la Nouvelle-Zélande, ne servira de rien au Cap, au Natal, au Sud de l'Afrique, non plus qu'à Terre-Neuve, dont les seules exportations alimentaires sont constituées par le poisson. Il en est de même pour les autres taxes proposées. Et pour cette raison seule n'est-il pas à craindre qu'au lieu de la fusion à laquelle la Préférence doit amener, il n'y ait une distension des rapports entre les diverses parties de l'Empire dont certaines se trouveront lésées par rapport à d'autres dans leurs intérêts, ou encore n'auront pas obtenu la part à laquelle leur donneraient droit à leur sens leur loyalisme, ainsi que les sacrifices consentis par elles autrefois à la Métropole en des temps difficiles. De plus, d'une façon générale, la Préférence sur les denrées alimentaires ne saurait convenir également à toutes les Colonies : il faut tenir compte de la quotité disponible, et surtout du fait que certaines des colo-

(1) Nous basons notre raisonnement sur la *préférence actuelle*, les conclusions pourraient se trouver modifiées si par exemple le droit sur les blés était porté de 2 à 8 ou 10 shillings par quarter, ainsi que certains protectionnistes le laissent entendre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nies, à l'heure actuelle, comme le Sud de l'Afrique, n'exportent pas un cwt de denrées alimentaires.

C'est ce dont le tableau suivant permet de se rendre compte, en montrant l'inégalité de profit que les Colonies tireraient de la combinaison proposée.

Le Canada dont les exportations de denrées alimentaires sont supérieures à l'ensemble de celles des autres colonies, se trouverait tout particulièrement avantagé, et c'est lui qui, principalement, profitera de la Préférence.

C'est ainsi que pour 1902 nous voyons :

VALEURS EN MILLIERS DE £ (1)

Nature.	Canada.	Australie.	Nouvelle-Zélande.	Afrique du Sud.
Blé, farines, céréales de toutes sortes. . .	4484	1496	74	»
Animaux vivants.	1731	»	»	»
Viandes fraîches et salées	1788	1295	3919	»
Produits de ferme (beurres, fromages, etc.).	6094	402	913	»
Poissons.	1074	»	»	»
Thé.	»	15	»	»
Vins.	»	157	»	»
Fruits.	575	188	»	»
Totaux.	15746	3543	4960	»

Ces totaux sont dérisoires eu égard aux importations totales, mais tout se réduit à une question de valeurs relatives pour les diverses colonies. Or, 750 000 Néo-Zélandais réaliseront un profit sur près de 5 000 000 £, tandis que celui de 4 000 000 d'Australiens ne dérivera que d'une somme de 3 1/2 millions, et que c'est le bénéfice résultant d'environ 16 000 000 £ qui profitera au Canada avec sa population de 11 000 000, situation très inégale et qui se résume ainsi :

Pays.	Part de chaque pays.	Population.	Bénéfice.	Bénéfice par tête.
Canada	64,93 p. 100	5 500 000	1 038 400 £	3 sh. 9 d.
Australie	14,61 —	4 000 000	233 600 —	1 sh. 1 d.
Nouvelle-Zélande . .	20,46 —	750 000	328 000 —	8 sh. 9 d.
Afrique du Sud . . .	0		0	0

La part de chacune des Colonies n'est nullement proportionnelle à ses exportations eu égard à la population; c'est ainsi, par exemple que la préférence n'équivaut pour le Canada qu'à 3 sh. 9 d. par tête, pour l'Australie à 1 sh. 1 d., tandis qu'elle est 2 et 4 fois supérieure pour la Nouvelle-Zélande avec 8 sh. 9 d. Ce serait une source de jalousies entre les Colonies tendant évidemment à détruire la bonne harmonie existante; quel que soit d'ailleurs le taux admis dans les droits — qu'il soit augmenté dans telle proportion que l'on veut — il est présumable que la situation relative ne se trouvera pas modifiée, et que les causes de mécontentement que nous venons de voir subsisteront d'autant plus, en somme, qu'il faudrait équitablement qu'à titre de réciprocité les Colonies consentissent un sacrifice équivalent à celui que s'est imposé la Métropole.

Or, elles ne semblent pas disposées à entrer dans cette voie : elles veulent bien, en principe, accorder une préférence, mais qui ne leur coûtera rien, et en bonne justice

(1) Ce tableau est dressé avec des chiffres empruntés aux *Memoranda statistical Tables and Charts* du Board of Trade, *op. cit.* [cd. 1761] 1903, VII, Sources of Supply of foodstufs, p. 112 à p. 117 inclus.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on ne saurait leur demander d'accorder davantage qu'elles ne reçoivent. D'où cette conséquence que la Préférence Coloniale varierait avec chacune d'elles, équivalente à 1 sh. pour l'Australie, à 4 sh. 1 d. pour le Canada, par exemple, à 3 sh. 9 d. et à 8 sh. 9 d. pour la Nouvelle-Zélande. Et par suite naîtraient des causes de froissement entre les diverses colonies, d'après la valeur du sacrifice consenti : c'est à une question de gros sous, de plus ou de moins, que se mesurerait le loyalisme. Les causes de froissement avec la Métropole, également de même ordre, ne seraient pas moindres, avec cette aggravation toutefois que celle-ci aurait augmenté ses charges beaucoup plus sérieusement que les diverses parties de l'Empire ne le feront en aucun cas, par le fait que la dépense supplémentaire britannique sera de 16 millions de livres sterling, tandis que le seulement profiterait aux Colonies.

Il en résulte donc un danger de désagrégation de l'Empire au lieu de l'Union que la Préférence devait assurer.

Mais en outre, la cordialité des relations de la Métropole et de ses Colonies, risque d'être sérieusement compromise — ce qui accroîtrait les causes de désagrégation — parce que, pour chaque colonie, la Préférence accordée sur les seules denrées alimentaires et produits manufacturés bénéficiera non à la Colonie tout entière, mais à telle catégorie d'habitants au détriment de telle autre, par exemple aux agriculteurs et manufacturiers à l'exclusion des forestiers et exploitants de mines.

Pourquoi, en bonne logique, cette différenciation? Elle ne saurait se justifier à quelque point de vue que l'on se place pour faire aboutir l'Union.

M. Chamberlain a posé un dilemme le jour où, à Birmingham, il a fait connaître les grandes lignes de son plan : aujourd'hui, a-t-il dit en substance, des symptômes se manifestent d'une désagrégation de l'Empire, le lien existant, le lien de loyalisme n'est plus suffisant, l'union ne peut s'établir que sur des bases commerciales pour être durable et arriver à sa forme définitive de libre-échange impérial. Donc, c'est uniquement par des concessions d'intérêt que les colonies demeureront attachées à la Métropole.

Or, pour qu'elles aient réellement une valeur, pour qu'elles amènent un résultat en vue duquel tout le système est établi, il faut cette double condition qu'elles profitent également par leur ensemble, à toutes les Colonies, et que dans une même Colonie toutes les catégories de citoyens en tirent un avantage équivalent.

Nous avons examiné la première condition, et vu qu'elle n'était pas remplie, tant s'en faut, par le plan de Préférence.

Il en est de même pour la seconde : en effet, la production et les exportations coloniales se divisent en trois catégories : — 1° denrées alimentaires; 2° matières premières; 3° produits manufacturés — qui ont une importance très inégale : la première et la seconde étant surtout développées, et la troisième dans l'enfance.

Pour que le plan Chamberlain donne les résultats annoncés, il faut que les avantages commerciaux soient accordés équitablement, c'est-à-dire dans la même proportion, aux trois groupes : or, le deuxième, celui des matières premières, se trouve systématiquement exclu du bénéfice de la Préférence.

D'où une conséquence : en admettant que les droits sur les denrées alimentaires et les produits manufacturés profitent à la Colonie, il y a cependant toute une catégorie de citoyens sacrifiée car elle est systématiquement exclue du bénéfice de la Préférence qui lui est refusée, c'est celle des patrons et ouvriers occupés par les travaux forestiers ou d'extraction puisqu'elle ne produit que des matières premières.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Or, dans ces conditions, le seul lien qui pourra attacher cette catégorie de citoyens de la Colonie à la Métropole sera le loyalisme, c'est-à-dire un lien d'ordre sentimental et non matériel.

Donc, comme d'après l'affirmation de M. Chamberlain, le loyalisme est insuffisant pour empêcher la désagrégation de l'Empire, qu'il faut pour cela des concessions d'ordre commercial, des liens d'intérêts, qui manquent entièrement et volontairement dans l'espèce, ces citoyens formeront un élément séparatiste, d'autant plus important qu'ils formeront une proportion plus grande de la population.

Il en résulte que la Préférence, telle qu'elle a été proposée, au lieu d'être une source de paix et d'union, sera une cause de jalousies, de mécontentement, de rivalités entre habitants de la même Colonie, qui ne tarderaient pas à dégénérer, chez ceux qui seraient lésés, en haine et en rancune contre la Métropole, pour avoir avantagé les autres catégories à leur détriment.

Il est à redouter que la Préférence en soi sera une cause de dissensions redoutables. Le loyalisme est le plus sûr garant du maintien du *statu quo*. Du jour où le lien serait basé sur l'intérêt, la question pourrait se poser, pour certaines Colonies, s'il ne serait pas de leur avantage de se rapprocher d'un autre pays, plus conforme à leur race, plus semblable à elles-mêmes comme aptitudes, comme sens des affaires, comme méthodes, que la Grande-Bretagne.

Déjà même on sent au Canada poindre le mécontentement des industriels pour la Préférence unilatérale donnée à la Métropole.

En mars 1902, M. Monck, représentant de Jacques Cartier, disait :

« Aussi prêts et désireux que nous ayons été d'accorder une Préférence à la Grande-Bretagne, nous n'avons jamais entendu accorder une Préférence qui mit en péril d'une façon quelconque nos grands intérêts industriels (1). »

Et en 1903, un *Memorandum* officiel du gouvernement de la Dominion affirmait que :

« Le gouvernement canadien a été attaqué par les manufacturiers canadiens, sous le prétexte que la Préférence fait un tort sérieux à leurs industries. Les manufacturiers de la laine ont été les plus violents dans l'attaque, et ils se sont plaints amèrement que l'industrie est menacée de la ruine par suite de la concurrence acharnée de la Grande-Bretagne due à la mise en vigueur de la Préférence (2). »

La Préférence a été une source de froissements qui ne se seraient certainement pas produits dans l'état antérieur des relations entre la Dominion et la Métropole, et qui se sont manifestés du jour où l'on a tenté d'établir les rapports sur une base commerciale. Elles ne font que s'accentuer et donnent ainsi une présomption que le système est dangereux et conduirait vraisemblablement à des résultats tout différents de ceux qu'en attend M. Chamberlain.

(A suivre.)

(1) Directement ou non.
(2) L. Chiozza Money, *Elements of the fiscal problem*, *op. cit.*, ch. x, p. 95.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTES D'AGRICULTURE

par **M. Hitier.**

LA QUESTION DE LA MAIN-D'ŒUVRE AGRICOLE DANS LES GRANDES EXPLOITATIONS DE L'ILE-DE-FRANCE

A l'heure actuelle la question qui, fort justement, préoccupe le plus les agriculteurs, est celle de la main-d'œuvre; c'est que, aussi bien en France qu'en Angleterre, en Allemagne qu'en Hongrie, la main-d'œuvre agricole se fait rare et devient de plus en plus exigeante; dans tous ces pays, c'est surtout dans les grandes fermes, désignées parfois sous le nom de fermes industrielles, que la question de la main-d'œuvre agricole se pose particulièrement grave et délicate.

Pour nous en tenir, aujourd'hui même, à la France, c'est dans les exploitations, si remarquables du reste, comme procédés de culture et rendements agricoles, de la Brie, de la Beauce, du Vexin, du Soissonnais, etc., dans ces fermes à betteraves de culture si intensive, que des grèves agricoles ont malheureusement éclaté ces dernières années, dans une région où, somme toute, la terre semble donner le maximum possible de produits et où les salaires payés aux ouvriers et domestiques agricoles sont des plus élevés.

Pour comprendre comment se pose, dans ces grandes fermes à culture intensive et industrielle de l'Ile-de-France, la question de la main-d'œuvre, il est nécessaire, tout d'abord, de rappeler les conditions économiques de ces exploitations, et les caractères qui les distinguent nettement de la plupart des exploitations agricoles que l'on rencontre dans d'autres régions de la France.

Caractères des grandes fermes à culture intensive de l'Ile-de-France. — Ici, plus que partout ailleurs, l'Agriculture a pris les caractères d'une véritable industrie. Nulle part ne s'y montrent plus accentuées, par exemple, la division du travail et la spécialisation qui sont bien les traits les plus frappants de l'industrie moderne.

Cette division du travail, cette spécialisation nous les trouvons tout d'abord dans le mode même du faire valoir des exploitations de ces régions de la Brie, du Soissonnais, du Vexin, du Laonnais, etc.

Les grosses exploitations de 150 à 300 hectares sont ici plus fréquentes que partout ailleurs; or c'est exceptionnellement que le propriétaire fait valoir lui-même une telle exploitation. La plupart de ces grandes exploitations sont cultivées par des fermiers.

Le propriétaire apporte le capital foncier, le fermier le capital d'exploitation pour la mise en valeur du sol.

Ces fermes exigent un capital d'exploitation considérable que l'on ne peut guère évaluer à moins de 800 à 1 000 francs par hectare. Par conséquent n'est pas ici fermier qui veut. Pour être fermier il faut déjà, pourrait-on dire, être un capitaliste, disposant de 100 à 200 000 francs; dans ces conditions, celui qui prend une ferme importante est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quelqu'un disposant de gros capitaux qu'il entend placer et faire fructifier lui-même dans une entreprise agricole, comme tel autre capitaliste cherche à le faire dans une entreprise industrielle.

Le fermier, ici, est le plus souvent encore un homme ayant reçu une instruction générale complète, ayant fait ses études dans un lycée ou un grand collège, les ayant complétées au point de vue technique, quelquefois par le passage dans une grande école d'Agriculture, toujours dans tous les cas par un stage plus ou moins prolongé dans une ferme réputée.

A la tête de ces exploitations agricoles se trouvent des hommes d'une part instruits à la fois des progrès techniques de la pratique agricole et des conditions économiques du milieu où ils opèrent, des hommes pouvant et sachant d'autre part faire des *avances* à la terre, ne craignant pas d'incorporer au sol des capitaux dans une très large mesure.

Dans ces régions l'Agriculture ainsi comprise et pratiquée n'est pas, comme trop souvent on la représente et se la figure, le métier des pauvres gens réservé à peu près exclusivement à ceux qu'on appelle avec un certain dédain les *paysans*, successeurs des *paganî* et des serfs courbés sur la glèbe, sorte de race inférieure vouée à la routine, à l'ignorance; l'agriculture n'y est pas le métier où le travail des bras joue le principal rôle.

La conception ancienne de l'entreprise agricole, qui compte, du reste, encore des partisans plus ou moins inconscients dans le peuple des campagnes, est celle de l'entreprise agricole se donnant pour but de se suffire à elle-même. Le chef de famille, travaillant principalement pour sa consommation et celle de ceux qui l'entourent, s'ingénie à produire tout ce qui est nécessaire à la vie de la maison, quitte, pour atteindre ce résultat, à faire parfois violence à la nature, s'obstinant à pratiquer certaines cultures en dehors de leur zone naturelle.

La conception nouvelle de l'entreprise agricole, celle de tous ces grands fermiers, notamment de la Brie, du Soissonnais, etc., dont nous venons de parler plus haut, est tout opposée : ici l'agriculteur ne disperse pas son effort sur un grand nombre de productions, mais le concentre, au contraire, sur une branche donnée ou tout au moins fait prédominer dans son entreprise quelques productions principales, celles répondant le mieux aux conditions naturelles et économiques du milieu où se trouve placée son exploitation.

C'est ainsi que dans toutes ces fermes de l'Ile-de-France et du rayon de Paris, les productions agricoles sont, en réalité, peu nombreuses : comme productions végétales les céréales, blés et avoines, puis la betterave destinée à fournir soit du sucre, soit de l'alcool; comme productions animales : le mouton et encore, pas toujours, l'engraissement des bœufs de travail; dans quelques fermes à fromage, la production du lait.

Dans ces fermes, somme toute, la production végétale est de beaucoup, en règle générale, la plus importante. Sans doute on continue à y entretenir du bétail : il faut bien des chevaux et des bœufs pour effectuer les travaux; il faut des bœufs et des moutons pour consommer une partie tout au moins des fourrages et des pailles, des pulpes revenant, soit de la distillerie, soit de la sucrerie. Il faut surtout du bétail pour assurer la production en grosse masse du fumier employé dans les entreprises qui pratiquent la culture intensive (1).

(1) Ces fermes, toutefois, ne produisent presque jamais assez de fumier; et, surtout dans les rayons autour des grands centres de consommation de paille et fourrage, les fermes vendent des pailles et des fourrages et rachètent de grosses quantités de fumiers.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans tous les cas, ces fermes de culture intensive sont le théâtre d'un phénomène de spécialisation très intéressant en ce qui touche le bétail, phénomène qui se traduit par ce fait qu'elles sont de moins en moins des fermes à élevage, « *elles utilisent le bétail, elles ne le produisent pas* » ; c'est là une application importante de spécialisation.

La plupart de ces fermes, à culture intensive, sont, en effet, pour le recrutement de leurs animaux, soit de travail, soit de rente, tributaires des pays d'herbage. Elles considèrent qu'outillées pour la production végétale, qui est, du reste, la production la mieux adaptée aux conditions naturelles du sol et du climat de leur milieu, elles ont intérêt à ne pas éparpiller leurs efforts; elles recrutent donc leurs animaux en pleine force et en plein rendement.

Dans ces fermes les forts chevaux qui font les charrois sur route, conduisent les grains, les pailles, les fourrages, ramènent les fumiers, etc., sont achetés à quatre ou cinq ans, à l'âge où ils peuvent rendre le maximum de services; ces chevaux sont nés dans le Perche, le Boulonnais, le Nivernais; les bœufs, que l'on utilise pour les labours et tous les travaux de culture, sont achetés à trois ou quatre ans dans l'Allier, la Nièvre, l'Auvergne, etc.

Dans les fermes de cette même région, dans celles de Brie, par exemple, où la production laitière et fromagère est une des spécialités, les vaches sont achetées, prêtes à vêler, en Flandre, ou en Normandie.

Et, si dans plusieurs de ces fermes on élève des moutons, on fait naître les agneaux ; dans beaucoup, par contre, on se contente d'acheter, dans le Berry ou ailleurs, des moutons de un à deux ans, l'engraissement étant alors la seule spéculation à laquelle on se livre.

Un autre caractère de ces fermes à culture intensive, de l'Ile-de-France, est l'introduction aussi large que possible de la machine dans l'organisation du travail agricole.

Ici beaucoup des opérations, qui s'effectuaient autrefois à la main, sont accomplies mécaniquement ; l'homme se bornant alors à diriger la machine qui lui épargne à la fois temps et peine. (C'est, par exemple, l'emploi général des semoirs mécaniques, des bineuses et houes à cheval, des faucheuses et moissonneuses, des batteuses, etc.)

Les forces qui jouent un si grand rôle dans le travail de l'usine moderne, principalement la vapeur et l'électricité, ont pénétré dans ces fermes.

Un des caractères de l'industrie moderne se retrouve, du reste, encore ici dans l'organisation du travail lui-même.

Dans toutes ces fermes on a substitué le travail à la tâche au travail à la journée dans la plus large mesure possible. C'est encore un des traits distinctifs de ces exploitations.

Sans doute il y a toute une catégorie de travailleurs agricoles pour lesquels il ne peut être question d'une rémunération à la tâche ; ce sont les domestiques proprement dits : charretiers, bouviers, préposés à la conduite des animaux de trait (et encore leur donne-t-on des gratifications souvent, au moment des binages, de la moisson, si une certaine surface est binée, coupée dans la journée), ce sont les valets de ferme, hommes à toutes mains que, dans une même journée, on doit, à la ferme, faire passer souvent d'une occupation à une autre.

Mais pour les ouvriers, manœuvres, de toute espèce, pris par opposition aux domestiques et qui, à la différence de ceux-ci, ne sont pas, au moins pour la plupart, attachés à l'exploitation d'une façon permanente, le système du paiement à la tâche est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le plus largement répandu. Embauchés pour un travail déterminé d'une durée plus ou moins longue, ils sont, suivant l'expression courante, mis à leur compte. Le patron veille seulement à la bonne exécution du travail.

Tel est le cas pour les ouvriers employés aux travaux de la betterave, binage et arrachage, — aux travaux de la moisson. Tel est le cas encore, dans ces fermes, pour les travaux de chargement et d'épandage des fumiers, des marnes, des écumes de défécation des sucreries, ces travaux sont rémunérés à la tâche ; tel est le cas aussi pour le battage des céréales, confié à une équipe d'ouvriers, battage se continuant presque toute l'année dans ces fermes.

Résumons, dans ces grandes lignes, les caractères principaux de ces fermes à culture intensive de l'Ile-de-France :

1° A la tête de l'exploitation, un fermier, homme instruit et disposant de capitaux importants.

2° Spécialisations dans la production agricole. On cherche à obtenir un petit nombre de produits, somme toute, mais les mieux adaptés aux conditions naturelles et économiques du milieu.

3° Prédominance, en général, de la production végétale.

4° Emploi le plus répandu possible de la machine.

5° Organisation du travail de façon à en obtenir le maximum de rendement et, pour cela, le travail à la tâche aussi généralisé que possible.

6° Dans toutes ces fermes on ne craint pas de dépenser beaucoup par hectare pour obtenir un produit brut aussi élevé que faire se peut.

7° Dans la répartition du produit brut entre les divers agents de la production agricole : État, propriétaire, chef d'exploitation, agents généraux, main-d'œuvre agricole, cette dernière n'a cessé de prélever une part de plus en plus importante. Les salaires des ouvriers agricoles de ces fermes sont, en effet, avons-nous dit, parmi les plus élevés qu'on trouve en France.

Salaires des ouvriers agricoles. — Pour préciser les salaires que reçoivent les ouvriers agricoles de ces fermes à culture industrielle et intensive de l'Ile-de-France, nous ne pouvons mieux faire que de donner ici les renseignements fournis à cet égard par M. A. Brandin à la Société nationale d'Agriculture de France. La ferme de Galande située à Réau, en pleine Brie, à quelques kilomètres de Lieusaint (canton de Brie-Comte-Robert) est occupée depuis 1690 par la famille de M. Brandin.

M. A. Brandin, le fermier actuel de Galande, est un des agronomes praticiens les plus distingués de la Brie, un de ces fermiers dont s'honore très justement l'Agriculture française.

Les chiffres, que M. Brandin a donnés, tirés de la scrupuleuse comptabilité de sa ferme, le concernent particulièrement, mais sa situation ne diffère pas assez de la situation générale des grandes exploitations de l'Ile-de-France pour que ces chiffres puissent être récusés.

L'exploitation de Galande consacre chaque année 60 p. 100 de ses terres labourables aux céréales, de 20 à 25 p. 100 à la betterave, de 15 à 20 p. 100 aux prairies artificielles; une distillerie de betterave y est annexée ; elle ne travaille que la récolte du domaine. Suivant les circonstances, les salaires payés aux ouvriers agricoles, à l'exclusion des ouvriers d'état, charrons, forgerons, bourreliers, mécaniciens, etc., dont les mémoires comprennent, tout ensemble, des fournitures et de la main-d'œuvre, dont il n'est pas facile de faire la ventilation, varient de 180 à 190 francs par hectare cultivé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La totalité des salaires est répartie entre quatre classes d'ouvriers, dans les proportions suivantes, en chiffres ronds :

Tâcherons	44 p. 100
Gagés	35 —
Journaliers	15 —
Employés à la distillerie	6 —
	100 p. 100

Voyons maintenant ce que gagne respectivement chacune de ces catégories d'ouvriers.

Il est d'autant plus facile de comparer leurs salaires entre eux qu'aucun employé, quel que soit son service, n'est nourri à la ferme.

Deux fois par jour, en toutes saisons, les ouvriers viennent prendre, chez le chef de culture, du bouillon fait avec du saindoux et des légumes frais ou secs. On ne donne du vin (deux litres par jour) que pendant la rentrée des moissons, aux ouvriers et aux charretiers, spécialement chargés de ce travail. On en donne encore aux charretiers qui vont à la gare décharger les wagons de charbon et aux ouvriers qui prennent part à l'épandage d'engrais très pulvérulents.

Tels sont, à peu près, les seuls suppléments en nature que reçoivent les ouvriers dans ces fermes.

Les étrangers à la localité sont couchés dans la ferme avec paillasses, draps et couvertures, fournis par le fermier. Le bois est à la discrétion de tout le personnel pour se chauffer, se sécher, faire la cuisine dans une pièce banale.

Les ouvriers domiciliés dans le village y retournent tous les soirs, et même dans le milieu de la journée, pendant les longs jours, pour y prendre leurs repas et se reposer en famille.

Les simples journaliers sont payés 3 francs par jour (18 francs par semaine), hiver comme été. C'est une anomalie qu'il convient d'abord d'expliquer.

Les mois les plus chargés de journées sont ceux de juin et de septembre, qui correspondent, le premier à la fenaison, le second à cette courte morte-saison qui s'écoule entre la moisson et l'arrachage des betteraves.

La fenaison était autrefois un travail réservé aux femmes et aux jeunes garçons, au prix de 1 fr. 50 à 2 francs par jour. Depuis que leurs bras font défaut, les fermiers sont obligés d'employer des hommes. Mais ces hommes sont les mêmes qui dégarnissent les betteraves, fauchent et bottellent les fourrages, et le travail qui consiste à retourner du foin avec une fourche légère, en bourrant et allumant de temps en temps la pipe, leur est bien léger après les dures journées passées les reins courbés sur la houe et sur la faux.

La journée de fanage, interposée entre les journées de binage et de fauchage, permet à ces rudes travailleurs de détendre leurs muscles et de se reposer sans chômer.

Du 20 août au 20 septembre, on pourrait, en congédiant la plus grande partie du personnel qui a fait la moisson, réduire de beaucoup le nombre des journées. Mais la plupart des ouvriers aiment mieux rester avec un salaire de 3 francs par jour, que de retourner chez eux pour revenir au bout de quatre à cinq semaines, arracher les betteraves; et le patron, qui de son côté est bien aise de compter sur leur promesse de participation à cet important travail, s'ingénie à leur donner des journées qui sont employées à faire des nettoyages et des entretiens dans les bâtiments, les cours et sur les chemins et à former des magasins de paille en même temps que s'exécutent avec une grande activité les battages qui cessent complètement, dès la fin de septembre, pendant plus de deux mois.

Ainsi s'explique le prix de 3 francs pour des journées en belle saison.

Les mois de mai, juillet, août, octobre, donnent peu de journées, parce que ce sont les mois des grands travaux de tâche : binage, moisson, arrachage de betteraves.

Les très rares ouvriers qui consentent à travailler à la journée, pendant le mois de moisson et le mois d'octobre, reçoivent un supplément de 1 franc et 2 francs par jour.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pendant l'hiver, les travaux à la tâche ne consistent guère qu'en battages et manipulations de fumiers, et ce sont ceux qui rapportent le moins. C'est pour assurer aux ouvriers un salaire mensuel convenable qu'on a maintenu le prix de la journée à 3 francs pendant tout l'hiver.

Il est certain qu'un ouvrier qui ne travaillerait qu'en journée pendant toute l'année, aurait grand'peine à élever sa famille avec 3 francs. Mais en fait, à part les enfants, les vieillards et les infirmes que ne peuvent se livrer à des travaux pénibles, il n'y a pas d'ouvriers agricoles qui soient exclusivement des journaliers, de sorte qu'il serait plus exact de ramener à deux les quatre classes d'ouvriers.

La première comprenant les ouvriers qui exécutent à l'entreprise la plupart des travaux, et qui, entre temps, font à la journée des travaux de détail, des imprévus qu'il est difficile de donner en tâche;

La seconde, les ouvriers à gage payés au mois ou à l'année.

Voyons ce que peut gagner un ouvrier du premier groupe:

En voici un exemple, non pas théorique, mais pratique, tiré de la comptabilité de M. Brandin.

Trois frères, dans toute la force de l'âge, sont arrivés chez M. Brandin le 23 mai 1905, et en sont sortis le 14 janvier 1906. L'un d'eux s'est absenté du 13 août au 24 septembre. A eux trois, ils ont donc fourni 669 jours de présence dans la ferme et, en retranchant les dimanches et jours fériés, 616 jours de travail, M. Brandin fait remarquer, d'ailleurs, qu'il néglige les chômages occasionnés par le mauvais temps, parce qu'il n'en a pas pris note.

Leur compte s'établit ainsi:

		Gagné par jour.
Binages : 15 h. 88 × 45 francs. . . . . =	714 60	7 28
Bottelage : 4 730 b. × 20 francs . . . . =	94 60	»
Moisson : 3 h. 65 blé × 65 francs. . . . =	235 95	13 75
— 5 h. 85 blé × 50 francs. . . . =	292 50	
— Liage d'avoine. . . . . =	12 75	
Calvinage	345 »	10 68
Arrachage de betteraves : 10 h. 06 × 45 fr. =	452 70	5 32
Distillerie à 120 francs par mois. . . . =	1 230 »	»
Chargement de fumier.	122 »	»
Battages (en juin-juillet).	97 »	4 12
— (en août-septembre.	89 »	3 43
Journées : 67 1/4 × 3 . . . . . =	201 75	»
	3 887 85	

Ils ont donc reçu 5 fr. 80, pour chacune de leur journée de séjour chez M. Brandin, ou 6 fr. 30 par journée de travail, chiffre qui est inférieur à la réalité, puisque M. Brandin a négligé le temps perdu par suite des chutes de pluies qui, on se le rappelle, ont été particulièrement fréquentes en octobre 1905.

On remarquera que ces hommes ont aussi travaillé en qualité de gagés à la distillerie, pendant environ trois mois et demi, au cœur de l'hiver. Leur salaire a été de 120 francs par mois, pour 12 heures de service, dont 6 de jour et 6 de nuit, ce qui ne veut pas dire qu'ils travaillent pendant douze heures.

Les intervalles de repos qui se trouvent entre des opérations qui reviennent à heures fixes, réduisent, en effet, le travail effectif à une durée de huit à neuf heures.

Mais ces ouvriers n'ont pris part qu'aux meilleurs travaux, et ils ont été absents pendant toute la morte-saison, durant ces mois où l'on travaille le plus en journée et où les travaux de tâches sont parmi les moins avantageux.

M. Brandin a complété ces renseignements par ce qu'a gagné, du 15 janvier au 23 mai 1906, un camarade de ces trois hommes, qui n'est pas retourné au pays.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Journées à 3 francs.	130 50
Battages, 43 jours.	169 70
Fumier chargé et épandu.	131 88
	434 »

Soit pour cent vingt-huit jours, 3 fr. 50.

Et pour cent neuf jours de travail effectif, 3 fr. 96.

Additionnant les deux comptes, nous trouvons pour l'année entière : 1809 francs, ou 4 fr. 95 pour chacun de ses 365 jours, ou 6 francs environ par jour ouvrable.

Ces ouvriers pris pour exemple sont des hommes dans toute la force de l'âge, des travailleurs sérieux et, de plus, aptes à entreprendre tous les travaux les plus avantageux. Mettons donc qu'ils obtiennent le maximum du salaire agricole, il n'en ressort pas moins, dit M. Brandin, qu'entre le minimum de 3 francs qui reste le salaire journalier des plus faibles et ce salaire de 6 francs, que réalisent les plus forts, il y a encore des échelons que peut facilement atteindre le travailleur moyen.

M. Brandin, ensuite, examine la condition de ces employés qui ne sont pas payés à la journée ou à l'entreprise, mais à l'année, et qui reçoivent toujours la même somme, quel que soit l'état des récoltes et les conditions dans lesquelles elles se font.

Ce sont les laboureurs (charretiers et bouviers), les vachers, les bergers, les valets de ferme.

Leurs titres disent bien leurs occupations; mais le laboureur n'est plus l'ouvrier d'autrefois, uniquement employé aux charrois et à la préparation du sol; il est devenu mécanicien au contact des faucheuses et des moissonneuses qu'on lui a données à conduire.

Le berger ne parque plus dans les fermes à betterave, et n'a plus à passer la nuit dans l'antique cabane dont on retrouve encore les débris dans quelques recoins des bâtiments.

Le berger gagne en moyenne 110 francs par mois et souvent il est logé avec sa famille dans une dépendance de la ferme, ce qui représente un supplément de 120 francs par an.

Il reçoit aussi des récompenses pour la castration des agneaux et l'engraissement des bêtes ; c'est, pour un troupeau de 400 mères, cent francs au moins. Le service du berger est un des mieux payés, il n'exige pas une arrivée très matinale et il comporte un long repos au milieu de la journée, mais il veut une parfaite assiduité, et c'est sans doute ce qui lui aliène les nouvelles générations. Il y aurait peut-être lieu d'accorder, aux bergers, des jours de congé à certaines époques.

Il est difficile de s'entendre sur la situation des charretiers, parce qu'elle diffère non seulement de ferme à ferme, dans la même localité, mais encore d'homme à homme, dans la même ferme. Leurs gages mensuels sont presque toujours aussi échelonnés par saisons.

En règle générale cependant, aujourd'hui, dans ces grandes fermes, ils reçoivent 90 à 100 francs par mois, et ces employés touchent des suppléments et des primes à l'occasion de certains travaux, comme les livraisons de grains et fourrages, les semailles, les fauchages, le moissonnage à la machine, le relevage des gerbes, etc. ; en 1905 par exemple, pour sa part c'est une somme de 595 francs que M. Brandin a distribuée, assez inégalement d'ailleurs, entre ses trois charretiers et ses trois bouviers.

Mais, malgré tout, M. Brandin fait remarquer que les salaires de ces employés, charretiers et bouviers, ne se sont pas améliorés dans la même proportion que ceux des manouvriers.

Pris dans leur ensemble, les salaires payés aux ouvriers dans ces fermes de l'Ile-de-France sont très élevés pour des salaires agricoles, et si l'on compare la situation de ces ouvriers à celle des ouvriers d'autres régions, à celle qu'eux-mêmes avaient, dans ces mêmes fermes, il y a seulement cinquante ans, il semble que l'ouvrier agricole

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans la Brie devrait se trouver heureux et particulièrement favorisé. Malheureusement il n'en est pas ainsi, le plus souvent du moins.

Serait-ce que les salaires, malgré tout, n'ont pas augmenté aussi rapidement que les besoins de ces ouvriers? Ne serait-ce pas plutôt que les salaires aussi élevés qu'on les suppose ne suffisent jamais à rendre l'homme heureux, à le satisfaire, à lui faire trouver le travail léger?

Il faut bien aussi le reconnaître; dans ces grandes fermes la division, entre la classe des fermiers, chefs de l'exploitation, et la classe des ouvriers, est plus accentuée que dans la plupart de nos autres fermes françaises. Ici le fermier et l'ouvrier appartiennent à deux classes bien distinctes de la société.

Dans beaucoup de ces exploitations, il y a seulement cinquante ou soixante ans, charretiers et bouviers déjeunaient et dînaient assis à la même table que le fermier; pendant le repas, domestiques et fermiers s'entretenaient ensemble du travail commencé ou à faire.

Aujourd'hui le fermier tend de plus en plus à occuper un pavillon spécial comprenant les appartements pour lui et sa famille; la cuisine, où se préparent les repas, n'est même plus commune : les charretiers et bouviers, là où on les nourrit encore, ont une salle à part dans un quelconque des bâtiments de l'exploitation, et leur repas y est préparé par une personne qui est particulièrement chargée de ce service.

Les rapports moraux entre maîtres et serviteurs, journaliers ou domestiques de fermes, qui placent encore aujourd'hui les uns et les autres presque sur un pied d'égalité dans les pays pauvres comme la Basse-Bretagne (1), par exemple, sont dans les grandes fermes de l'Ile-de-France tout différents; il y a ici de domestiques à fermiers un intervalle de plus en plus accentué d'échelon social.

Ici surtout, trop souvent, l'ouvrier est complètement détaché de la terre, ne possédant ni maison, ni coin de terre dans le village voisin de l'exploitation où il travaille (2).

Dans ces grandes fermes enfin les ouvriers de chaque exploitation sont nombreux; beaucoup parmi eux sont même des étrangers embauchés pour quelques mois seulement. Dans ces grandes fermes, les ouvriers se sentent plus indispensables que dans les fermes de petite ou moyenne étendue où, à la rigueur, le chef de l'exploitation, avec l'aide des membres de sa famille, peut soigner le bétail, effectuer les travaux des semailles, de la moisson, etc.

Les *faiseurs de grèves*, en se rendant dans les fermes d'Ile-de-France, avaient donc bien su choisir le milieu pour leurs tentatives de grèves, ils avaient su trouver le terrain favorable pour leur propagande. Mais fort heureusement, après s'être laissé séduire dans quelques endroits une première fois, le bon sens des ouvriers agricoles a vite fait toutefois de résister à de nouvelles tentatives de grève.

C'est que, malgré tout, on compte, dans ces mêmes grandes fermes de la région de l'Ile-de-France, un grand nombre encore de vieux ouvriers depuis trente à cinquante ans dans la même exploitation, et enfin, de plus en plus, propriétaires et fermiers s'y efforcent d'améliorer le sort de leurs ouvriers, au point de vue matériel, moral et social. Voici quelques faits bien caractéristiques à cet égard.

Le concours de logements ouvriers organisé par la Société d'Agriculture de Meaux. —

(1) Voyez à ce sujet la belle étude de M. C. Vallaux sur la Basse-Bretagne. (Paris, Société nouvelle de librairie et d'édition.)

(2) Il est, suivant l'expression de M. Ribot, un *déraciné*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'initiative privée, en France, a su réaliser des progrès considérables, trop souvent méconnus; on a souvent reproché, aux agriculteurs surtout, d'attendre tout de l'État et de ne pas savoir eux-mêmes faire des efforts pour améliorer leur situation. Au fond rien n'est plus faux, et, par exemple, envisage-t-on l'œuvre accomplie par les Sociétés d'Agriculture, si répandues dans notre pays, on s'aperçoit vite des progrès que ces sociétés ont suscités dans toutes les régions. La Société d'Agriculture de Meaux, entre autres, n'a cessé de prendre l'initiative de toutes les recherches, de toutes les expériences, susceptibles d'amener une amélioration agricole profitable au propriétaire comme au fermier, au fermier comme à l'ouvrier (1).

A l'heure actuelle ses efforts se portent d'une façon spéciale sur les questions économiques et sociales qui sont à l'ordre du jour, comme étant de la plus haute importance, sur les organisations du Crédit et de la Mutualité, comme aussi sur les initiatives susceptibles d'améliorer le sort des ouvriers agricoles.

C'est ainsi qu'elle a organisé depuis 1897, à l'occasion de ses concours départementaux, des prix en faveur des propriétaires et fermiers ayant apporté des améliorations en ce qui concerne les logements ouvriers, voulant ainsi appeler l'attention du monde agricole sur cette question, qu'elle jugeait de toute première importance, et en même temps voulant donner des exemples de types de logements ouvriers les plus hygiéniques et les plus confortables tant à l'intérieur qu'à l'extérieur de la ferme. Le *Bulletin* de la Société d'Agriculture de Meaux (n° du 15 octobre 1908) contient précisément sur le dernier concours un très intéressant rapport de M. Ch. Voitellier.

Il ne faut pas se dissimuler, du reste, que sur cette question spéciale du logement des ouvriers dans nos grandes fermes, il y a encore beaucoup à faire. « La Société d'Agriculture de Meaux, écrit M. Voitellier, avait cru de son devoir tout d'abord d'affirmer que les logements des ouvriers agricoles laissaient souvent à désirer et qu'ils devaient être améliorés.

« On avait admis jusque-là qu'ils devaient être communs avec ceux des animaux et que le chalit à un ou deux étages, souvent suspendu au plafond, et garni d'une simple paillasse, d'une couverture et de draps pour deux ou trois ouvriers reposant l'un à côté de l'autre, constituait le mode de couchage le meilleur. Point d'autre endroit pour accrocher les vêtements de rechange que les clous fixés dans le chalit et point d'autre pour resserrer les habits et le linge propres que la malle gisant au milieu du fourrage! pour lavabo un des seaux de l'écurie!

« Chacun comprenait bien que ce n'était pas là le comble du confortable. Mais les habitudes étaient tellement invétérées que s'élever contre elles était taxé d'hérésies agricoles. »

Au sein de la Société d'Agriculture de Meaux, le chapitre du programme concernant les logements ouvriers fut fort bien accueilli en 1897, en 1903 la Société eut à récompenser des fermiers qui s'étaient préoccupés, sans faire appel à leur propriétaire, de donner des logements économiques à leurs ouvriers mariés.

En 1908, les propriétaires ou les fermiers qui ont demandé la visite du Jury des améliorations agricoles pour les logements ouvriers ne représentent certainement qu'une minorité par rapport à ceux qui les ont modifiés et améliorés depuis quelques années.

(1) Cette société d'Agriculture de Meaux est présidée par notre collègue M. Jules Bénard, qui a été l'heureux instigateur de toutes ces initiatives si utiles.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Pour le Jury de la Société d'Agriculture de Meaux le minimum du confortable et de l'hygiène des logements ouvriers à l'intérieur des fermes est satisfait par : 1° leur isolement du logement des animaux, tout au moins par une cloison vitrée lorsque la surveillance en est nécessaire ; 2° l'existence d'une fenêtre permettant le renouvellement de l'air dans le logement ; 3° le lit individuel ; 4° un lavabo ou une table avec les objets indispensables pour les soins de propreté. »

Parmi les lauréats, du concours des logements ouvriers de la Société d'Agriculture de Meaux, le rapporteur cite notamment un grand propriétaire, M. de Mony Colchen, qui a disposé, à l'intérieur de sa ferme, des logements pour les charretiers, bouviers et manouvriers célibataires, et à l'extérieur des logements pour les tâcherons employés au binage des betteraves ou à la moisson, ainsi que plusieurs maisons pour les ouvriers mariés.

Ces dernières (4 sont construites et on en construira 6 autres) mesurent 9 mètres de longueur et $5^{m},50$ de largeur. Au rez-de-chaussée elles sont divisées en deux parties : l'une forme cuisine et salle à manger ; l'autre, creusée d'un mètre en dessous du niveau du sol, sert de cellier et de bûcher. Le premier étage comprend une grande chambre avec cheminée située sur le cellier et deux autres chambres au-dessus de la cuisine, un escalier conduit à un vaste grenier mansardé.

Chacune de ces maisons dispose d'un jardin potager de 6 ares entouré de grillages. Au fond du jardin se trouvent les cabinets d'aisance et un clapier. La surface totale occupée par chaque maison et son jardin est de huit ares. Une borne-fontaine est placée contre la clôture qui sépare deux jardins voisins.

Le concours de jardins ouvriers de la Société d'Agriculture de Melun. — Pendant que la Société d'Agriculture de Meaux organisait ainsi des concours pour signaler les améliorations réalisées dans les logements des ouvriers, la Société d'Agriculture de Melun, considérant l'intérêt moral, économique, agricole qu'il y a à encourager le goût du jardinage familial parmi les ouvriers de l'agriculture aussi bien que parmi les autres, a institué en 1907 un concours, avec prix en argent et médailles, en faveur des ouvriers agricoles qui, employés chez ses membres, cultivent avec le plus de soin et d'intelligence leur jardin particulier.

Ce concours a eu le plus grand succès.

La Commission d'études et de prévoyance sociales de Senlis. — Dans cette même région de l'Ile-de-France, dans un centre particulièrement important de grandes exploitations, la Société d'Agriculture de Senlis, en 1907, a constitué une commission dite d'études et de prévoyance sociales : cette commission, dont est président M. de Cornois, grand fabricant de sucre et grand agriculteur à Vauciennes (Oise), se compose de douze cultivateurs et de douze ouvriers agricoles, choisis à l'élection parmi les ouvriers agricoles de l'arrondissement de Senlis. Cette commission de cultivateurs et ouvriers étudie les réformes les meilleures pour améliorer le sort de la main-d'œuvre et assurer la paix sociale : les questions qui y sont spécialement traitées sont celles de la main-d'œuvre étrangère, du retour aux champs, des syndicats, des salaires, accidents du travail, secours mutuels, maisons et jardins ouvriers, biens de famille, etc.

La Mutualité familiale agricole de Senlis. — Si l'on veut retenir le bon ouvrier agricole à la campagne, non seulement il faut lui assurer des salaires élevés, améliorer son logement, etc., mais il est hors de doute qu'il faut s'efforcer de lui procurer les avantages que trouve aujourd'hui l'ouvrier de l'industrie auprès des sociétés de secours mutuels établies dans les villes, auprès des caisses de retraite organisées pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la maladie, la vieillesse, etc. Sans attendre l'ingérence de l'État en pareille matière, les agriculteurs ont su, sur ce point encore, agir efficacement, et pour nous en tenir toujours à notre même région agricole de l'Ile-de-France, nous rappellerons la *Mutualité familiale agricole de Senlis*, créée par M. de Cornois.

La mutualité de Senlis se propose :

1° De verser à ses membres participants une indemnité quotidienne pendant la durée de l'incapacité absolue de travail due aux maladies et aux blessures involontaires et ne provenant pas des risques professionnels dont ils peuvent être atteints;

2° D'accorder aux mères de famille des allocations de maternité;

3° De donner des secours et des allocations renouvelables d'invalidité;

4° De verser aux veuves et aux orphelins une indemnité lors du décès du chef de famille;

5° De constituer des retraites au moyen du livret individuel de la Caisse nationale des retraites pour la vieillesse;

6° D'accorder, au moyen d'une Caisse spéciale, des allocations renouvelables et annuelles de retraites;

7° D'organiser, dans les limites et dans les conditions de la loi du 1er avril 1898, les services que l'assemblée générale juge utiles à ses sociétaires.

Nécessité d'avoir recours à une main-d'œuvre étrangère dans les fermes à culture industrielle de l'Ile-de-France. — L'agriculture intensive, faite comme elle l'est, dans les fermes à betteraves de l'Ile-de-France, exige un personnel très nombreux, une main-d'œuvre considérable; main-d'œuvre qu'il est impossible aux agriculteurs de la Brie, du Soissonnais, du Vexin, etc., de se procurer sur place. Non seulement au moment des moissons et des travaux de la betterave, binages et arrachages, les grandes fermes doivent faire appel aux ouvriers étrangers, mais même la main-d'œuvre locale, indigène, est insuffisante pour les travaux ordinaires de l'exploitation.

On comprend donc que les Sociétés d'agriculture, dans ces pays de cultures industrielles, se soient émues, il y a quelques années, de certaines propositions ayant pour but de limiter la proportion d'ouvriers étrangers employés dans l'industrie, dans les exploitations agricoles et dans les chantiers, et de frapper d'une taxe spéciale les patrons pour chacun de ceux qu'il leur serait permis de prendre à leur service.

Dans le département de Seine-et-Marne, deux sociétés se sont livrées à une étude approfondie des conséquences qu'aurait le vote d'une pareille proposition; leur enquête a abouti aux mêmes conclusions. M. Brandin en a donné, comme toujours, un compte rendu des plus intéressants devant la Société nationale d'Agriculture (décembre 1904). Voici le résumé du rapport de M. Brandin au sujet de l'enquête de la Société d'Agriculture de Melun sur la main-d'œuvre agricole dans cet arrondissement et l'immigration des ouvriers étrangers.

Les terres labourables occupent, en chiffre rond, les 63 centièmes, et les bois, 23 centièmes du territoire de l'arrondissement de Melun, soit ensemble et exactement 86,6 p. 100. Et comme le territoire non agricole, terrain bâti, eaux, voies publiques, etc., comprend 7,4 p. 100, les prés naturels, les vignes, les cultures diverses, ne viennent ensemble que dans la modeste proportion de 6 p. 100.

Pas de profondes divisions géologiques venant imposer des systèmes de culture différents.

Ici et là, selon les débouchés et la nature physique des terres, prédominance des prairies artificielles sur la betterave, ou inversement, de la betterave sur les prairies artificielles;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mais partout même proportion de céréales; quelques hectares de jachère nue dans certains coins peu favorisés. En somme:

Les céréales occupent	41 236 hectares.
Les plantes sarclées	13 746 —
Les fourrages	13 745 —
Total égal à la superficie des terres labourables	68 727 hectares.

En dehors de deux industries essentiellement agricoles, la sucrerie et la distillerie de betteraves, il n'y a pas dans les villages de l'arrondissement de Melun d'autres industries pouvant donner du travail à la population ouvrière. L'agriculture est pour ainsi dire sa seule occupation.

On peut ramener à deux groupes, en fin de compte, les divisions du personnel agricole que l'on trouve dans l'arrondissement de Melun.

Le premier comprend le personnel qui, d'une façon générale, ne travaille pas manuellement, c'est-à-dire les 342 chefs de grande exploitation, et les 130 chefs de culture qui les suppléent.

Dans un second groupe, M. Brandin range:

Ouvriers ou petits propriétaires occupés à des travaux spéciaux une partie de l'année (vignes, bois, etc.)	298 hommes.
Manouvriers proprement dits	3 544 —
Bergers et vachers	215 —
Charretiers et bouviers	958 —
Jardiniers de ferme	118 —
Petits cultivateurs	1 663 —
Jeunes garçons	1 048 —
Total	7 866 hommes.

pour 68 727 hectares de terres labourables, 6 111 hectares de prés naturels et de cultures diverses, pépinières, roseraies, etc. (M. Brandin laisse de côté les 25 324 hectares de bois pour lesquels il n'y a que 289 bûcherons; il ne s'est pas non plus préoccupé des ouvrières agricoles, par cette bonne raison que, dans les villages de l'arrondissement de Melun, il n'y en a presque plus.)

M. Brandin recherche alors quel est le personnel permanent des grandes exploitations, et quel est le nombre de laboureurs nécessaires pour l'ensemble du territoire; il trouve:

Jardiniers, garçons de cour, bergers, vachers	1 197
Laboureurs (un pour 33 hectares)	2 082
Ouvriers d'usine	210
Total	3,489

Si donc des 7 866 travailleurs manuels nous retranchons ces 3 489 hommes, il nous restera 4 377 ouvriers pour les travaux à la journée et à la tâche, soit un homme pour 17 hectares qui aurait à y faire les travaux suivants: charger et épandre les fumiers, engrais, etc., semer tous les grains et graines, sarcler les céréales qui en ont besoin; mettre en place et biner les betteraves; faucher en partie, faner entièrement, botteler, emmagasiner les fourrages; moissonner les céréales, les battre, etc.; arracher les betteraves, etc.; exécuter une foule de travaux tels que: entretien de chemins particuliers, curage de fossés, échenillages, etc.

L'insuffisance de la main-d'œuvre locale est évidente. M. Brandin la calcule de plusieurs

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

façons et arrive au chiffre minimum de 1467 hommes, soit une proportion de 22 à 23 p. 100 du nombre des ouvriers domiciliés dans l'arrondissement.

Or, d'après les chiffres de la statistique officielle, l'immigration belge et suisse dans l'arrondissement de Melun pourrait se chiffrer à 1596 ouvriers agricoles : chiffre bien près de celui qui, d'après les calculs de M. Brandin, représente l'insuffisance moyenne du nombre des ouvriers agricoles dans l'arrondissement.

Et de fait, ajoute M. Brandin, l'immigration est strictement réglée sur cette insuffisance, puisque jusqu'ici aucun chômage d'ouvriers agricoles n'a pu être signalé dans l'arrondissement.

L'émigration de l'ouvrier agricole belge dans les fermes de l'Ile-de-France. — Ce sont surtout les ouvriers belges qui viennent, dans les fermes de l'Ile-de-France, combler le déficit de la main-d'œuvre locale, et c'est de la Flandre orientale principalement que se fait cette émigration. En Flandre, l'émigration est une nécessité, la Flandre est trop peuplée, il y a dans ce pays trop d'hommes pour son étendue et ses ressources (1). Dans la province de la Flandre Orientale, la densité de la population, sur le plateau alostois entre autres, atteint dans 11 communes plus de 400 habitants par kilomètre carré; aucune commune rurale n'y a une densité inférieure à 200 habitants par kilomètre carré.

Aussi, étant donnée l'absence, ou la rareté tout au moins, d'industrie dans les campagnes de la Flandre, malgré les prodiges réalisés par l'agriculture flamande, le sol est incapable de nourrir une telle population.

L'émigration, du reste, n'est pas chose nouvelle en Flandre ; seulement les progrès de la locomotion ont permis à l'ouvrier flamand, qui en réalité est un paysan tenant essentiellement à son sol, à son lopin de terre, de résoudre maintenant le problème de l'émigration à son gré. Il va travailler au dehors, chercher au delà des limites de son pays pauvre un salaire rémunérateur, quitte à revenir le plus souvent possible au logis où il a laissé sa famille, et autour duquel il cultive encore le petit champ dont le produit, joint à la paye du père et au gain réalisé par les femmes à faire des gants ou de la dentelle, permet d'équilibrer le budget. De là ces nouvelles formes d'émigration qui sont les déplacements quotidiens ou hebdomadaires et les migrations saisonnières.

Ce qui nous intéresse ici tout particulièrement, ce sont les migrations saisonnières des Flamands venant faire en France les travaux des betteraves et de la moisson.

Voici ce que dit de l'ouvrier flamand, émigrant en France pour les travaux de la culture, M. Blanchard :

Le Frenchman, comme l'appellent ses compatriotes, part au printemps. Son bagage est simple : un bissac bleu en toile à matelas, contenant les vêtements de travail, le linge ; à la main, il tient la faucille piquée dans un bouchon de liège; sur la tête une casquette plate. Il y en a de tous les âges entre quinze et soixante ans. Les premiers s'en vont au milieu de mars: mais le grand exode ne se dessine que dans les premières semaines de mai, pour les betteraves. Ils ont été recrutés par un chef de bande, auquel s'est adressé le cultivateur français, des agences de placement existent dans les villes flamandes, et Lille en possède de nombreuses aux alentours de la gare. Ils voyagent en chemin de fer, par groupes, le gouvernement belge leur accordant un prix très réduit jusqu'à la frontière. De quinzaine en quin-

(1) Sur cette nécessité de l'émigration de l'ouvrier en Flandre, voir la remarquable étude de M. Raoul Blanchard, *la Flandre*. (Paris, Colin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

zaine leur nombre s'accroît; en 1898, le nombre de Belges occupés ainsi en France, de 692 dans la première semaine de mars, s'était élevé à 3,846, dans la deuxième quinzaine du mois; il montait à 27 200 dans la première quinzaine de mai. Il atteignait le maximum de 40 176 à l'époque de la moisson, dans les quinze derniers jours de juillet. C'est vers le 15 novembre que la plupart reparaissent chez eux après six mois d'absence. Ils apportent de 300 à 500 francs, férocement économisés sur leur gain.

Le sarclage des betteraves en Beauce leur a valu environ 100 francs, autant la moisson, autant l'arrachage ; les travaux accessoires une centaine de francs. En Brie le salaire est un peu plus élevé. C'est peu pour une somme pareille de travail, mais c'est l'appoint indispensable à la vie de la maisonnée. Dans beaucoup de communes rurales, l'existence des ouvriers serait impossible sans la France. A Hautem-Saint-Liévin, rien que du 15 mai au 15 août pour la betterave et la moisson, les 250 tâcherons rapportent environ 300 francs par tête. c'est 75 000 francs de numéraire que cette saison d'été jette dans le village. A Renain, avec les 1 000 émigrants travaillant de mai à novembre, c'est presque un demi-million. La dentelle, la couture des gants, le tissage, l'élevage des bestiaux ou du porc sont l'appoint, mais l'émigration en France est la grande ressource; sa disparition brusque provoquerait en Flandre une catastrophe semblable à celle de 1846.

Le Comité de protection des ouvriers émigrants de la Flandre Orientale. — Il s'est même fondé en Belgique un comité dit : *Comité de Protection des ouvriers émigrants de la Flandre Orientale.* « Fondé en 1900, ce Comité s'occupe des ouvriers flamands que les pressants besoins de la vie ont forcés à quitter leur village. Il se propose de leur prêter aide, protection et défense dans leurs intérêts spirituels, dans leur vie morale et dans leurs nécessités matérielles.

« Le comité de protection proprement dit s'applique spécialement à procurer aux émigrants un secours spirituel et moral. L'assistance matérielle leur vient de deux autres institutions: des sociétés de secours mutuels, d'une part, qui fondées exclusivement pour eux, les assistent en cas de maladie ou de décès; du syndicat, d'autre part, qui les défend contre des patrons parfois moins honnêtes, et qui cherche aussi à améliorer les conditions générales du travail. »

Le Comité publie un journal hebdomadaire, *Het Volk der Franschmans*, qui est envoyé gratuitement pendant toute l'année aux ouvriers émigrants affiliés au Comité ; 4 000 numéros sont envoyés en France, chaque semaine.

En 1907, 106 sociétés de secours mutuels, appelées *Gildes des Franchmans*, comptaient 7 042 membres affiliés, ouvriers émigrants; le but de ces sociétés est de venir en aide aux émigrants atteints de maladie durant leur séjour en France : ces sociétés ont, en 1907, payé à leurs membres une indemnité de 8 473 francs.

Enfin la défense des intérêts matériels des ouvriers flamands émigrants est confiée au *Syndicat des ouvriers émigrants* dont le but est d'assurer des conditions d'existence et de travail plus favorables et aussi d'intervenir en cas de difficultés personnelles entre patron et ouvrier.

Le Syndicat des Ouvriers émigrants comptait, au 31 décembre 1907, 115 sociétés affiliées. Le total des membres s'élève à huit mille.

A la dernière réunion générale de ce syndicat, les rapporteurs ont signalé d'une façon spéciale les efforts persévérants que le syndicat fait en vue d'obtenir une amélioration du logement des ouvriers émigrants; ils ont constaté, du reste, sur ce point, de réels progrès.

Le syndicat s'efforce aussi d'obtenir « un sérieux contrat de travail qui détermine

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à l'ouvrier, avant l'acceptation de travail, ce que le patron demande de lui et le salaire qu'il paiera ». Et ici le syndicat se félicite qu'à Meaux (Seine-et-Marne), ait été donnée, sur la demande de M. Bénard, aux membres du Syndicat agricole de Meaux, une conférence dans laquelle on ait parlé de la nécessité des contrats entre les fermiers français et les ouvriers agricoles belges.

La vitalité de ce Syndicat des Ouvriers émigrants s'affirme du reste par ce seul fait qu'en 1907 son intervention, pour arranger les difficultés survenues entre patrons et ouvriers, s'est traduite par le chiffre de trente-trois mille cinq cents francs d'indemnités obtenues en faveur des ouvriers, et ce syndicat, en outre, a obtenu environ neuf cents francs de rente annuelle pour les accidents du travail avec incapacité permanente partielle.

Il faut toutefois bien remarquer que les ouvriers émigrants dont s'occupe ce syndicat, ne sont pas tous des ouvriers agricoles; un certain nombre vont travailler dans les briqueteries du Nord, ou même des environs de Bruxelles, et c'est surtout dans ce cas que des difficultés sont survenues entre patrons et ouvriers.

Néanmoins, nous croyons que les fermiers français qui emploient un si grand nombre d'ouvriers belges pour les travaux des betteraves et de la moisson ont tout intérêt à connaître l'existence de ce comité de protection des ouvriers émigrants de la Flandre Orientale; par son intervention, de grosses difficultés, dans bien des cas, pourraient être aplanies, à la satisfaction réciproque des intéressés, patrons et ouvriers (1).

La main-d'œuvre polonaise en France. — Comme la Flandre, la Galicie est un pays surpeuplé, ses habitants sont obligés d'émigrer; en Allemagne on n'estime pas à moins de 120 000 le nombre des Galiciens allant annuellement offrir leurs bras pour les travaux agricoles; en Danemark, le chiffre de l'émigration des ouvriers galiciens s'est élevé ces dernières années à plus de 18 000 personnes.

La Société centrale d'Agriculture de Meurthe-et-Moselle a tenté en 1908 un essai d'émigration d'ouvriers agricoles polonais en France. Voici, à cet égard, les observations présentées par *le bon Cultivateur*, bulletin de la Société centrale d'agriculture de Meurthe-et-Moselle, numéro du 31 octobre 1908.

La main-d'œuvre faisant défaut presque partout en France à l'agriculture, mais plus particulièrement dans le Nord-Est où l'industrie, grâce aux salaires plus élevés qu'elle offre aux ouvriers, en laisse bien peu aux cultivateurs, M. Havette, membre de la Société centrale d'Agriculture, eut l'idée de diriger vers notre région les Polonais de Galicie qui chaque année vont se louer, hors de leur pays et surtout en Allemagne, pour les travaux des champs.

Le moment était bien choisi, car les Polonais profondément patriotes et solidaires les uns des autres, apprenant que la Prusse avait l'intention d'exproprier de leurs immeubles les Polonais prussiens, avaient résolu de boycotter cette puissance et de fournir leur main-d'œuvre à d'autres nations.

Deux de leurs députés, MM. Stapinski et Skolyszewski s'abouchèrent avec M. Havette et organisèrent plusieurs convois de travailleurs, hommes et femmes, sur Nancy, d'où ils ont été répartis entre les Sociétés agricoles qui les avaient demandés, à la requête de leurs membres.

Plus de 1 000 ouvriers ont été ainsi amenés dans le nord-est de la France. Il y a eu quel-

(1) Comité de Protection des ouvriers émigrants de la Flandre orientale. Grande imprimerie « H. et Volk », Vieux Bourg, 34. Aperçu sommaire des travaux du Comité, année 1908.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ques mécomptes parce que, les engagements ayant été faits un peu tard, on n'a plus eu le choix des ouvriers et qu'on a amené même des individus qui n'entendaient rien à la culture, mais comme ensemble le résultat a été bon.

L'ouvrier polonais est plutôt un manœuvre qu'un domestique de culture. L'idéal, c'est de l'installer en famille dans un local à part et de lui laisser préparer à son gré les aliments dont on lui fournit la matière première. Il est bon qu'il ne soit pas isolé dans un village et surtout qu'on respecte ses convictions religieuses qui sont très profondes et très vives. Ainsi il ne faut demander les dimanches et jours fériés à l'ouvrier polonais aucun travail dans les champs; il faut se contenter d'exiger les soins indispensables pour le bétail et veiller à ce que les hommes ne soient pas harcelés par leurs compagnons de travail français ou autres.

Si certains étudiants, aux idées anarchistes, ont pu avoir une fâcheuse influence sur quelques-uns de ces hommes et les pousser à rompre sans raison leurs engagements, par contre d'autres étudiants se sont faits les collaborateurs et les aides dévoués du bureau de la Fédération et ont usé de leur ascendant très heureux sur leurs compatriotes pour aplanir les difficultés. Ces ouvriers ne parlant, pour la plupart, que le polonais, ne sont pas faciles à employer dans les premiers temps, mais ils arrivent assez vite à se mettre au courant, le français étant une langue aisée à parler et à comprendre.

Il faut que les engagements à signer avec ces ouvriers se ramènent le plus possible à ceci: travailler suivant la coutume du pays, mais au prix convenu et avec la liberté la plus complète au point de vue religieux. Il est évident qu'on ne peut pas réglementer le travail des champs comme celui d'une usine.

Des ouvriers à l'abri, dans une filature par exemple, peuvent faire tous les jours leur besogne quel que soit le temps. Chez l'agriculteur, comme presque tout se fait au dehors, on est obligé de profiter des beaux jours pour avancer l'ouvrage, sauf à se reposer les jours de pluie et quand les travaux urgents sont finis. Il est clair que dans les moments de fenaison et de moisson on est obligé de fournir une somme de travail plus considérable, de commencer la journée plus tôt et de la terminer plus tard pour pouvoir les interrompre au moment de la forte chaleur. Ces nécessités du travail agricole ne permettent donc pas de faire un règlement strict, prévoyant pour chaque jour le nombre d'heures de travail à fournir: c'est ce que les ouvriers agricoles polonais doivent comprendre. On ne leur en demande pas plus qu'à leurs camarades français, mais il semble qu'on peut exiger d'eux la même somme de travail puisqu'ils touchent sensiblement le même salaire et reçoivent la même nourriture.

Avec son sens pratique, M. Skolyszewski a vu que les contrats primitifs étaient inapplicables en fait et il a réfléchi au remède à apporter à la situation. Avec l'aide d'étudiants sûrs et dévoués, on formera un bureau à Nancy qui servira d'intermédiaire entre ouvriers et patrons; on modifiera le texte des contrats et surtout on veillera au recrutement des ouvriers, en ne prenant que des hommes et des femmes robustes et de préférence dans la force de l'âge et connaissant bien les travaux de la campagne. Les jeunes Polonais de dix-huit ans et au-dessous sont en général un peu chétifs et peu en état de rendre les services qu'on peut attendre d'un Français du même âge.

En résumé, la main-d'œuvre polonaise, recrutée avec soin, pourra rendre de réels services et compenser dans une certaine mesure celle que l'industrie enlève malheureusement à l'agriculture dans le Nord-Est.

A la séance du 21 novembre 1908 de la Société centrale d'Agriculture, M. Michel, vice-président de cette société, assurait que pour sa part il avait été enchanté de ses ouvriers polonais, mais il attribuait une grande partie du résultat obtenu à ce qu'il n'avait pas changé leur manière de vivre. Il se demande si on ne devra pas, dans la suite, créer, dans chaque village, des coopératives agricoles de travail, sortes de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

colonies où les ouvriers vivraient en commun, comme dans leur patrie et travailleraient chacun chez un patron auquel ils seraient par avance affectés.

La commission de la Société centrale d'Agriculture de Meurthe-et-Moselle a étudié et vient d'envoyer en Pologne deux modèles de contrats, qui, espère-t-elle, seront acceptés et donneront satisfaction aux patrons agricoles français et aux ouvriers émigrants polonais. L'un concerne les ouvriers à l'année et l'autre ceux dits de saison (1).

On voit donc que la tentative faite, cette année, dans l'Est de la France pour y amener l'ouvrier polonais, n'a pas échoué. Dès maintenant, nombreux sont les cultivateurs qui se sont fait inscrire, désirant des ouvriers polonais pour 1909.

H. HITIER.

(1) On trouvera la reproduction de ces modèles de contrats dans le bulletin de la Société d'Agriculture de Meurthe-et-Moselle du 16 janvier 1909.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTES DE CHIMIE

Par M. JULES GARÇON

A TRAVERS SCIENCES ET INDUSTRIES CHIMIQUES

Généralités. — L'azote atmosphérique.
Produits minéraux. — Solubilité de la chaux. — Le chlore et la soude électrolytiques. — Sur la production du carbone réduit.
Métaux et métallurgie. — Sur la passivité du fer. — Sur la corrosion du fer. — L'industrie sidérurgique en Suède. — Silundum.
Gaz, combustibles et éclairage. — L'état actuel de l'industrie du gaz d'éclairage. — Sur la synthèse du méthane. — Poudres-Éclairs. — Photométrie.
Industries des cuirs et peaux. — Cuirs à semelles à l'écorce de mimosa.

L'AZOTE ATMOSPHÉRIQUE

A la réunion d'octobre 1908 de l'American Electrochemical Society, à New-York, le professeur *G. W. Morden*, de l'Université de Toronto, Canada, a présenté des travaux sur la formation de l'acide nitrique par oxydation de l'azote atmosphérique sous l'action du courant électrique à bas voltage.

L'usage du courant à bas voltage est nouveau. On consultera avec fruit l'article que Haber et Kœnig ont publié dans la Zeitschrift für Elektrochemie du 9 octobre 1908. On supposait auparavant que l'union de l'azote et de l'oxygène se faisait sous l'effet d'une température élevée, la plus élevée possible, et qu'en refroidissant soudainement on empêche la réaction inverse, c'est-à-dire la dissociation de l'oxyde d'azote produit. C'est la théorie du procédé Birkeland-Eyde.

Mais il y a autre chose. Car les décharges électriques peuvent être utilisées comme moyen d'obtenir un degré de concentration d'oxyde d'azote dans le mélange des gaz générateurs, supérieure à celle qui résulterait du simple équilibre thermique à cette température. Il y a prédominance, dans ces conditions, de l'effet électrique.

Haber et Kœnig ont pu obtenir jusqu'à une concentration de 14,5 pour 100, vers 2200°, température où la dissociation de l'oxyde d'azote ne se fait que lentement. Ils employaient un arc de haute tension, sous faible pression, et avec refroidissement.

Le professeur Morden a obtenu des résultats analogues avec un arc de courant direct à basse tension. Nous pouvons donc espérer arriver à utiliser l'azote atmosphérique sans aller jusqu'aux températures élevées qui étaient adoptées jusqu'ici.

Sur la détermination de l'azote dans la cyanamide de calcium, on trouvera une note de M. *Domenico Girasoli*, dans les Atti del R. Instituto d'incorraggiamento di Napoli, année 1907, p. 13. La méthode, basée sur la propriété qu'a la cyanamide, sous l'action de la vapeur d'eau surchauffée, de donner tout son azote à l'état d'ammoniaque, d'après la réaction $CN^2Ca + 3H^2O = 2NH^3 + CO^3Ca$, donne des résultats tout aussi précis que par la méthode de Kjeldhal, et elle est bien plus simple et d'une pratique aisée. Cette proportion d'azote est de 15,40 théoriquement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SOLUBILITÉ DE LA CHAUX

La solubilité de la chaux dans l'eau intéresse un grand nombre de techniciens. Elle a été étudiée par Lamy (Comptes rendus de l'Académie des Sciences, 1878, t. XC, p. 333) et par Maben (Pharmaceutical Journal, 1883, XIV, p. 505). Lamy a trouvé que cette solubilité varie avec le mode de préparation de la chaux. Maben a suivi une méthode entachée d'erreurs en ce qui concerne la saturation, le chauffage et la filtration.

Vérifiant les résultats de Lamy, *MM. G. T. Moody et L. T. Leyson* du Central technical College de Londres (Journal of the chemical Society, 1908, p. 1767), ont trouvé qu'un même volume d'acide neutralisait 100 centimètres cubes d'eau de chaux préparée avec de la calcite, 92, 2 centimètres cubes d'eau de chaux préparée avec de la craie blanche, 100,9 centimètres cubes d'eau de chaux préparée avec de la chaux précipitéee et 99,09 centimètres cubes d'eau de chaux préparée avec du marbre. Ces variations dans la solubilité de la chaux sont fort remarquables; ce ne sont pas des variations accidentelles, puisqu'elles persistent même si on laisse les solutions en contact avec les échantillons pendant plusieurs semaines. On les explique par la présence d'impuretés. Si on précipite du chlorure de calcium par une base pour obtenir la chaux, on y trouve toujours du chlorure basique, même si on lave vingt fois; par ailleurs, la matière première, soit la craie blanche, peut renfermer de petites quantités d'alcalis ou de silice; et ces alcalis, ou les silicates solubles produits en calcinant la craie, viendraient neutraliser d'autant l'acide de titrage.

Ce résultat a été obtenu en calcinant ensemble de la calcite avec 4 centièmes de son poids de silice. L'eau de chaux préparée avec le produit de la réaction a été trouvée équivalant à 92 centièmes de celle préparée avec la calcite seule.

Les différences de composition des différentes eaux de chaux sont donc simplement dues à la présence d'impuretés qui affectent la solubilité de la chaux ou sont capables de neutraliser les acides de titrage. De plus, il faut éviter les erreurs qui pourraient être causées par la lenteur très grande avec laquelle la chaux se dissout dans l'eau même en présence d'un excès de chaux, par la sursaturation que l'eau de chaux subit lorsque la température s'élève, par l'affaiblissement des solutions de chaux quand elles traversent du papier filtre ou d'autres substances poreuses. Il faut savoir aussi que la chaux obtenue par précipitation d'un chlorure perd son chlore si on la calcine fortement ; et que la chaux obtenue par calcination d'un carbonate de calcium précipité retient une faible quantité du carbonate de sodium précipitant.

Les nombres obtenus par Maben entre 25° et 75° fournissent une courbe de solubilité remarquable; la solubilité, en augmentant avec les températures, voit ces augmentations se restreindre tous les cinq degrés. MM. Moody et Leyson, en employant de la chaux obtenue par calcination de la calcite la plus pure possible, et en ne faisant de détermination qu'après une agitation de dix jours à température constante, et en rejetant toute détermination qui ne se trouvait pas vérifiée par une seconde analyse effectuée après un chauffage de vingt-quatre heures, ont eu les résultats suivants qui sont un peu plus faibles que ceux de Mahen et de Lamy, et qui correspondent dans les limites de 28° à 80°, à une ligne droite.

2°	10°	15°	20°	25°	30°	40°	50°	60°	70°	80°
768,5	786,8	804,3	826,4	868,7	908,2	988,1	1 083	1 179	1 274,8	1 368,1

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LE CHLORE ET LA SOUDE ÉLECTROLYTIQUES

M. André Brochet a présenté à la réunion du 2 décembre de la Société internationale des électriciens (voir son *Bulletin*, n° de décembre 1908, p. 683), une communication sur l'état actuel de l'industrie du chlore et des alcalis électrolytiques.

Quelles sont les raisons qui ont arrêté cet essor de la substitution des procédés électrolytiques aux procédés chimiques pour la fabrication des alcalis et du chlore, en France ?

En dehors de la méthode par fusion ignée en présence du sodium, qui n'est plus employée, les méthodes de fabrication de la soude électrolytique sont la méthode au mercure ; celle avec diaphragme où la séparation des deux produits de polarité contraire reste illusoire, enfin puisque si par un artifice on peut résoudre cette question, le diaphragme est éliminé ; enfin la méthode avec circulation dans laquelle les appareils se comportent comme des appareils à diaphragme.

A la méthode au mercure, se rattachent les procédés Castner-Kellner, Solvay ; à la méthode avec diaphragme, les procédés Outhenin-Chalandre, Griesheim-Élektron, Hargreaves-Bird et Townsend ou procédés à cathode-diaphragme ; enfin à la méthode avec circulation, le procédé à cloche.

Ces différents procédés sont en exploitation dans un certain nombre d'usines dont la liste se trouve dans le tableau ci-après. Elle renferme vraisemblablement quelques inexactitudes, car un certain nombre d'usines sont certainement fermées, notamment en Espagne, Italie, Russie et Suisse.

Localités.	Sociétés.	Procédés.
	en FRANCE (2 usines).	
Lamotte-Breuil.	Société industrielle des produits chimiques.	Elektron.
Mont-Girod.	Société lyonnaise « la Volta ».	Outhenin-Chalandre.
	en ALLEMAGNE (11 usines).	
Bitterfeld.	Chemische Fabrik Griesheim-Elektron.	Elektron.
Bitterfeld.	Elektrochemische Werke.	Elektron.
Gersthofen.	Meister Lucius und Bruning.	Mercure.
Greppin.	Aktiengesellschaft für Anilin-Fabrication.	Circulation.
Griesheim.	Chemische Fabrik Griesheim-Elektron.	Elektron.
Ludwigshafen.	Badische Anilin und Soda-Fabrik.	Elektron.
Osternienbourg.	Deutsche Solvay-Werke.	Solvay.
Reinfelden.	Electrochemische Werke.	Elektron.
Westeregeln.	Consolidirte Alkaliwerke.	Elektron.
Westerhüsen.	Aktiengesellschaft für Saccharinfabrikation.	Circulation.
Zschendorf.	Salzbergwerke Neustassfurt.	Circulation.
	en ANGLETERRE (3 usines).	
Middlewich.	Electrolytic alkali C°.	Hargreaves-Bird.
Wallsend.	Castner Keller alkali C°.	Castner.
Weston-Point.	Castner Keller alkali C°.	Castner.
	aux ÉTATS-UNIS (8 usines).	
Berlin-Falls.	Burgess Sulphide Wood Pulp C°.	Le Sueur.
Johnsonburgh.	New-York and Pennsylvania Pulp C°.	Mac Donald.
Midland.	Dow Process C°.	Dow.
Niagara Falls.	Acker Process C°.	Acker.
Niagara Falls.	Development and Funding C°.	Towsend.
Niagara Falls.	Mathieson Alkaliworks Castner.	Castner Kellner.
Niagara Falls.	Robert Chemical C°.	Roberts.
Wyandotte.	Pensylvania Salt C°	Mercure.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Localités.	Sociétés.	Procédés.
	en Autriche (2 usines).	
Aussig.	Œsterreichischer Verein für chemische und metallurgische Produktion.	Circulation.
Jaïce.	Bösnische Elektrizitäts Aktien-Gesellschaft.	Kellner.
	en Belgique (1 usine).	
Jemeppe.	Solvay et Cie.	Solvay.
	en Espagne (3 usines).	
Flix.	Sociedad Electrochimica.	Elektron.
Santander.	Sociedad anon. Electra del Biscaya.	Outhenin-Chalandre.
Gijon.	Abonos Quinicos.	Hargreaves-Bird.
	en Italie (4 usines).	
Brescia.	Curletti e Erba.	Mercure.
Bussi.	Societa elettrochimica Italiana.	Outhenin-Chalandre.
Caffaro.	Societa elettrica ed elettrochimica.	Outhenin-Chalandre.
Piano-d'Orte.	Societa elettrochimica italiana.	Outhenin-Chalandre.
	en Russie (3 usines).	
Lissitchansk.	Lubimoff-Solvay et Cie.	Solvay.
Slaviansk.	?	Elektron.
Zomkowitz.	?	Elektron.
	en Suisse (3 usines).	
Bex.	Société anonyme « la Cuprosa ».	Granier.
Monthey.	Fabrique de produits chimiques.	Elektron.
Chèvres.	Volta suisse.	Outhenin-Chalandre.

L'on voit que la situation de la France est très modeste; elle est encore plus sensible, si l'on considère que l'une des deux usines n'emploie plus pour cette fabrication qu'une puissance électrique insignifiante. On a mis en avant, pour expliquer cet état de choses, trois causes: la surproduction du chlore; la question de l'appareillage; la question des rendements. (Par tonne de soude, on doit obtenir un peu plus de 2 tonnes 1/4 de chlorure de chaux.)

L'utilisation économique du chlorure est la grande difficulté de cette industrie.

La question du rendement est liée à la théorie du fonctionnement du diaphragme. Les travaux classiques de Foerster, de Ph.-A. Guye et de leurs élèves ont mis la question absolument au point. Les résultats de leurs théories, de leurs essais de laboratoire ont été confirmés par les résultats industriels. Si nous représentons la richesse en alcali, exprimée en équivalents-grammes par litre, le rendement décroît rapidement au début de l'opération. Le rendement tombe à 85 p. 100 lorsque la concentration équivalente est de un, c'est-à-dire que l'on a 40 grammes par litre de soude ou 56 grammes de potasse. Il n'est plus que de 72 p. 100 avec 100 grammes de soude ou 140 grammes de potasse. Donc pour transformer ces lessives étendues en produits commerciaux, il y aura lieu d'évaporer une énorme masse d'eau. Sans doute, la généralisation de l'emploi, dans les industries chimiques, des appareils à concentration dans le vide, avec multiple effet de la vapeur, est venue apporter un appoint considérable. C'est ainsi qu'on arrive, avec les appareils Kestner, à évaporer 45 kilogrammes d'eau par kilogramme de charbon dans un appareil à sextuple effet. Mais l'avantage est encore insuffisant dans le cas des usines de montagne.

« Le prix de revient de la soude et du chlorure de chaux, relativement élevé du fait du mauvais rendement, les frais d'évaporation, de transport, principalement dans le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cas des chutes d'eau, semble avoir là une action importante sur le développement de l'industrie des alcalis électrolytiques.

« Si la question de l'appareillage, celle de la surproduction du chlore et enfin celle de la nécessité de faire des solutions étendues pour avoir un rendement de courant acceptable ont pu empêcher, dans une certaine mesure, les Sociétés s'occupant de grande industrie chimique de se lancer dans cette aventure, arrêter même certaines sociétés déjà fondées en les engageant à changer leur fabrication, on peut se demander pourquoi ces mêmes raisons n'ont pas empêché la soude électrolytique de se développer dans d'autres pays. Elle est très florissante en Allemagne ; même en Italie et en Espagne les usines établies, sans faire, paraît-il, de bien brillantes affaires, trouvent le moyen de vivre. Il faut donc ajouter une autre raison primordiale : c'est que chez nous le besoin de soude et de chlore ne se fait pas sentir. Une grande partie de la consommation était déjà produite sur place.

Ce qui a donc arrêté chez nous l'essor de la soude électrolytique, ce n'est donc pas tant la surproduction du chlore, mais bien la surproduction de soude, qui se serait produite si les usines prévues avaient fonctionné et marché à pleine charge et d'où devait nécessairement découler, mais en second lieu, la surproduction du chlore.

Sans doute, les applications du chlore sont nombreuses : blanchiment du coton, blanchiment de la pâte de bois, fabrication des chlorures métalliques, préparation de produits organiques chlorés. Mais les applications de la soude sont bien plus importantes : signalons en premier lieu la fabrication des savons ; la plupart des industries chimiques. L'industrie des savons avait ses nécessités en soude déjà assurées. L'industrie des matières colorantes artificielles exige beaucoup d'alcalis caustiques. Et la France fabrique si peu de matières colorantes, qu'elle n'a pas besoin, dit M. Brochet, d'alcalis électrolytiques, pas plus qu'elle n'a besoin de chlore ou d'anhydride sulfurique. La seule usine électrolytique qui reste parmi les cinq ou six qu'on devait monter en dix ans venant se joindre aux deux fabriques de soude caustique et aux sept fabriques d'hypochlorite de soude ou de chlorure de chaux déjà existantes, a suffi chez nous pour correspondre à l'accroissement de consommation.

SUR LA PRODUCTION DU CARBONE RÉDUIT

M. H. Russell Ellis a lu à la réunion de la Société Faraday du 15 décembre un mémoire sur la réduction, par le magnésium, des carbonates avec formation de carbone (Chemical News, n° du 24 décembre 1908, p. 309). Winkler a montré que cette réduction était facile (Berichte, 1890, p. 2642). Voir aussi le four électrique, par Moissan, p. 38). Maquenne a étudié aussi cette réaction. Ni Winkler, ni Maquenne, dit M. Ellis, n'ont étudié les propriétés du carbone ainsi produit. L'auteur démontre que c'est un mélange de carbone amorphe et de graphite, ou simplement du graphite. Il en est de même lors de la réduction de l'acide carbonique par le magnésium. Il est probable que la production du graphite est due à la conversion du carbone amorphe sous l'action de la quantité de chaleur énorme qui se dégage dans le fourneau.

SUR LA PASSIVITÉ DU FER

Après un exposé des théories déjà nombreuses ; qui se proposent d'expliquer la passivité du fer et du nickel, *M. E. P. Schoch*, à l'American Electrochemical Society,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

remarque qu'en général les métaux sont plus aisément rendus passifs dans les solutions alcalines; mais le fer, comme le nickel, et beaucoup d'autres métaux peuvent aussi être rendus passifs dans les solutions acides. La densité critique de courant pour lequelle il devient passif croît avec la concentration et avec la température. Mais aux grandes concentrations et aux hautes températures, l'état passif n'est pas toujours atteint.

Ruer a récemment trouvé que le platine se dissout lorsqu'il est soumis à un courant alternatif dans un électrolyte. Il pense qu'il se produit un oxyde à l'anode et que le renversement du courant réduit en partie cet oxyde en un autre oxyde basique qui est soluble dans l'électrolyte.

Sackur a trouvé que si l'on considère l'action catalytique des métaux sur l'union de l'oxygène avec l'hydrogène, on peut ranger les métaux dans l'ordre suivant: Ag, Pt, Cu, Sn, Fe, Ni, Cr.

SUR LA CORROSION DU FER

Question toujours intéressante. Au quadruple pont que la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest établit pour supprimer le passage à niveau du boulevard extérieur, les travaux de protection ont été menés avec grands soins, et on a employé, nous a-t-on dit, la feuille de zinc, le papier paraffiné et le ciment.

La question fut, à nouveau, l'une des plus débattues à la réunion d'octobre de New-York, de l'American Electrochemical Society. On a insisté sur la nécessité d'éviter, pour les pièces métalliques, tout contact et liaison avec les tuyaux de gaz et les conduites d'eau. (On sait que pour protéger les constructions contre les dangers de la foudre, il faut au contraire assurer au mieux ces liaisons.)

Le professeur A. F. Ganz, de l'Institut Stevens, a posé les questions suivantes. — Y a-t-il des cas de corrosion du fer à l'état passif? ou les conditions de la corrosion sont-elles telles que le fer est toujours actif, en sorte que l'on peut estimer le poids de fer détruit sur la base de 20 livres anglaises par ampère-an? — Y a-t-il une méthode qui permette de rendre le fer passif? On a suggéré l'emploi de la chaux; est-elle efficace? — Existe-t-il une méthode qui permette de distinguer les cas de corrosion dûs aux courants électriques des rues de ceux dus à des causes naturelles? — Peut-on protéger le fer efficacement par quelque couche de revêtement, contre la corrosion électrolytique? La peinture, la poix, le goudron, n'ont pas donné de résultats suffisants. A quoi cela tient-il? — La corrosion une fois commencée, peut-on empêcher son développement? — Peut-on arriver, par quelque moyen pratique, à protéger contre la corrosion électrolytique un système souterrain en fer, comme une conduite de gaz ou d'eau? — Quelle est la densité du courant au centimètre carré la plus élevée qui laisse encore la conduite à l'abri de la corrosion ?

Dans la discussion qui suivit cette communication, M. Maximilien Tooch cita le cas d'une conduite de gaz naturel d'une compagnie de l'Illinois, où les tuyaux sont revêtus aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur d'une couche d'asphalte; l'on sait que le gaz naturel est un dissolvant de toutes matières bitumineuses; la conduite dut être changée au bout d'un certain temps.

D'après M. Carl Henry, quelle que soit la densité du courant électrique, au point où il quitte le tube, si la terre est humide, il causera une attaque; et si l'action dure assez

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

longtemps, le tube sera détruit. Un moyen de protéger le tube de fer consiste à le mettre en contact avec un bloc de zinc enterré dans le sol, car tout courant se rendra au zinc avant de passer dans la terre, et le fer est protégé tant que le zinc n'est pas consumé. La peinture est un bon protecteur, mais il faut être certain qu'en aucun endroit elle n'est enlevée, sinon le tube se trouve exposé à un sérieux danger.

M. R. H. Gaines a cité le cas d'une conduite dont la corrosion présentait les caractères d'une corrosion due à l'action des courants électriques des rues, mais il n'y avait pas de ligne de tramway dans le voisinage, et le millivoltmètre n'indiquait aucune différence de potentiel avec le sol.

M. R. S. Sadtler a rapporté un intéressant cas de corrosion à l'entrée du courant, c'est-à-dire le tuyau étant en cathode. Le sol contenait un sel de sodium. Le sodium mis en liberté à la cathode s'alliait au fer et l'alliage était décomposé.

Le docteur Cl. H. Sharp, des laboratoires d'essais électriques de la ville de New-York, a parlé ensuite des méthodes de mesures pour les courants des voies.

M. A. A. Knadson a décrit quelques cas de corrosion présentés par les réservoirs à huile.

M. W. H. Walker, de l'Institut de Technologie du Massachusetts, a traité du rôle de l'oxygène dans la corrosion des métaux. Son rôle est double; l'oxygène est indispensable à la formation de la rouille; il fait d'abord passer le fer à l'état ionique ferreux, avec mise en liberté d'hydrogène; les ions ferreux sont ensuite oxydés à l'état ferrique par l'oxygène de l'air avec précipitation ultérieure à l'état d'hydroxyde ferrique. C'est là le rôle secondaire de l'oxygène. Mais suivant le docteur Walker, l'oxygène possède de plus un rôle primaire, qui est de dépolariser les portions cathodiques du fer que l'hydrogène tend à précipiter.

M. Walker constate aussi que l'alliage de zinc-fer (fer galvanisé à chaud) se corrode plus rapidement que le zinc pur. Le manganèse protège le fer par contact.

M. M. Tooch, à qui l'on doit des travaux si remarquables sur les peintures, a déclaré que pour que la peinture protège le fer, il faut se tenir à l'abri de toute présence d'eau. Le ciment protège, mais on ne peut pas dire que le mortier protège. Une couche de peinture d'abord, puis une couche de ciment, voilà une protection certaine.

De plusieurs communications sur des sujets voisins faites récemment à l'American Association of Electrical Engineers, on peut relever en particulier que l'action corrosive des courants monophasés n'est jamais nulle, tout en étant très inférieure à celle des courants continus; un feder de retour diminue les dégâts des ouvrages métalliques; le béton armé n'est pas un isolant suffisant.

M. A. S. Cushman étudie à nouveau la question de la corrosion du fer dans le *Bulletin* n° 38 du département de l'Agriculture des États-Unis, bureau des voies publiques. Il rappelle l'excellente série d'articles dus à M. P. Wood, sur ce sujet, dans les transactions de 1894 et 1895 de l'American Society of Mechanical Engineers; il développe les théories qui ont été proposées pour expliquer cette corrosion; il finit par étudier les substances qui possèdent le pouvoir d'augmenter ou de diminuer cette action néfaste. Parmi celles qui l'empêchent, il étudie les bichromates, les agents de passivité, les peintures renfermant des agents oxydants.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'INDUSTRIE SIDÉRURGIQUE EN SUÈDE

D'une très intéressante conférence de M. l'ingénieur *P. Nicou* sur ce sujet, tenue à l'Institut chimique de Nancy en décembre dernier, et publiée au *Bulletin* 65 de la Société industrielle de l'Est, nous extrayons du texte les principales indications.

« Que valent les minerais de fer de la Suède? Quelles ressources contiennent leurs gisements? Quelles sont les conditions dans lesquelles ils se trouvent placés?

Au point de vue de leur teneur, en fer, ils titrent jusqu'à 70 p. 100 de fer à l'état marchand, tandis que les minerais les plus riches de Lorraine dépassent rarement 40 p. 100.

Les gisements de minerais de fer de la Suède se divisent en deux groupes d'après leur situation géographique : celui du centre ou du Sud, et celui du Nord ou de la Laponie dans la province de Norbbotten. Le dernier atteint en 1907, 2 650 000 tonnes sur un total général de 4 480 000 pour la Suède, soit une proportion de 59 p. 100. Sur ces 4 480 000 tonnes, 3 520 000 sont exportées. Au centre, sur une production tolale de 1 800 000 tonnes, 120 000 tonnes environ des minerais de Gangesberg sont traitées dans des usines suédoises pour acier Bessemer ou Thomas, le reste est exporté.

La teneur moyenne donne Fe^2O^3 9; (Fe = 63,5); Fe^3O^4 79; CaO 3,60; MgO 2,50; SiO^2 2; Al^2O^3 1,50; P^2O^5 2,49 (Ph = 1,06).

Passons aux gisements du Nord ou de la Laponie.

Il est facile de gagner de Stockholm les différentes mines du centre de la Suède : il n'en est plus tout à fait de même quand il s'agit d'aller dans l'autre région minière, en Laponie. On peut bien, dans la saison du tourisme, de mi-juin à fin août, profiter du Lappland-Express aux confortables voitures, circulant trois fois par semaine, et qui, d'une seule traite, conduit à Stockholm, à Gellivare et Kiruna, après des parcours respectifs de 34 et 37 heures, pour arriver enfin à Narvik, en Norvège, sur l'Océan Glacial, en 42 heures. En temps ordinaire, il faut un peu plus de temps pour parcourir les 1 313 kilomètres de Stockholm à Gellivare, 1 413 à Kiruna, 1 581 à Narvik ; on doit faire arrêt, en effet, la seconde nuit à Jorn, et les durées de trajet atteignent alors 42, 45 et 50 heures. Le parcours n'a d'ailleurs rien de bien attrayant pour l'œil : la ligne court d'abord, vers le Nord, sur de hauts plateaux boisés coupés par les profondes vallées des fleuves torrentueux descendant des Alpes scandinaves à la Baltique. Dès qu'on arrive en Laponie, le site change et toute la région prend un air de tristesse absolue : des plaines basses ou des plateaux peu élevés, aux arbres rabougris, décimés par les gelées et les ouragans, plateaux et plaines parsemés de marécages et de tourbières, traversées par des torrents rapides grossis par la fonte des neiges en été et formant en nombreux points d'immenses lacs; telle apparaît au point de vue physique la région.

Comme population, presque rien, 150 000 habitants environ, pour 105 000 kilomètres carrés dans cette province du Norbbotten, la plus au Nord, comprenant la région des mines. Et la population combien irrégulièrement répartie. Presque toute sur la côte ou à proximité immédiate de villes assez importantes. Le reste des habitants se répartit dans les stations du chemin de fer et dans les bourgades de l'intérieur, délaissées en été par les Lapons et leurs troupeaux de rennes, fréquentées, au contraire, comme centres d'hivernage.

Comme sol, un sol inculte, à traces encore très nettes de la période géologique glaciaire, avec gros blocs roulés, restes des anciennes moraines, recouvert en certains points par un peu de terre végétale, que le climat trop rude ne permet guère de cultiver. La température moyenne de l'année est, en effet, de 2 à 3 degrés au-dessous de zéro; les Alpes scandinaves, qui s'élèvent à la frontière norvégo-suédoise et dont le point culminant, le Kebnekaise,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

atteint 2 135 mètres, arrêtent les vents chauds venant de l'Ouest et sont battus, au contraire, du côté suédois par les vents froids de l'Est.

Notons, en plus, que nous sommes presque partout à une latitude supérieure au cercle polaire; que l'hiver, le soleil, pendant de longs jours, ne se montre pas au-dessus de l'horizon, tandis qu'en été on peut y voir luire le soleil de minuit, et nous aurons une idée assez nette de cette Laponie suédoise, qui avant la mise en valeur des gisements de Gellivare et Kirunavara, ne voyait guère son intérieur fréquenté que par des Lapons nomades, et par des voyageurs que l'on citait tant ils étaient rares.

Aujourd'hui l'ouverture de la voie ferrée de Stockholm au fond du golfe de Bothnie et à l'Océan Glacial, a mis plus près du monde civilisé les régions du Nord. Le tourisme suédois si vivace y appelle déjà en été de nombreuses personnes; un hôtel pour touristes a même été créé un peu au Nord de Kirunavara, sur les bords du Tornetrask, et ses 106 lits sont, le plus souvent, tous occupés de juin à fin août par les amateurs de paysages sauvages et de courses dans les Alpes scandinaves. Le Lappland Exprès amène aussi dans ce pays les étrangers désireux de gagner le plus rapidement possible les fjords du Nord de la Norvège en venant s'embarquer à Narvik.

I. Les gisements de Laponie sont ceux de Gellivare et de Kirunavara. Le premier qui fut mis en exploitation fut celui de Gellivare; c'est lui qui se trouve le plus près du fond du golfe de Bothnie. Les premières notions de l'existence de Gellivare comme gisement de fer remontent à 1704, époque où le cite un ingénieur des mines suédois, Berthold Saldin. Les recherches du minerai ne se poursuivent activement qu'à partir du milieu du XIXe siècle. La Gellivare Aktibobaget Manufalt groupa, en 1891, la plus grande partie des concessions et s'en fit accorder de nouvelles, tandis que, plus tard venue, la Société Préja, filiale des usines autrichiennes de Wittkowitz, se voit attribuer, dans la région voisine de Koskullskulle, un autre gîte important de minerais non phosphoreux. L'extraction, arrivée à 650 000 tonnes dès 1894, dépassa le million en 1901, et atteignit en 1907, 1 130 000 tonnes, dont 200 000 pour la Société Préja.

Le stock total est estimé à 51 millions de tonnes; avec une teneur en Fe de 62 à 69; et en Ph de 1,244 à 0,025 p. 100.

II. Le gisement de fer de Kirunavara est à 100 kilomètres au nord de Gellivare, elle-même située à 6 kilomètres des mines proprement dites.

La moyenne de l'extraction de 1906 a donné, pour une production de 1 418 000 tonnes de minerai, une teneur en Fe de 62,8; et en Ph de 1,59.

Le travail d'abatage ne présente rien de particulier; le gîte s'offre en effet d'une façon très favorable pour l'extraction, des attaques par gradins à ciel ouvert se font sur toute la partie montante de la crête.

La question des logements ouvriers a été très sérieusement étudiée; ici comme ailleurs en Laponie des maisons confortables ont été installées dans les meilleures conditions d'hygiène; il fallait en effet dans ces pays déshérités songer à loger un personnel ouvrier naturellement importé, la loi ne permettant pas en particulier d'employer aux travaux des mines les Lapons de constitution trop faible, et cette population ouvrière comprenait en 1906 environ 3 000 personnes.

Comme nous l'avons vu plus haut, les gisements de fer de la Laponie n'ont pu être mis industriellement en œuvre que quand une voie ferrée eut été construite qui les reliât à la mer. A Luléà s'embarquent pendant les cinq à six mois de libre navigation (mai-octobre) sur une mer aux marées insensibles, les minerais de la région de Gellivare; en hiver, on les y met en stock de façon à ne pas interrompre, ni les mines, ni le service du chemin de fer; on reprend les stocks, quand c'est nécessaire, avec des pelles à vapeur ou électriques.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A Narvik, la mer ne gèle jamais, réchauffée qu'elle est par le Gulf Stream ; aussi les places pour les stocks sont moins grandes, bien qu'en certains cas, par suite du manque d'expédition, il y ait eu jusqu'à 3 et 400 000 tonnes emmagasinées ; dans ce cas, les minerais sont repris par des pelles à vapeur. En temps ordinaire les wagons, classés comme à Luléà suivant la qualité du minerai qu'ils contiennent, se rendent à un quai de chargement à voies surélevées, très perfectionné, avec une série de 26 trémies capables chacune de 240 tonnes de minerai (où l'on peut, par conséquent, préparer à l'avance une partie du chargement), et avec couloirs spéciaux de diverses longueurs pour diriger le minerai dans le navire, que ce dernier soit vide ou au contraire presque plein, qu'il s'agisse de marée haute ou de marée basse. La longueur de ce quai de chargement est de 356 mètres, ce qui permet de mettre d'un seul côté, car il est adossé à la côte, deux navires aisément à la fois ; 2 000 tonnes à l'heure peuvent être chargées facilement, ce qui fait qu'un navire de 7 000 tonnes, toutes manœuvres à quai comprises, n'exige que quatre heures et demie à cinq heures.

Des difficultés naquirent vite entre la Société de Kirunavara et l'État suédois quand, dès la quatrième année de la mise en valeur de la mine, le tonnage prévu de 1 200 000 tonnes fut dépassé. Il résulta après de longues négociations terminées en 1907 un contrat, qui fut approuvé par les Chambres Suédoises, entre le gouvernement suédois et les Sociétés minières lapones.

Qu'ira-t-il de la production totale à la sidérurgie suédoise ? Deux choses sont nécessaires à une industrie du fer : le minerai et le combustible destiné à le réduire. En combustibles minéraux on ne peut citer que les gisements houillers de Scanie, tout au Sud près d'Helsingborg, et produisant annuellement 2 à 300 000 tonnes d'un mauvais charbon ; aussi l'importation de houille est-elle considérable en Suède (4 000 000 tonnes en 1907, dont 3 700 000 tonnes d'Angleterre) comme du reste celle du coke (provenant alors surtout d'Allemagne, 108 000 tonnes en 1907). Sans doute, le combustible végétal est très répandu ; malgré les restrictions apportées au déboisement trop rapide, il peut fournir aisément 45 à 50 millions d'hectolitres annuels de charbon de bois consommés par la sidérurgie suédoise. Ce charbon de bois est obtenu soit par carbonisation en meules, soit par carbonisation en vases clos, par le système continu ou non ; son prix est très bas ; $0^{kr},55$ environ l'hectolitre en moyenne.

Jusqu'ici la fonte suédoise a été presque exclusivement faite au charbon de bois, accessoirement au combustible mixte, coke et charbon de bois, comme à Domnarfvet. La production dépasse légèrement 600 000 tonnes (615 700 en 1907 dont 10 700 de produits moulés en première fusion) obtenues dans 130 hauts fourneaux, dont la capacité moyenne annuelle est de 4 890 tonnes soit 13 500 kilogrammes par jour ; les plus puissants appareils sont ceux de Domnarfvet au nombre de 5, capables de 50 tonnes par jour.

Sur ces 130 hauts fourneaux actifs, 128 sont situés dans le centre de la Suède et sont alimentés par des minerais locaux avec accessoirement emploi d'une faible quantité (25 à 30 000 tonnes) de minerais de Gellivare ; dans le Nord, une seule usine existe en Laponie, celle de Carlsvik près de Luléa possédant les deux hauts fourneaux au bois les plus grands de Suède, capables chacun de 45 tonnes par jour en utilisant des minerais de Gellivare déphosphorés par le procédé Groudhal (fonte en 1907 : 23 000 tonnes).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SILUNDUM

Le Silundum ou carbone silicifié est un nouveau produit qui s'obtient lorsqu'on chauffe du carbone dans la vapeur du silicium, soit au-dessus de 1 600°. A cette température, le carbone conserve son état, en supposant, bien entendu, que l'on chauffe à l'abri de l'air. Le chauffage s'effectue dans des fourneaux électriques analogues à ceux montés pour la fabrication du carborundum. On place les pièces de carbone dans un lit de sable et de coke, ou mieux de carborundum amorphe enrichi de sable. Selon la température et la durée de l'action, on silicifie ainsi tout l'intérieur, en une couche seulement superficielle. On peut silicifier des pièces de charbon de toutes formes, par exemple des tubes qu'on silicifiera à l'intérieur et à l'extérieur.

Les propriétés de cette nouvelle forme de carbure de silicium sont une grande dureté ; une résistance remarquable aux acides à froid ; une bonne conductibilité électrique. La dureté est variable et dépend de la température du four, de la zone où se fait la réaction, de la proportion de silicium ainsi absorbée. Le silundum perd son silicium vers 1700° et il se combine alors avec l'oxygène de l'air. Le silundum ne peut pas se fondre. Sa résistivité électrique varie avec l'espèce de charbon générateur et avec la dureté du produit, et celui qui est fait avec du charbon le plus poreux a la résistivité la plus grande.

Quelles sont les applications du silundum ? C'est d'abord le chauffage électrique, dans les appartements et dans les cuisines. Le silundum remplace mieux le platine et coûte moins cher. Le chauffage industriel, pour fusions, etc., l'emploie aussi, ainsi que celui des fours de laboratoires.

Sa tenue vis-à-vis des acides en fait une excellente matière première d'électrodes pour cuves de blanchiment électrique.

Le coke silicifié pent remplacer le ferrosilicium en sidérurgie.

Le silundum est dû à *M. F. Bölling* de Frankfort-sur-Main. (Voir Electrochemical and metallurgical industry, n° de janvier 1909, p. 247.)

L'ÉTAT ACTUEL DE L'INDUSTRIE DU GAZ D'ÉCLAIRAGE

Les comptes rendus du trente-cinquième congrès de la Société technique de l'industrie du gaz, tenu à Paris en juin 1908, renferment de nombreux mémoires techniques dont l'ensemble constitue un intéressant tableau de l'état actuel de cette industrie. Nous en donnons un résumé.

La communication de M. H. Marquisan, administrateur de la Société du gaz et de l'électricité de Marseille, sur les méthodes nouvelles et les nouveaux appareils de distillation de la houille, fut la reproduction, avec compléments, de la communication faite antérieurement à la Société des ingénieurs civils, et dont mes notes de chimie ont donné un ample résumé (voir notre Bulletin, n° d'octobre 1908).

M. Frevss, inspecteur de la Compagnie L'Union des gaz, rendit compte de ses essais sur les fours à cornues verticales aux usines de Dessau et d'Obersprée.

M. Maggioni, directeur de l'usine à gaz de Modène, signala l'application faite à Wien-Gaudenzdorf par le directeur, M. Jules Arnold, de la thermalite comme matière spéciale d'isolation pour les fours, sur 6^{cm},5 aux voûtes et 3^{cm},5 aux façades. On sait combien la déperdition de chaleur est grande par les parois. On a isolé la partie su-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

périeure des fours avantageusement au moyen de poussier de coke, de liège, de coulisseaux creux, etc.

M. l'ingénieur Echinard exposa le système P. de Lachomette pour l'application du gondron au chauffage des fours à récupération. Les goudrons subissent une forte baisse du fait de la production des fours à coke que ont déjà trop de leur gaz pour alimenter leur chauffage.

M. Métivier, directeur de l'usine de Melun, décrivit un appareil pour la carburation du gaz par le benzol fonctionnant à l'électricité. Appareil ingénieux, mais peu économique.

La Compagnie du gaz de Lyon a établi une transmission de gaz à grande distance, avec surpression, analogue à une transmission d'électricité. Son ingénieur, M. Ch. d'Aubenton-Carafa, l'a décrite. C'est la première de ce genre qui soit installée en France.

Il ne faut pas oublier cependant que les jardins de l'Exposition de 1900 étaient éclairés au gaz surpressé. M. E. Thomine nous le rappelle, et nous parle des installations de Londres, de Berlin. Les avantages sont une grande économie de consommation et un effet lumineux incomparable.

M. Laforgue, inspecteur des services d'éclairage Lusol et hydrocarbures, a fait connaître quelques appareils récents d'éclairage au gaz; les becs à incandescence espéranto, qui sont un perfectionnement des becs Moreau, la lampe intensive solaire à brûleur en bronze et sans toile métallique, le manchon pétrifié espéranto, tressé avec des centaines de fils de ramie entre-croisés que traversent des côtes d'amiantes pétrifiée. M. G. Mékéou décrivit aussi son brûleur spécial. M. R. H. Gaulis, les appareils très ingénieux que la maison Kilchmann et Gaulis à Wohlen, Suisse, fabrique pour l'allumage et l'extinction automatique des becs de gaz, et dont 15000 sont en service actuellement.

M. Defoy, ingénieur à l'usine du Havre, exposa l'extension prise par l'éclairage des wagons au gaz de houille comprimé. La Compagnie de l'Ouest a mis en service sept stations de compression, en dehors de celle du Havre; deux à Clichy pour desservir la gare Saint-Lazare, à Paris-Montparnasse, Paris-Invalides, Caen, Le Mans, Rennes. Les compresseurs sont actionnés électriquement.

M. L. Denayrouze traita de l'utilisation pour l'éclairage à l'incandescence des hydrocarbures tirés du goudron de houille. L'alcool carburé a conquis un succès complet pour l'éclairage en Argentine. A Paris, les lampes à Lusol (benzol à 90) sont employées comme éclairage de remplacement sur les voies publiques.

M. J. Pierson, l'ingénieur représentant les moteurs à gaz Crossley, donna les comptes d'exploitation de moteurs à gaz de houille installés dans des magasins à Tours, pour y fournir la force motrice nécessaire à l'éclairage électrique. Le coût du kilowatt (avec le gaz à 19 centimes) payé 75 au secteur, est revenu à 33 centimes (et amortissement d'une dépense d'installation de 15000 francs réalisée en moins de quatre ans, pour une dépense d'à peu près 10000 kilowatts par an).

M. C. Roche, directeur de l'usine de Rennes, donna quelques résultats expérimentaux pour l'exploitation de moteurs à gaz pauvre, la conduite du gazogène, le choix du combustible, l'épuration, l'échappement.

L'utilisation des eaux ammoniacales des petites usines à gaz a été discutée par M. O. Guillet. C'est la vente directe a l'agriculture, mais il y a perte par volatilisation de l'ammoniaque; il faudrait au préalable saturer l'eau avec l'acide sulfurique. Mais

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour mieux utiliser ces eaux, et leur permettre de supporter les frais d'un transport, il faut les concentrer, et le mieux serait, comme Croll l'a breveté, dès 1840, de faire barboter le gaz dans une eau déjà neutralisée. A l'usine d'Ivry, en 1847, on se servit de plâtras arrosés d'acide sulfurique.

MM. Chevalet et Du Pasquier traitèrent du dosage de la naphtaline, dans le gaz en particulier du moyen de la dissolution de la naphtaline dans l'huile d'anthracine. A 0°,100 d'huile dissolvent 1,2 de naphtaline; à 2° 3; à 3° 6,5; à 10° 11,4; à 20° 20,7; à 27° 26,6. La courbe de solubilité est presque droite.

Pour l'absorption de la naphtaline dans les petites usines au moyen d'huile d'anthracène, 3 gr. 7 environ par 1 000 mètres cubes de gaz fabriqués.

Ce très intéressant volume se termine par une revue bibliographique, des articles intéressant l'industrie du gaz, faite d'une façon remarquable par M. J. Payet, secrétaire général de la Société et concernant les charbons, l'épuration, l'éclairage, la photométrie, la calorimétrie, les gazogènes, les sous-produits, les canalisations, les constructions d'usines.

Parmi les séances de discussion du congrès, l'une fut consacrée aux appareils d'allumage et d'extinction automatiques. L'usine de Nanterre de la Cie L'Union des gaz a procédé à des essais sur les appareils Aldher et Mackay, dont le fonctionnement a présenté la plus grande régularité; sur les allumeurs Bamag, plus séduisants *a priori* mais moins réguliers, puisque sur 15 appareils on a constaté un raté par jour; sur les allumeurs Rostin; sur les appareils Z. U. L. A. de Zurich, sur les appareils Gunning, dont le fonctionnement a été très régulier pendant six mois. M. Maggioni a parlé de l'appareil Lied, installé à Christiania sur 4 000 lanternes, et dans d'autres villes d'Europe, d'Australie, etc.

SUR LA SYNTHÈSE DU MÉTHANE.

En 1897, disent *MM. W. A. Bone et H. F. Coward*, de l'Université de Leeds et de celle de Manchester (Journal of the chemical Society, 1908, p. 1975), l'un de nous en collaboration avec le docteur D. S. Jerdan concluait que vers 1200°, le carbone s'unit directement à l'hydrogène pour former du méthane, sans qu'il se produise à cette température ni acétylène, ni hydrocarbure non saturé. Ce résultat fut confirmé par de nouvelles recherches en 1901.

Le fait que le méthane puisse se produire directement à une température aussi basse a été regardé comme impossible par Berthelot en 1905 (Comptes rendus, 1905, t. XL, p. 905; Annales de chimie et de physique, 1905, 8e série, t. VI, p. 183); il résulte, dit-il, de mes expériences que le carbone, sous ses trois formes de diamant, de graphite, de carbone amorphe bien purifié, ne s'unit pas à l'hydrogène, à 1325° sous la seule influence de la chaleur. J'ai fait depuis cinquante ans, dit encore Berthelot, de nombreux essais, dans des conditions très diverses, pour combiner le carbone amorphe au rouge vif. Je n'ai jamais pu constater rigoureusement cette combinaison, toutes les fois que le carbone a été absolument privé d'hydrogène et d'azote combinés, ainsi que d'alcalis et de fer. MM. W. A. Bone et H. F. Coward font la réflexion que la valeur des dernières expériences de Berthelot est diminuée du fait que ses tubes de quartz étaient perméables aux gaz à de hautes températures, l'hydrogène passait de dedans au dehors, et il est possible qu'inversement il pénétrât de l'air.

Pring et Hutton en 1906 (Transactions, t. LXXXIX, p. 1591) ont chauffé par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moyens électriques des baguettes de carbone purifié dans une atmosphère d'hydrogène, entre 1 000° et 2 800°; ils obtinrent de petites quantités de méthane, mais d'autant plus faibles que le carbone était mieux purifié.

Il y a un an, Mayer et Altmayer ont étudié la réaction réversible $C+2H^2=CH^4$, entre 475° et 625°, en présence de nickel et de cobalt, et étendant l'équation qu'ils ont déduite de leurs expériences par extrapolation, ils nient la possibilité de la formation synthétique du méthane à 1 200°.

MM. Bone et Coward ont poursuivi le but de convertir un poids donné de carbone purifié, tout entier en méthane, en le chauffant dans un courant d'hydrogène pur entre 1 100° et 1 200°. Malgré les difficultés d'une méthode d'une longueur extrême, et les ennuis provenant de l'action réductrice que le méthane produit exerce sur le verre, ils ont réussi à obtenir les 73 pour 100 du méthane théorique. Leur travail était subventionné par la Royal Society de Londres.

POUDRES-ÉCLAIRS

D'après *M. F. Novak* dans le Jahrbuch der Chemie, les intensités lumineuses en bougies Hefner-mètre par seconde (1 = 1,13 bougie décimale) des mélanges de poudres-éclairs au magnésium avec différents sels sont :

1 gr. de Mg + 1 gr. de nitrate de.	K	Ba	Sr	Zn	Zr	Th	Cd	Permanganate de K 0,75
Puissance lumineuse (en milliers de bougies).	30	60	84	173	237	281	399	173
Durée de la combustion (en secondes).	0,07	0,07	0,11	0,25	0,24	0,22	0,30	0,12

On a, avec le nitrate de Zn à	1 gr.		0,50	avec celui de Th à		1 gr.	0,50	0,25
Puissance lumineuse.	173		282			281	358	382
Durée de la combustion. . . .	0,25	0,27				0,22	0,24	0,23

PHOTOMÉTRIE

La Société technique de l'industrie du gaz vient de publier les comptes rendus de la deuxième session tenue à Zurich par la Commission internationale de photométrie.

Nous y relevons les rapports des laboratoires scientifiques de la Reichanstalt de Berlin (docteur Emil Liebenthal), du National physical Laboratory (M. C. C. Paterson), du Laboratoire d'Essais du Conservatoire national des Arts et Métiers et du Laboratoire central d'électricité (MM. Perot et P. Janet), sur la comparaison des étalons d'intensité lumineuse.

La Commission a accepté les valeurs suivantes pour les rapports des intensités lumineuses des lampes étalons à flamme actuellement en usage, et fonctionnant sous pression de 76 de mercure, la lampe Carcel et la lampe Vernon-Harcourt, avec une humidité de 10 litres de vapeur d'eau par mètre cube d'air sec, et la lampe Hefner avec une humidité de 8,8.

Carcel = 10,7^{s} Hefner. Vernon-Harcourt = 1,02°. Carcel = 10,9^{s} Hefner.

La commission a émis le vœu que l'étude de la fixité de la température de fusion du platine soit continuée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous y relevons encore la discussion sur les règles à suivre pour la photométrie des becs à incandescence. L'invention des becs renversés rend de plus en plus difficiles les solutions précises aux problèmes de photométrie.

Nous y relevons enfin des notes de M. E. Sainte-Claire Deville, ingénieur-chef de l'Usine expérimentale de la Société du gaz de Paris, sur le pouvoir éclairant ordinaire et par incandescence du gaz de houille, du gaz à l'eau et de leurs mélanges.

Le pouvoir éclairant n'est qu'une propriété conventionnelle. Selon la manière dont un même gaz est brûlé, il peut donner des quantités de lumière très différentes. On sait qu'un gaz riche exige plus d'air pour sa combustion, et que tout gaz brûlé dans un bec Argand présente un maximum de rendement lumineux qui correspond à un minimum de dépense d'air au-dessous duquel minimum la flamme devient fuligineuse; cette proportion théorique d'air qui donne le maximum de rendement lumineux varie dans la pratique avec les détails de construction du brûleur. On ne peut donc, dans des recherches scientifiques, se servir pour tous les gaz de la méthode à volume constant, employée dans les usines pour un contrôle industriel, puisqu'un gaz riche et un gaz pauvre ne se trouvent pas dans les mêmes conditions voisines de leur rendement maximum. M. Sainte-Claire Deville s'est proposé de combler cette lacune et de donner une méthode pour déterminer les pouvoir éclairants absolus. Il mesure le pouvoir éclairant par le rapport du volume d'air comburant au volume du gaz brûlé ; dans cette méthode, la flamme présente à peu près le même aspect pour tous les gaz.

M. Sainte-Claire Deville, pour obvier aux causes si nombreuses qui font varier le pouvoir lumineux des becs à incandescence, proposa que l'on reconnût que le pouvoir calorifique des gaz est de beaucoup le facteur le plus important de leur valeur vénale, qu'ils soient vendus pour servir au chauffage, à la force motrice et même à l'éclairage, et qu'en conséquence il y aurait avantage à remplacer par cette seule détermination toutes les conventions si disparates qui servent aujourd'hui à contrôler la qualité du gaz.

L'auteur donne pour le gaz de houille et le gaz à l'eau les températures de combustion 1 950° et 2 062° (2 030° pour le gaz à l'eau industriel); les pouvoirs calorifiques 5 385 et 2715 : les rendements lumineux par 100 l., 11,24 et 6,52; et par 100 Cl., 20,88 et 24,62.

On trouvera dans le mémoire intégral de M. E. Sainte-Claire Deville une étude d'ensemble sur la combustion dans les brûleurs à gaz, et une étude sur le pouvoir éclairant dans l'incandescence du gaz de houille, du gaz à l'eau, et de leurs mélanges, avec ou sans enrichissement par le benzol.

CUIR A SEMELLES A L'ÉCORCE DE MIMOSA

M. H. G. Bennett a communiqué à la section de l'Yorkshire de la Society of Chemical Industry de Londres (voir son Journal, n° du 31 décembre 1908, p. 1193) un travail sur le tannage du cuir à semelles avec l'écorce de mimosa.

Dans le tannage du cuir à semelles, dit l'auteur, il est bien admis qu'on doit commencer, lorsqu'on se sert de substances tannifères tirées du règne végétal, par des jus faibles, puis on continue par des jus de plus en plus riches en tannin, sans dépasser une force telle qu'elle empêcherait la pénétration du tannin de se poursuivre correctement.

L'emploi de moyens mécaniques pour aider cette pénétration n'est pas ici de mise.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La détermination de la limite de concentration est très importante, car si on augmente trop vite cette concentration des jus, le cuir devient dur. Ces limites varient avec chaque substance tannante; on doit élever très lentement la concentration lorsqu'on se sert de substances astringentes comme le quebracho, et on peut l'élever plus vite avec les gambiers. Ainsi dans les procédés mixtes on emploie d'abord du gambier, puis on finit par le quebracho.

L'écorce de mimosa appartient à la même classe que le quebracho. Peut-on adoucir le mimosa, le quebracho, par l'addition aux jus de produits spéciaux, dans le but de pouvoir utiliser dans le tannage des jus plus concentrés? Procter a noté que la présence de sels neutres dans les jus est très efficace; et l'on sait qu'en donnant un premier tannage faible avec des sels minéraux, on facilite la pénétration ultérieure des tannins végétaux.

M. H. G. Bennett a essayé dans cette voie toute une série de sels neutres, l'acétate de sodium, l'acétate de calcium, le sulfate de magnésium, le sulfate de sodium à la dose de 3 p. 100 du jus tannant, le sulfate de sodium, l'alun de potasse, l'alun de chrome, à la dose de 0,5 p. 100, et avec addition de 8 litres d'acide acétique à N/20, puis à N/10; le tannage fut mené un mois en accroissant la force des jus de 1° au barkomètre par jour jusqu'à 30°, puis un mois en l'accroissant de 3° par jour jusqu'à 60°.

Dans tous les cas, la présence des sels causa un accroissement très net, mais le cuir était trop doux pour en faire du cuir à semelles. L'emploi seul d'une très petite proportion de sulfite de sodium pourrait être admis dans un jus de mimosa nouveau, où l'on mettrait des peaux vertes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTES DE MÉCANIQUE

LES ASCENSEURS A PISTON AMÉRICAINS, d'après *M. W. Baxter* (1).

La plupart des ascenseurs des grandes constructions américaines sont encore du type à câbles et sans puits, mais, depuis quelques années, les ascenseurs à puits et à haute pression leur font une active concurrence malgré leurs inconvénients, dont le principal est l'obligation de loger dans des puits qui atteignent une centaine de mètres le cylindre de même longueur et son piston. Pour ces grandes profondeurs, le piston est en général en tubes d'acier de 165 millimètres de diamètre extérieur, ainsi que le cylindre, de 50 millimètres plus gros que le piston.

On voit (fig. 1) en P ce piston ; en C son cylindre ; en W les contrepoids sur câbles R, à poulie S, équilibrant la cabine et son piston, qui pèse 33 kilogrammes par mètre ; la traction des câbles croît à mesure que le piston sort de l'eau de manière à maintenir automatiquement son équilibrage. La distribution de l'eau est faite par un distributeur V et son pilote V′ ; les valves A et B commandent les arrêts automatiques, au haut et au bas de la course. A est commandé par la corde A″, actionnant le levier A′ par la poussée qu'exerce sur elle la poulie D de la cabine, de manière que la fermeture de A se fasse graduellement au haut de la course. La poulie D′ commande de même, par B″, la valve B.

Le piston D est (fig 2) renforcé par un câble B, passé sur la clavette A, et tendu par les boulons O′ du croisillon O, et ses différents tubes sont vissés sur des manchons C, à partie centrale tournée exactement au diamètre intérieur de l'embouchure des tubes, exactement alésée de manière à assurer la rectitude de cet assemblage et l'alignement exact des tubes tournés et bien polis. Le cylindre E est vissé dans la pièce en fonte F, avec stuffing box G, à garniture T, graissage à l'huile par K et segments en antifriction I, pour essuyer cette huile du piston et la renvoyer en G.

Au bas de course, la cabine repose sur des tampons F (fig. 1) comme le contrepoids W ; ces tampons sont constitués par (fig. 3) des pistons PP′, à caoutchoucs P″, cylindres C, serrés en F′ par les écrous F″, qui en règlent la hauteur, et appuyés au sol par les tubes F, avec écrous D, dans lequel passe le ressort de P. Le piston se termine au bas par (fig. 4) une masse en fonte D′, entourée d'une gaine en laiton D″, pour l'empêcher de se rouiller, et qui porte trois guides élastiques A, destinés à maintenir le bas du piston concentrique à son tube.

Le distributeur principal est représenté en figure 5 et son pilote en figure 6. Le tuyau I (fig. 1) relie l'admission P du pilote à celle B du distributeur par la valve limite A, et J relie l'échappement P′ du pilote à celui du distributeur par B. L'admission O du pilote est reliée par K à l'admission A′ de gauche du distributeur. A l'arrêt, le

(1) *Power*, septembre, octobre et novembre 1908.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

distributeur et le pilote occupent les positions (fig. 5 et 6), avec l'espace entre

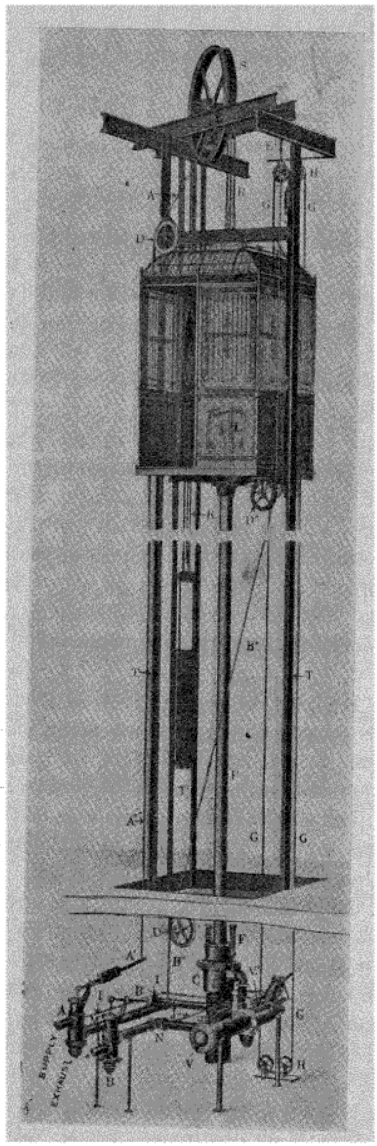


Fig. 1.

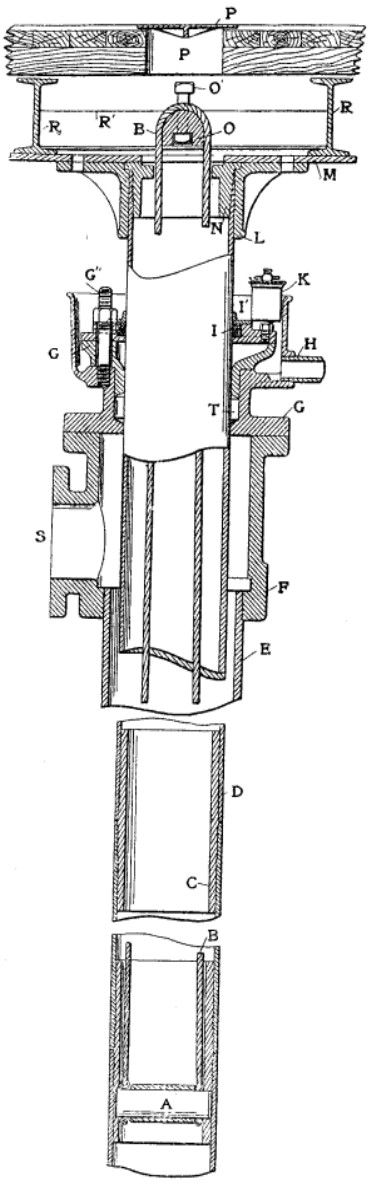


Fig. 2.

A et B plein d'eau sous pression amenée constamment par I, (fig. 1) ainsi que l'espace entre D et E, par M. L'espace entre B et C est relié à l'échappement par MN. L'es-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pace à gauche de A est plein d'eau en communication avec l'entrée O du pilote, alors fermée, de sorte que cette eau ne peut pas s'échapper.

Pour monter la cabine, on soulève le levier G, qui, par HJ K, tire à droite la valve LT′ (fig. 6) de manière qu'elle laisse l'eau à gauche de A s'échapper par O T′ R′P′ X, et que le piston A, poussé par la pression différentielle de l'eau en AB, recule à gauche

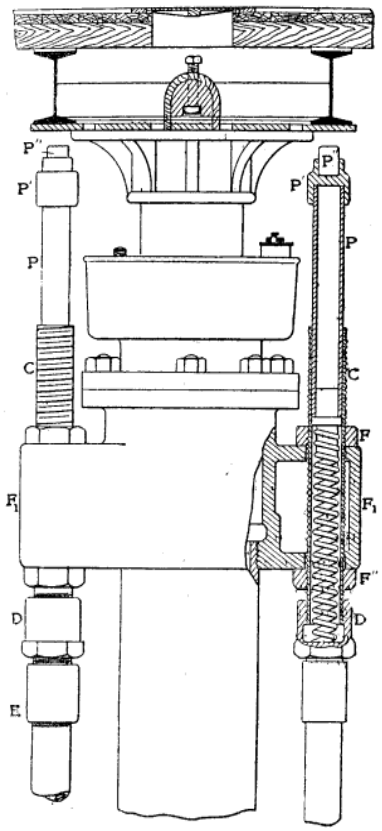


Fig. 3.

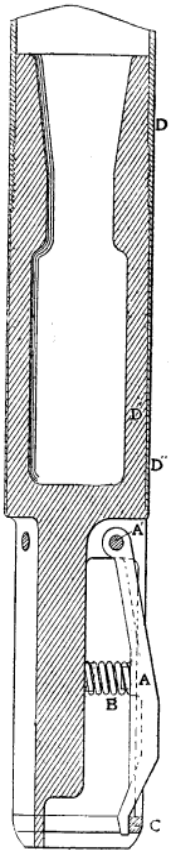


Fig. 4.

avec D, qui laisse alors l'eau sous pression d'entre DE passer au cylindre de l'ascenseur. Mais le mouvement du distributeur vers la gauche entraîne F′ F″, qui, par H′HK, ferme, en T, la sortie de l'eau d'à gauche de A, et arrête ce recul de A, en servo-moteur après un parcours fonction du mouvement initial du levier G.

D'autre part, ce déplacement de F″ vers la gauche tire, par K′ K″, vers la droite, la valve V′, en même temps qu'il pousse V à gauche, et, lorsqu'on veut arrêter la cabine en abaissant G′V, ramenée à gauche, rouvre T_1 qui laisse l'eau sous pression s'échapper du cylindre, par P R T, au pilote et, par O A″ à gauche de A, de manière à égaliser les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pressions sur les deux faces de A, et que celle sur B ramène le distributeur à droite et ferme l'admission au cylindre. On voit, en figure 6, qu'avec V dans sa position centrale, il en est de même de V′, et que les ouvertures des valves L et L′ laissent l'eau passer

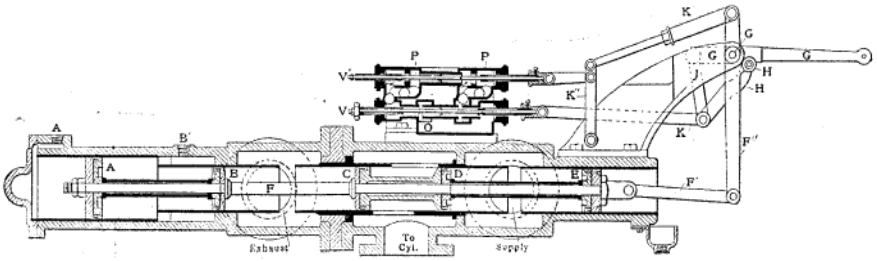


Fig. 5.

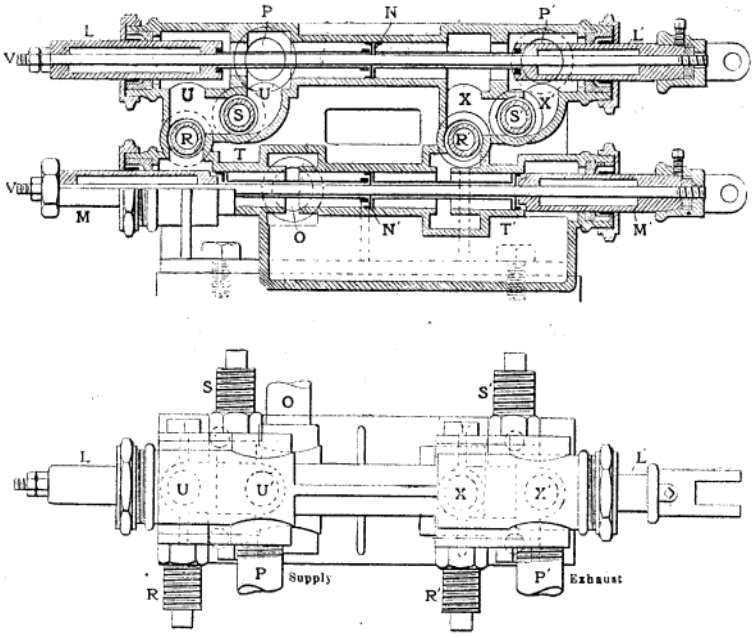


Fig. 6.

librement de P en U sans passer par U′, et de X en P′ sans passer par X. La valve S′ étrangle U′ de manière qu'il y passe beaucoup moins d'eau qu'en U, de sorte que, si l'on ferme L de manière à faire passer l'eau par U′, il lui faudra beaucoup plus de temps pour remplir l'espace derrière A que si elle passait par U. Il en résulte que l'abaissement du levier G, pour arrêter la cabine, ne fait revenir le distributeur que lentement à sa position de fermeture, et arrête lentement la cabine. Les valves RR′ SS′ se règlent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

facilement par leurs vis de manière à permettre de modérer, par SS′, la rapidité des arrêts, et par RR′ celle des départs.

Dans le distributeur figure 7, les arrêts se règlent par les vis A et B. Au départ,

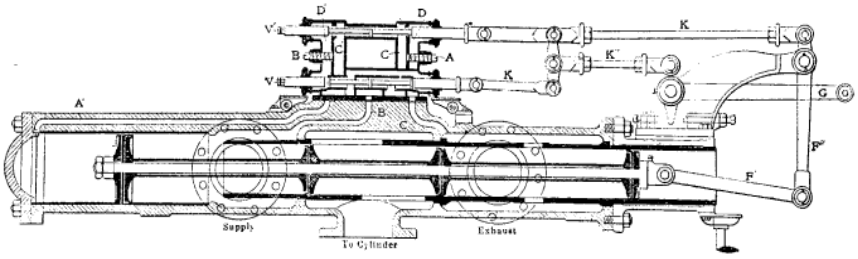
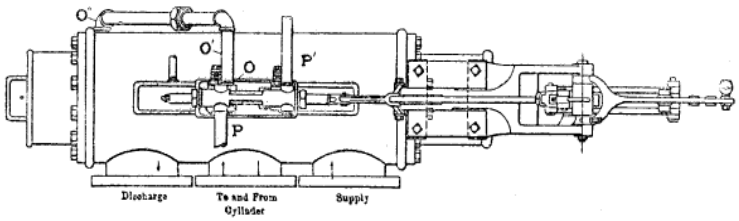


Fig. 7.



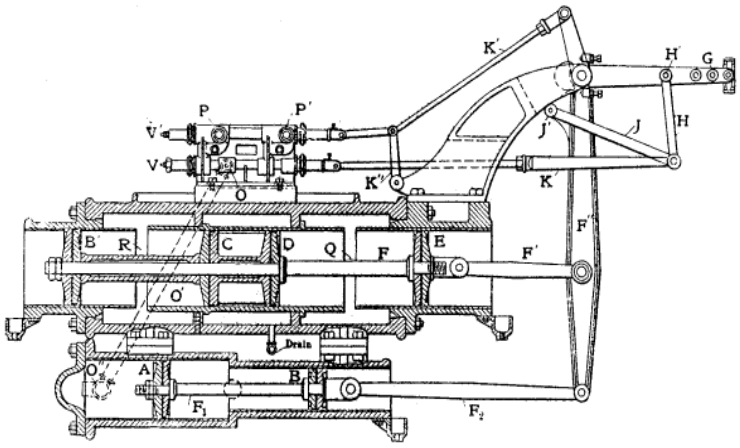


Fig. 8.

l'eau passe directement par D ou *d*D′, sans passer par les ouvertures de C et C′, contrôlées par B et A, parce que V′ est alors dans sa position centrale, mais, à l'arrêt, V se trouve à droite ou à gauche de cette position, comme en figure 6, et l'eau doit traverser ces étranglements. Lorsqu'on abaisse G,K marche à gauche, parce que F″ ne bouge pas; lorsqu'on baisse G,K marche à droite, de sorte que V′ reste dans sa posi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tion centrale au départ pour la montée ou la descente. Mais, dès ce départ, par le mouvement du distributeur V' est déplacée par F''K'. Le distributeur figure 7 n'a que 4 pistons au lieu des 5 du type figure 5.

Dans le type d'Otis (fig. 8 et 9), le distributeur est en deux cylindres superposés, ce

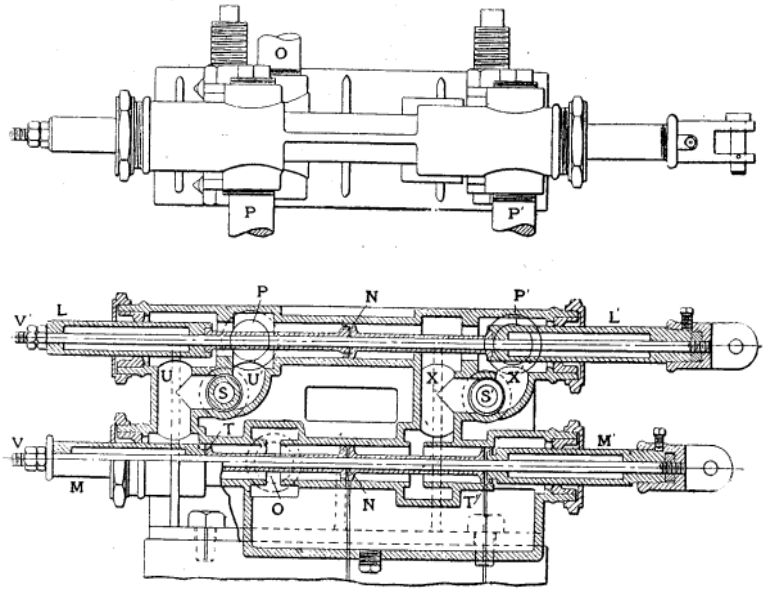


Fig. 9.

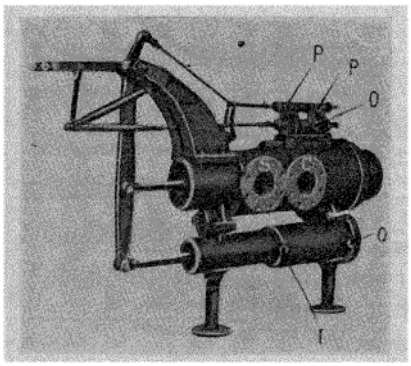


Fig. 10.

qui exige un piston supplémentaire B, mais permet de réduire les diamètres des pistons A et B considérablement parce qu'ils n'ont qu'à ouvrir des valves plus petites que la valve unique du type (fig. 5). Le tuyau O' relie le pilote (fig. 6) à A en O'', et I' est toujours en communication avec l'eau sous pression du réservoir d'alimentation. Lorsque le pilote relie O' à l'échappement, le distributeur se meut vers la gauche, et lorsqu'il

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

relie O″ à l'alimentation, la pression s'égalise sur les deux faces de A, de sorte que la pression de l'alimentation sur la gauche de B l'entraîne vers la droite. Le pilote (fig. 9) ne diffère du précédent (fig. 6) que par la suppression des valves R et R′ de réglage

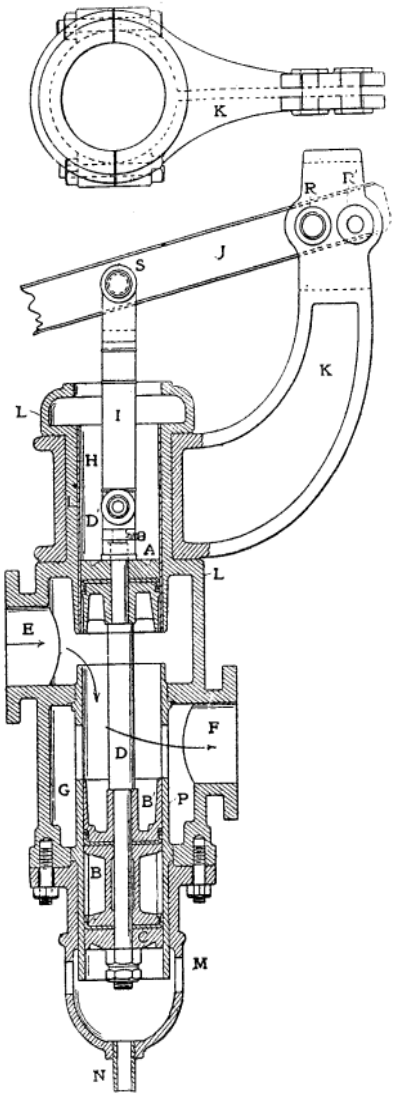


Fig. 11.

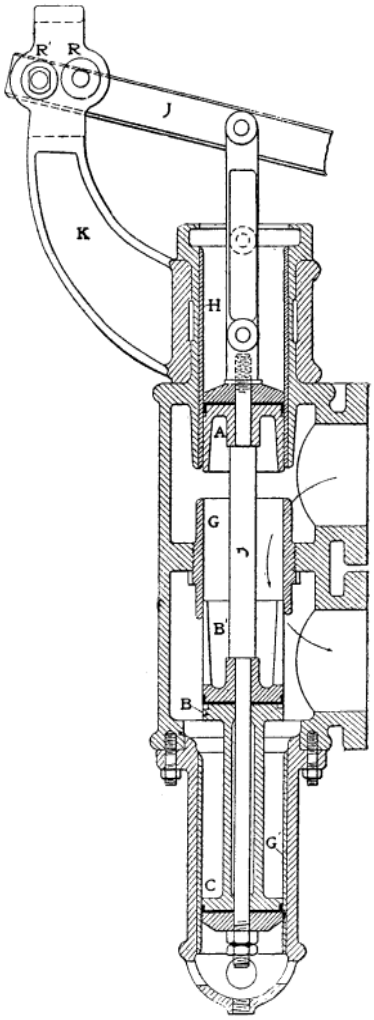


Fig. 12.

des départs, ce qui peut se faire en réglant les distances entre L et L′ de manière à étrangler plus ou moins U et X. La figure 10, qui représente l'ensemble de ce distributeur et de son pilote montre bien la constitution du renvoi F″H J K K′..., avec

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

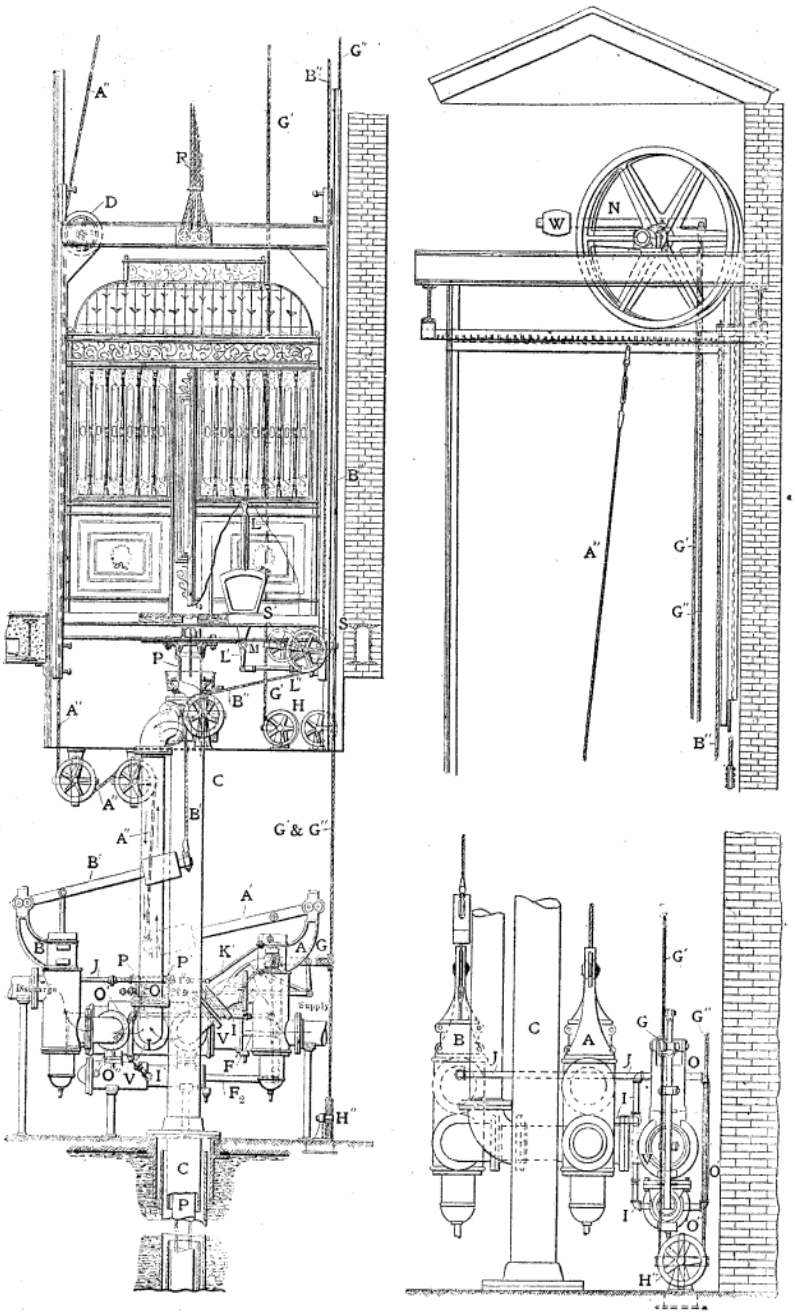


Fig. 13. — Ensemble d'un ascenseur Otis.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

admission au distributeur par S et au cylindre de l'ascenseur par C, d'un côté, et l'échappement du distributeur de l'autre, au lieu d'avoir, comme en figure 8, ces trois prises d'un seul côté du distributeur.

Les valves automatiques d'arrêt A ou B (fig. 1) sont (fig. 11) cylindriques, avec piston d'équilibre A de la pression sur B, et piston C, empêchant les fuites par le bas au drain N. Dans la position figurée, l'eau peut s'échapper du cylindre de l'ascenseur

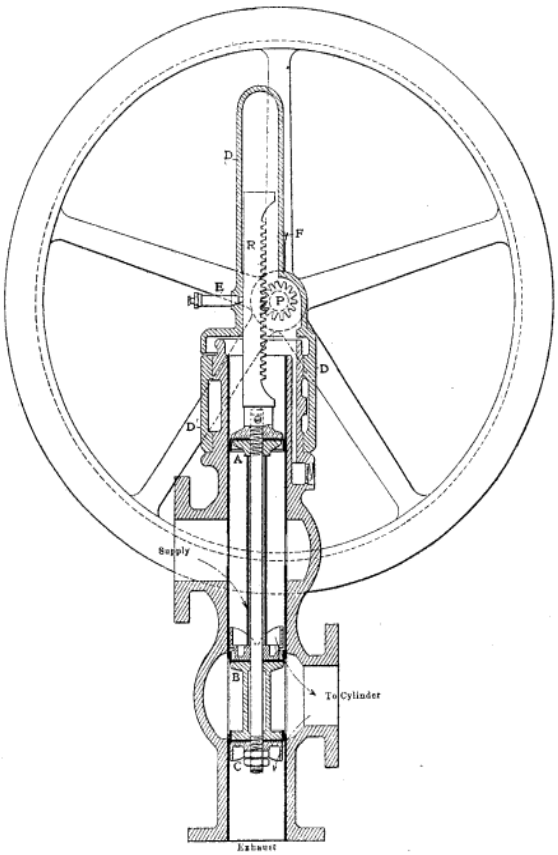


Fig. 14.

par E F; F se ferme quand B dépasse P, en montant, et l'ascenseur s'arrête graduellement à mesure de cette fermeture de P. Le bras K du support du levier J peut s'orienter sur L à la demande de l'installation, et il suffit d'échanger les deux manchons G et H pour que la fermeture de B se fasse en abaissant J au lieu de le soulever. Dans la valve (fig. 12), B′ se ferme en montant, et les garnitures en assurent l'étanchéité.

La figure 13 représente l'ensemble d'un ascenseur Otis avec les distributeurs et valves (fig. 6) et les mêmes lettres qu'en figure 1 ; des flèches indiquent les trajets

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de l'eau. Le pilote est commandé par les cordes G′G″, fixées au tendeur N W, et passées sur les poulies SS′ d'un chariot M de la plate-forme, commandé par L′L″. La corde S G passe par S′S G H″ G″ H S N, de sorte que, si l'on pousse L à droite, S descend et S′ monte avec les brins G′ et G; l'inverse a lieu si l'on tire L à gauche.

Avec les ascenseurs trop rapides pour les distributions par leviers, la manœuvre du distributeur se fait (fig. 14) par crémaillère et pignon R et P, graissés en E et F, avec deux talons courbés de manière à arrêter la crémaillère sur le pignon aux bouts de courses.

Pour les très grandes vitesses, on réduit la transmission de S à la crémaillère par un train d'engrenages BC (fig. 15 et 16), avec taquets d'arrêt sur la crémaillère F.

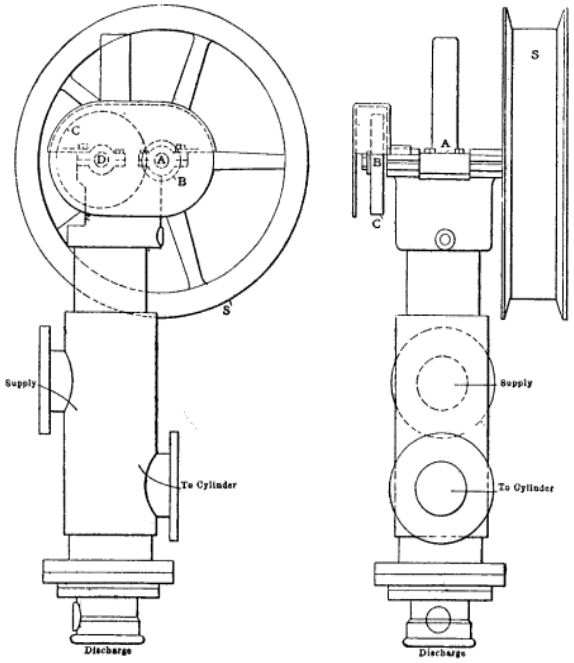


Fig. 15.

Dans les cas où l'eau s'échappe dans un réservoir au-dessus de C (fig. 14) les pistons C et B cessent de s'équilibrer, et, pour conserver cet équilibre, il faut employer le dispositif (fig. 17), avec piston additionnel équilibreur D.

Les ascenseurs à pistons sont plus simples que ceux à câbles. Leurs câbles d'équilibre fatiguent beaucoup moins, et doivent peser, par mètre, une fois et demie le poids d'eau déplacé par mètre de course du piston. Le piston ne donne guère d'ennuis. Toutes les fois que l'ascenseur doit être immobilisé pour un long temps, il faut graisser soigneusement la tête et le haut du piston, de manière qu'il entraîne dans l'eau un peu de graisse et ne se rouille pas. Lors de la remise en train, il faut repolir toutes les rugosités du piston à la lime douce puis au rouge fin.

La garniture A des stuffing boxes d'Otis est (fig. 18) en deux parties: A de cuir et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A′ de caoutchouc, emboîtées l'une dans l'autre et remplissant exactement leur chambre quand C est serré à fond comme en figure 19. On emploie deux anneaux A et A′, parce qu'il faut les couper pour les emmancher sans retirer le piston, et que leurs fentes se recouvrent à couvre-joints. Les deux anneaux antifriction essuyeurs G sont pressés par un ressort circulaire en laiton de 3 millimètres de diamètre.

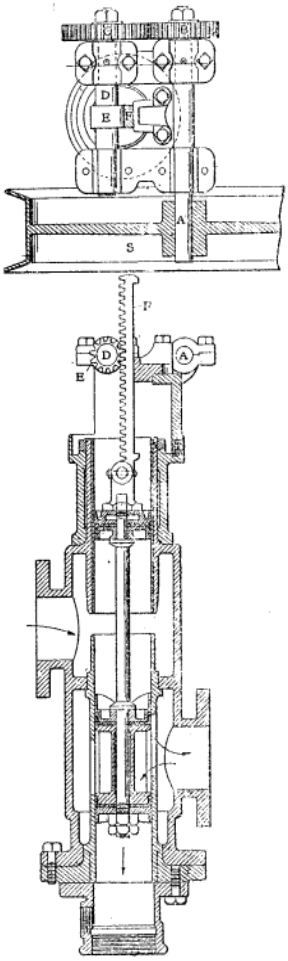


Fig. 16.

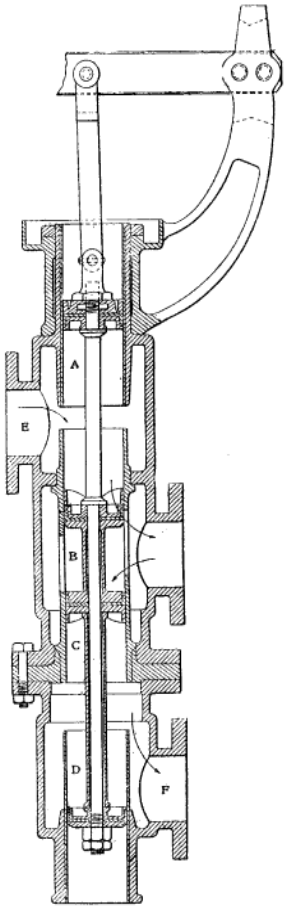


Fig. 17.

La figure 20 représente l'ascenseur de la *Standard Plunger Elevator C°*. Le levier L est relié aux cordes de manœuvre AA′ et BB′ de manière que A tire L′ quand la cabine descend et que B tire L quand elle monte. Le pilote est commandé par des cordes fixes passées sur C et C′, les poulies C′ étant levées par un ressort tendeur; ces cordes passent sur une poulie D d'un châssis de la cabine, commandé par un levier F, qui monte ou descend le levier D′ du pilote.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

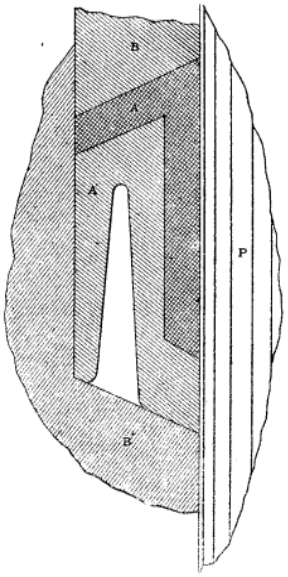


Fig. 18.

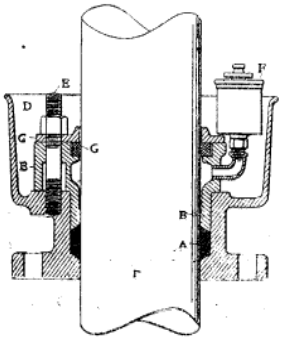


Fig. 19.

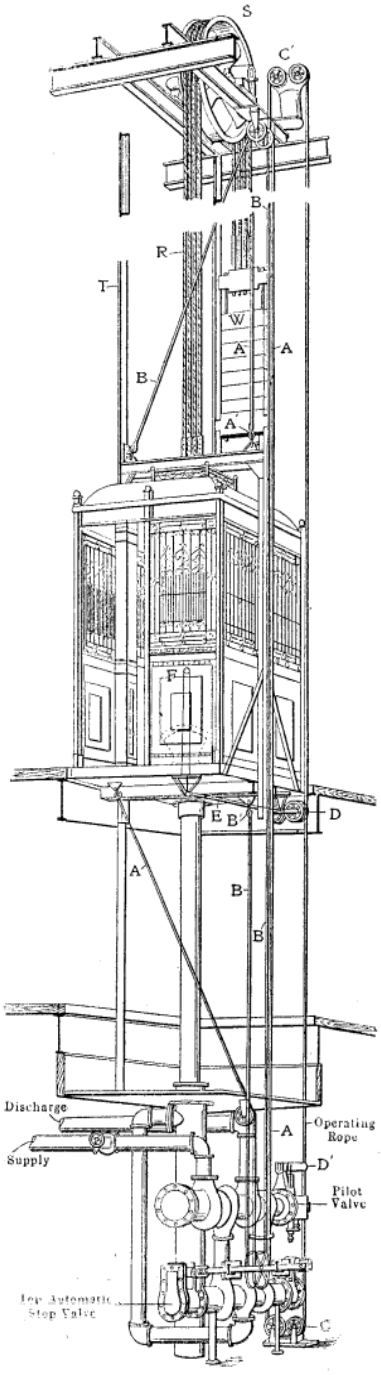


Fig. 20.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le distributeur principal comprend (fig. 21) 5 pistons Q R R′ T T′, dont Q agissant comme moteur des autres; les valves d'arrêt automatique du haut et du bas de course de la cabine sont en Z et Y. Lorsqu'on lève le levier X, et, par KL, la valve pilote, l'eau sous pression de S D passe, par cette valve et P, en MC, et repousse Q à droite en faisant tourner, par la crémaillère U et son pignon P′, la vis de l'écrou L de manière à abaisser et fermer la valve pilote; le mouvement de Q vers la droite s'arrête alors, puisqu'on n'admet plus d'eau sous pression en MC.

Si l'on abaisse X, l'eau file à l'échappement E′ par P E″ et la valve pilote, et U, se mouvant vers la gauche, remonte et referme la valve pilote. Ce mouvement de Q vers

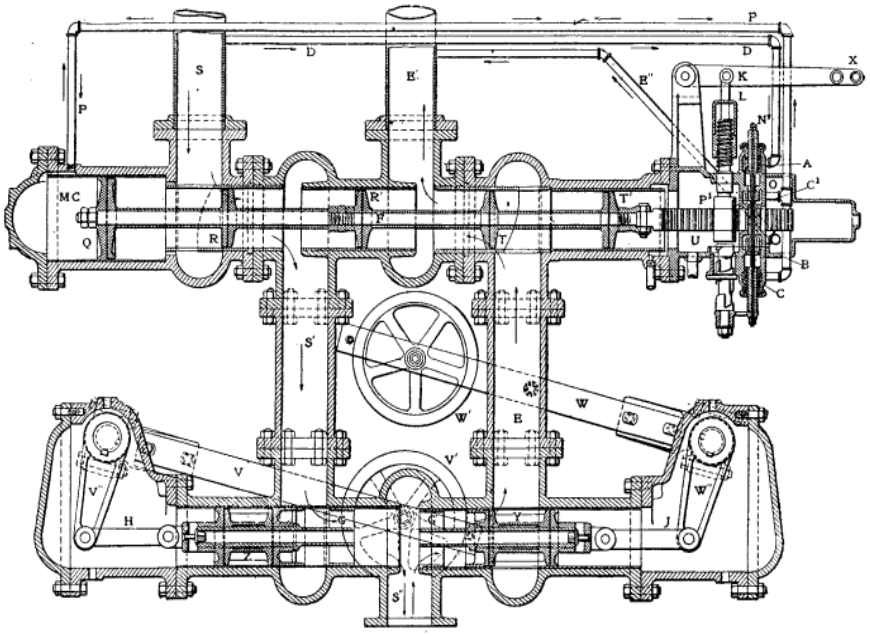


Fig. 21.

la gauche, ainsi arrêté, a admis l'eau sous pression de S en S′, par R puis, par S″, au cylindre de l'ascenseur, dont la cabine monte. Dès le commencement de cette montée, le levier W descend et ouvre graduellement Y. Lorsque la cabine arrive au haut de sa course extrême, le levier V, relevé graduellement, ferme Z de manière à arrêter la cabine. A la redescente, Y s'ouvre de sorte que, dès que Q est suffisamment à droite pour que T ouvre E, l'eau s'échappe du cylindre de l'ascenseur par S″E′, et la cabine descend. Lorsqu'elle arrive au bas de course extrême W, se levant, referme lentement Y.

Dans le distributeur figure 23, actuellement adopté par la Standard C°, le pilote est le même qu'en figure 21, mais le distributeur n'a que quatre pistons, dont T moteur différentiel en raison du petit diamètre de T′, qui remplace le piston Q de la figure 21. Le levier W est fou sur A, V calé, et W commande B par les pignons DD′. Si la corde de V casse, il tombe et repousse Z à droite jusqu'au fond de sa

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chambre, où l'étranglement G laisse passer l'eau sous pression de S'. De même, lorsque la corde de W casse, il tombe et repousse, par D'DW''J,Y vers la gauche, de manière que le cylindre communique avec l'échappement E' par MG'E. Les étranglements G et G' interviennent ainsi automatiquement pour laisser, en cas de rupture

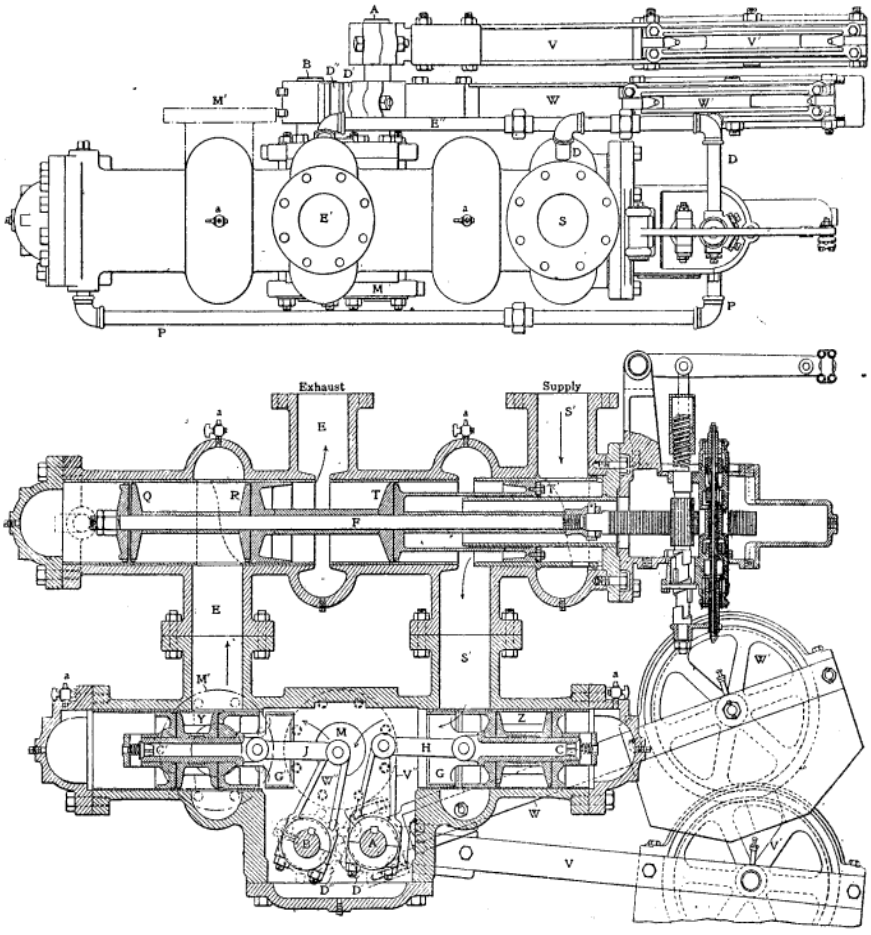


Fig. 22.

des cordes de V ou de W, la cabine terminer lentement sa course ascendante ou descendante. Les valves Z et Y laissent, par les soupapes de retenue C et C', la chambre des manivelles W'' et V'' communiquer avec le fond de leurs cylindres, de manière à les équilibrer et à en ralentir le mouvement en cas de rupture des cordes de V ou de W, sans gêner le libre passage de l'eau d'équilibre de Z et de Y en marche ordinaire de ces valves.

La figure 24 représente le détail du pilote commandé par le levier XC et l'arbre L'',

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

relié à la valve NN par le bras D. Lorsque l'on soulève C et O, l'eau sous pression passe par O et le centre du pilote, au tuyau P (fig. 21) et en MC, de sorte que la crémaillère V, repoussée à droite, fait tourner L″ avec sa vis L′ dans l'écrou L, que L″ redescend en L et referme O, après une rotation de L″ proportionnelle à la

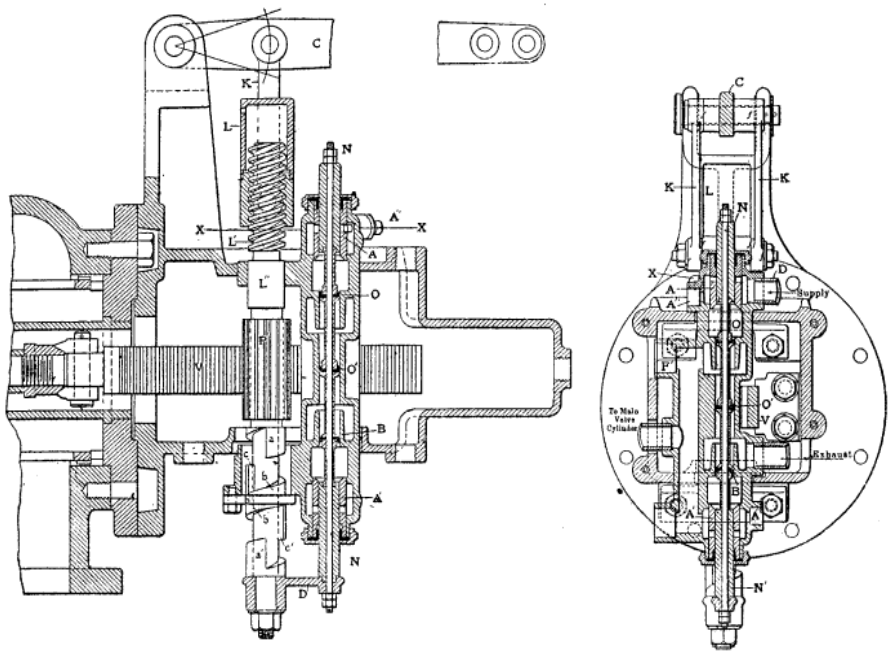


Fig. 23.

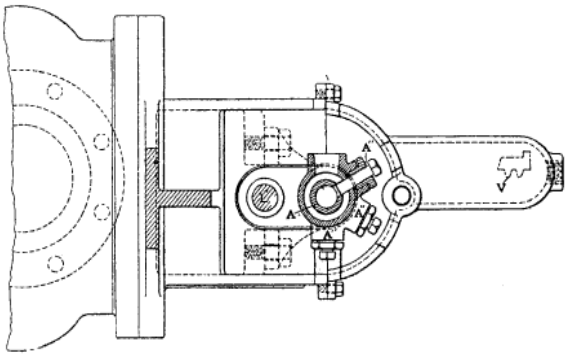


Fig. 24.

levée du levier C. Lorsqu'on abaisse C, c'est B qui s'ouvre, puis, comme nous l'avons vu en (fig. 22), se referme après une rotation de L″ proportionnelle à ce second mouvement de C. Les cames *a* et *a′* de l'arbre L″ et les fixes *b* et *b′* évitent les renversements brusques du piston de l'ascenseur en empêchant le conducteur de renverser brusquement le levier de sa cabine de pleine marche montante à la descendante, et réciproquement. Elles immobilisent d'abord ce levier dans sa position centrale d'arrêt.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A cet effet, elles ont le même pas que la vis L′, et la distance entre *a* et *b* ou *a′* et *b′*, en leur position centrale ou d'arrêt, suivant l'axe de L″, est égale à la pleine course du pilote NN, de sorte que, si le levier C est déplacé de sa pleine course dans un sens ou dans l'autre, la came correspondante de l'arbre L″ vient buter en *c* ou *c′* sur la fixe correspondante *b* ou *b′*. Dès que le distributeur se déplace, il fait tourner L″, de sorte que sa came en prise quitte la came correspondante de *b* ou de *b′*, et, comme les pas de ces cames sont les mêmes sur celui de la vis L′, elles s'écartent précisément de la montée de cette vis dans L. Il en résulte que, si l'on pousse le levier C dans la direction opposée à la première, il ne peut l'avancer que de la même quantité que précédemment, c'est-à-dire que le ramener à sa position de repos, et si, arrivé à ce point, on continue à pousser le levier C, ce levier sera libre d'avancer lorsque les cames *a* ou *a* passeront au-dessus des fixes *c* ou *c′*, jusqu'à ce que ces cames arrêtent de nouveau la rotation de L″ en pleine position de descente ou de montée de l'ascenseur.

Les tubes N et N′, mobiles dans les manchons A et A′, ont chacun trois lumières en diagonale, réglables par des bouchons à vis A″. D'autres vis, en F′, permettent de régler l'admission et l'échappement de l'eau. Ce sont ces étranglements A″ et F′ qui règlent ainsi la vitesse des mouvements du distributeur dans ses démarrages. Ce mouvement doit être rapide au commencement d'une montée et à l'arrêt, lent au départ d'une descente et à la fin d'une montée, et il faut régler en conséquence les vis E′ et A″ du bas du pilote et celles du haut, qui commandent respectivement ces mouvements. Lorsque l'on avance C en plein, les trois lumières de A en face de A′ sont découvertes par N, de sorte que le débit du pilote est maximum et il est réduit si le déplacement de C l'est aussi, de sorte que ce levier permet de régler très facilement la vitesse du mouvement de la cabine en même temps qu'il en détermine le sens.

COURROIES EN ACIER *Eloesser*

Ces courroies fabriquées par la maison Eloesser, 23, Wind Scheidstrasse. Berlin, Charlottenburg, est (fig. 25) en bandes d'acier avec le plus souvent, pour assurer l'adhérence, une semelle en grosse toile sur laquelle sont collées de minces couches

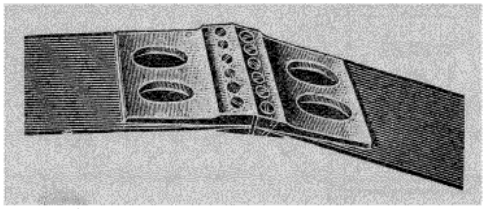


Fig. 25.

de liège, censées ne pas s'user en raison du très faible glissement de ces courroies qu'on dit inférieur à 0,2 p. 100.

Les extrémités de ces bandes sont soudées à un couvre-joint (fig. 26) en plaque d'acier *a*, avec serrage *g* au moyen d'une rangée de vis *h* et clous *i* retenant la bande, ou par des vis *h′* faisant, en même temps, l'office de ces clous. Ces clous et vis sont posés et serrés dans la soudure ou brasure encore chaude qui relie la bande au

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

couvre-joint, et les rayons de courbure $e, e' \ldots$, doivent aller en décroissant des extrémités au milieu du joint. La soudure doit se faire avec la courroie sous sa tension maxima. Enfin le rayon de la courbure intérieure du couvre-joint doit être celui même de la plus petite des deux poulies que relie la courroie.

D'après M. Eloesser, ces courroies, environ cinq fois moins larges que celles en

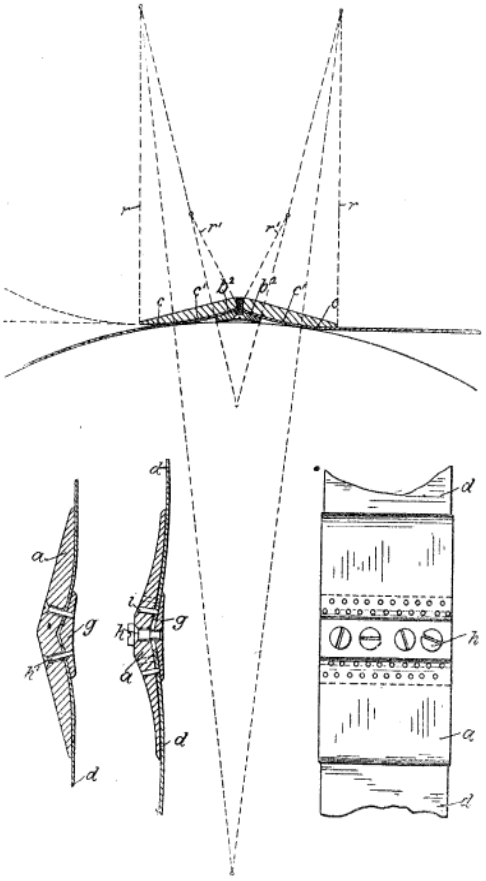


Fig. 26. — Courroies *Eloesser*. Détail d'un couvre-joint.

cuir, pourraient atteindre des vitesses de 100 mètres par seconde sans se décoller, ce qui leur assurerait, conformément aux chiffres du tableau ci-dessus, de grands avantages. On en cite quelques applications : chez L. Sudicatis, à Berlin, une courroie d'acier de 100 millimètres de large en a remplacé une de 600 en cuir, et transmet 250 chevaux : une autre, aussi de 100 millimètres, à une station de l'Elektricitatz Lieferungs Ges. Berlin, transmet 160 chevaux. Enfin, d'après des essais de M. Kaemmerer, à la Hochshule de Charlottenburg, une courroie d'acier de 10 millimètres $\times$ $0^{mm},5$ d'épaisseur, tendue à 200 kilogr. entre deux poulies de $2^{m},50$, aurait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

transmis 146 chevaux avec un glissement de 0,15 p. 100 et un rendement presque égal à l'unité.

	Transmission par câbles.	Transmission par courroies en cuir.	Transmission par courroies d'acier.
Largeur de la courroie	6 câbles de 45 mm.	500 mm.	100 mm.
Largeur de la poulie	380 mm.	500 —	110 —
Poids de la poulie	1 000 kil.	520 kil.	270 kil.
Poids de la courroie	240 —	140 —	13 —
Poids de la transmission	1 240 —	660 —	283 —
Coût des poulies	900 francs.	500 francs.	312 fr. 50
Coût des courroies	750 —	1 625 —	957 fr. 50
Coût total	1 640 —	2 125 —	250 francs.
Perte de travail p. 100	13 p. 100	6 p. 100	0,5 p. 100

Ce n'est pas la première fois que l'on essaie des courroies avec ou sans garnitures, mais sans succès final (1) ; on ne peut que souhaiter qu'il n'en soit pas de même avec celles de M. Eloesser, mieux étudiées que leurs précurseurs.

(1) Cooper, *Use of Belting*, p. 60, 151, 202.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PROCÈS-VERBAUX

DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

SÉANCE DU VENDREDI 11 DÉCEMBRE 1908

Présidence de *M. Bertin*, vice-président.

Rapports de MM. les Secrétaires.

M. Hitier

Parmi les ouvrages offerts à notre Société, je vous signalerai ce soir et en termes aussi brefs que possible, étant donnée la conférence que vous êtes venus entendre et que vous avez hâte d'écouter :

1. Un ouvrage en anglais : *Moyennes mensuelles barométriques relevées dans 73 stations réparties sur la surface du globe.* Cet ouvrage contient un grand nombre de chiffres et de tableaux graphiques, de cartes et pourra être consulté par les météorologistes avec profit.

2. *J. Chastin. — Les trusts et les syndicats de producteurs.* — Paris, Félix Alcan. — L'Académie des Sciences morales et politiques a récompensé cet ouvrage dans lequel l'auteur, après avoir fait l'historique des syndicats de producteurs, étudie ces syndicats à l'époque actuelle dans l'Europe continentale, en Angleterre, aux États-Unis. Dans une seconde partie, l'auteur traite des syndicats au point de vue économique, et, dans une troisième partie, au point de vue social. Je suis certain que les membres de notre Société, en si grand nombre à la tête d'importantes affaires industrielles, commerciales et agricoles ne pourront qu'approuver l'opinion de M. Chastin lorsqu'il met justement en garde contre une tendance trop générale aujourd'hui, devant les excès de quelques trusts ou syndicats de producteurs, à vouloir leur substituer l'État. L'auteur leur rappelle très justement le vers de Boileau :

Souvent la peur d'un mal nous conduit dans un pire.

Et, sur ce point, il conclut : « Ce qu'on doit demander à l'État, c'est, en premier lieu, d'assurer le respect de toutes les libertés, aussi bien de la liberté syndicale que de la liberté individuelle ; c'est, en second lieu, de combattre les abus qui peuvent résulter de ces deux formes de la liberté. »

3. *G. Hinard. Analyse des laits.* Cet ouvrage fait partie de l'Encyclopédie scientifique des aide-mémoire, publiée sous la direction de M. Léauté, membre de l'Institut. *Paris, Gauthier-Villars.*

L'auteur a eu pour but de donner un guide aux experts et aux essayeurs de com-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

merce en écrivant ce traité qui ne considère le lait qu'au point de vue de sa valeur marchande et des diverses falsifications dont il pourrait être l'objet.

4. Voici enfin un ouvrage dû à notre collègue M. Henri Bouilhet, c'est l'*Orfèvrerie française* à l'Exposition universelle internationale de 1900. Ce livre premier est consacré plus spécialement au XVIIIe siècle. M. Bouilhet, après un coup d'œil sur l'orfèvrerie française depuis les Mérovingiens jusqu'à la mort de Louis XIV, nous décrit ce qu'était l'orfèvrerie à la fin du règne de Louis XIV; — le réveil de la Régence ,1715-1723; — l'épanouissement du style rocaille; — L'apogée de l'orfèvrerie du style Louis XV; — l'influence de la marquise de Pompadour et de Mme de Barry; — enfin l'orfèvrerie pendant le règne de Louis XVI.

En réalité, ce volume forme un chapitre de l'histoire de l'art au XVIIIe siècle ; le texte est orné de magnifiques gravures nous rappelant des chefs-d'œuvre d'orfèvrerie de maîtres tels que les Germain, les Roëttiers, les Meissonnier, les Ballin, les Auguste, etc.

Je regrette que M. Bouilhet ne vous ait pas présenté lui-même ce merveilleux volume, qui prendra une place très honorable dans notre bibliothèque. Je ne puis que vous le signaler; pour vous en montrer tout l'intérêt et toute la valeur, il me faudrait la compétence de notre collègue M. de Ribes-Christofle.

REVUE DE LA QUINZAINE, par *M. G. Richard.*

Les différents sujets de cette revue ont été donnés dans les « Notes de mécanique » du *Bulletin* de décembre.

NOMINATIONS DE MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ

Sont nommés membres de la Société d'Encouragement :

M. Braive (Paul), colonel d'artillerie en retraite, présenté par *M. G. Richard.*

M. Vallet (Charles), ingénieur E. C. P., licencié ès sciences, présenté par *M. J. Garçon.*

CONFÉRENCE

M. le commandant *Renard* fait une conférence sur l'*Aéroplane.*

S'associant aux applaudissements de l'auditoire, *M. le Président* remercie et félicite vivement M. le commandant *Renard* de sa brillante conférence.

ÉLECTION DU BUREAU DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'ANNÉE 1909

Le vote pour cette nomination n'ayant pas réuni le *quorum* exigé par les statuts, il sera procédé au vote définitif dans la prochaine séance du 8 janvier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SÉANCE DU 8 JANVIER 1909

Présidence de *M. Gruner*, président.

M. le Président fait part du décès de **M. A. Lacour**, ingénieur civil des Mines, dont nous avons publié dans notre *Bulletin* de juillet 1908 la remarquable conférence sur l'*Acoustique et l'éclairage au théâtre*.

Il annonce l'ouverture, le 14 janvier, à huit heures et demie du soir, dans la grande salle de la Société d'Encouragement, d'une série de six leçons sur l'*Aérostation*, par M. le commandant Renard, conformément au programme ci-joint.

Jeudi, 14 Janvier 1909. — Généralités sur l'Aviation. — L'Aérodynamique. — Lois fondamentales de la résistance de l'air. — Méthodes d'expérience. — Triple point de vue sous lequel on doit considérer la résistance de l'air en aviation.

Samedi, 23 Janvier. — L'air considéré comme obstacle. — Le plan mince. — Coefficient de la résistance de l'air. — Les carènes aériennes.

Samedi, 30 Janvier. — L'air considéré comme support. — Les sustentateurs aériens. — Sustentation orthoptère. — Qualité sustentatrice.

Samedi, 6 Février. — L'air considéré comme support (suite). — La sustentation oblique. — Moyens divers d'améliorer la qualité sustentatrice. — Moyens de réaliser la sustentation oblique.

Samedi, 13 Février. — L'air considéré comme point d'appui. — Les propulseurs aériens. — L'hélice propulsive aérienne.

Samedi, 20 Février. — Différents types d'appareils d'aviation : ornithoptère, hélicoptère, aéroplane. Avantages de ce dernier type. Régime de marche de l'aéroplane. — Avenir de l'aviation.

Ces leçons constituent un véritable cours sur cette question si actuelle et importante de l'Aérostation, fait par un maître dont la compétence, le talent et l'impartialité sont reconnus de tous. C'est le premier enseignement de ce genre qui ait été donné, en France du moins, sur cette question de l'Aviation, et la Société d'Encouragement se félicite de l'avoir suscité.

M. Boyer Guillon dépose un pli cacheté intitulé : *Projet et programme d'expériences d'hélices aériennes en mouvement*, reçu au secrétariat le 2 janvier 1909.

Une circulaire du ministère de l'Instruction publique annonce l'ouverture à Rennes, le 13 avril prochain, du 47e *Congrès des Sociétés Savantes*, dont la séance de clôture aura lieu le 17 avril.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

RAPPORTS DES SECRÉTAIRES

MM. Hitier et **Toulon**, secrétaires, présentent, avec remerciements aux donateurs, différents ouvrages offerts à notre bibliothèque, et dont le compte rendu bibliographique sera donné dans notre *Bulletin* de janvier.

REVUE DE LA QUINZAINE, par *M. G. Richard.*

Le compteur à eau dit Venturi, imaginé par l'ingénieur américain C. Herschell, est, comme vous le savez (1) le plus simple des compteurs de grand débit, puisqu'il se compose d'un tube convergent-divergent de Venturi dans lequel on fait passer une dérivation ou la totalité de l'eau dont on veut connaître le débit; et ce débit est donné par la perte de charge au passage de l'étranglement du tube, perte dont il est facile d'enregistrer les variations sur un tambour commandé par un mécanisme d'horlogerie (2).

M. Boyer-Guillon, assisté de MM. Auclair et Laederlin, vient de publier, dans le n° 15 du *Bulletin du laboratoire d'essais du Conservatoire des arts et métiers*, un intéressant travail sur le tarage de ces compteurs au moyen d'une installation de jaugeages hydrauliques appelée à rendre de grands services pour les essais de turbines, de pompes centrifuges et autres, de compteurs et de déversoirs, pourvu que le public intéressé en connaisse l'existence.

Ces essais de compteurs Venturi, très intéressants en eux-mêmes et par l'exactitude de leurs mesures, ont démontré que leur coefficient de débit reste constant même pour des variations très considérables du débit : de 1 à 5 par exemple, et qu'il pouvait, pourvu que l'on évite des variations trop brusques dans les sections et les courbes du profil du compteur, se déterminer avec une exactitude bien suffisante par les formules usuelles, que l'on trouve dans tous les traités d'hydraulique, ce qui dispense d'un tarage de l'appareil, du moins dans les installations temporaires.

Voici un nouveau système de conduites en ciment armé, dû à M. C. Merywether, et exploité par la Lock Joint Pipe C°, 165 Broadway, New-York, remarquable par son armature en métal déployé et par la simplicité de ses joints.

Ces conduites sont en éléments de $0^m,90$ à $1^m,20$ de long et de $0^m,60$ à $1^m,80$ de diamètre. Chacun de ces élémens est armé par un cylindre de fer déployé dont les extrémités se recouvrent d'un élément à l'autre, comme on le voit en figures 1 et 2, et le joint est constitué par une coulée de mortier au ciment effectuée sur un cercle d'acier élastique serré à l'intérieur du joint, entre les cylindres en fer déployé et autour d'eux. La prise se fait en une dizaine de jours. Un de ces bouts de conduite, de $0^m,90$ de diamètre, et constitué par trois éléments de $0^m,90$ de long, posé sur des supports écartés de $2^m,70$ et chargé en son milieu d'un poids de 4 750 kilogrammes, ne laissa passer aucune fuite d'eau, bien que cette charge déterminât une tension de $8^{kg},7$ par centimètre carré de section au bas du joint médian.

La coulée de ces conduites se fait dans des moules démontables appropriés (fig. 3),

(1) *Bulletin* de mars 1899, p. 490.
(2) *Revue de mécanique*, décembre 1897 et septembre 1907. Mémoires de MM. Couronne et Daries.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

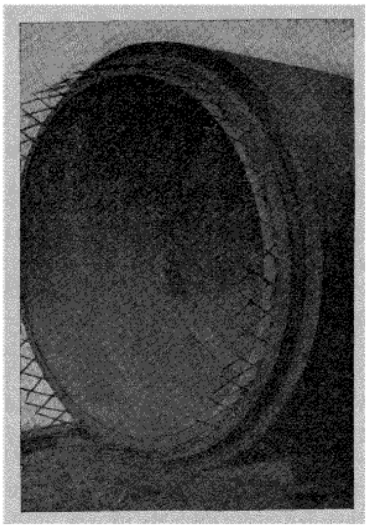
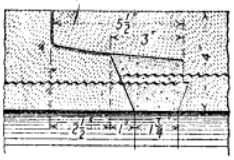
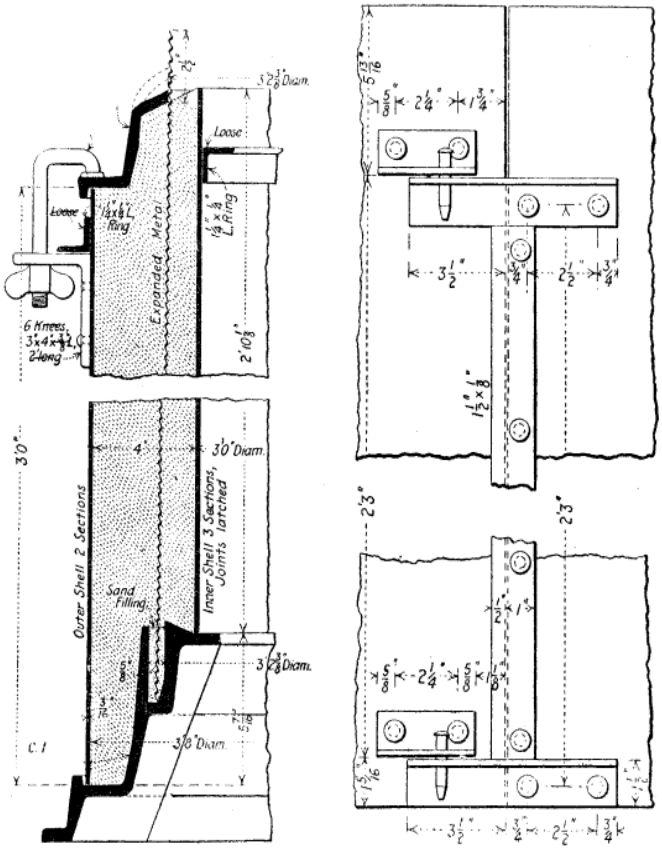


Fig. 1, 2 et 3. — Conduite en ciment armé *Merrywether*. Détails d'un joint et d'un moule.





Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en des épaisseurs variant de 76 millimètres pour le diamètre de 60 millimètres, à 180 millimètres pour un diamètre de 1m,80. L'une des extrémités de l'armature plonge dans un joint au sable qui supporte le ciment mélangé à du gravier en morceaux d'au plus 25 millimètres de côté (1).

Vous vous rappelez que, dans notre séance du juin 1908, M. Bertin nous a présenté une chaudière à tubes d'eau de M. Meurisse, remarquable par son activité, ses facilités d'entretien et de réparation. Voici deux nouveaux types de ces chaudières munies de perfectionnements qui augmentent encore cette accessibilité.

Le premier de ces types, chaudière de terre (fig. 4 et 5), avec une surface de chauffe de 8m²,037, une grille de 0m²,657, et 95 litres d'eau, ne pèse que 950 kilogrammes. Son encombrement est de 0m³,842. Vous la voyez d'ailleurs en grandeur d'exécution sur ces dessins d'atelier. Elle peut vaporiser normalement 8kg,5 par kilogramme de charbon avec une dépense de 220 kilogrammes de charbon par mètre carré de grille, 37kg,500 d'eau par mètre carré de chauffe ou 356 kilogrammes par mètre cube d'encombrement, ou encore 490 kilogrammes par mètre carré de surface horizontale et 1910 par mètre carré de grille. En forçant la chauffe au taux de 425 kilogrammes de charbon par mètre carré de grille et par heure, comme en toute puissance sur les torpilleurs, on peut vaporiser jusqu'à 600 kilogrammes par heure, ou 725 kilogrammes par mètre cube d'encombrement, et ce, avec un rendement très peu réduit.

Ce qui distingue cette chaudière de celle décrite par M. Bertin, c'est, principalement, l'assemblage des boîtes du faisceau E et F avec leurs collecteurs par des joints à viroles étanches et serrages par boulons se pliant aux dilatations, d'un démontage rapide et facile assurant l'accessibilité très aisée de tout le système.

La seconde chaudière, marine pour yacht, semblable à la première, présente les caractéristiques suivantes :

Puissance de vaporisation à l'heure	1200 kilogrammes.
Timbre de la chaudière	12 kilogrammes.
Surface de chauffe	22m²,70.
— de grille	0m²,64.
Intensité de combustion par mètre carré de grille-heure	221 kilogrammes.
Production de vapeur par mètre carré de surface de chauffe	53 kilogrammes.
Vaporisation par kilogramme de charbon brut, température de l'eau d'alimentation à 12°	8kg,500.
Dépression en colonne d'eau à la base de la cheminée	38 milligrammes.
Encombrement horizontal	1m²,79.
Eau vaporisée par mètre carré d'encombrement	713 kilogrammes.
Volume du générateur en mètres cubes	3m³,58.
Eau vaporisée par mètre cube d'encombrement	335 kilogrammes.
Force en chevaux consommation prévue pour une machine à condensation à 8 kilogrammes de vapeur par cheval	150 chevaux.
Poids du générateur avec eau	3,55 kilogrammes.
— — par cheval	21kg,300.
Volume d'eau	355 litres.
— de vapeur	176 litres.

(1) *Engineering News*, 10 décembre 1908, p. 643. A rappeler aussi le procédé de construction automatique de poteaux et tuyaux en ciment armé de M. Siegward, pouvant supporter des pressions de 20 atmosphères (*Scientific american Supplement*, 3 octobre 1908, p. 217).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

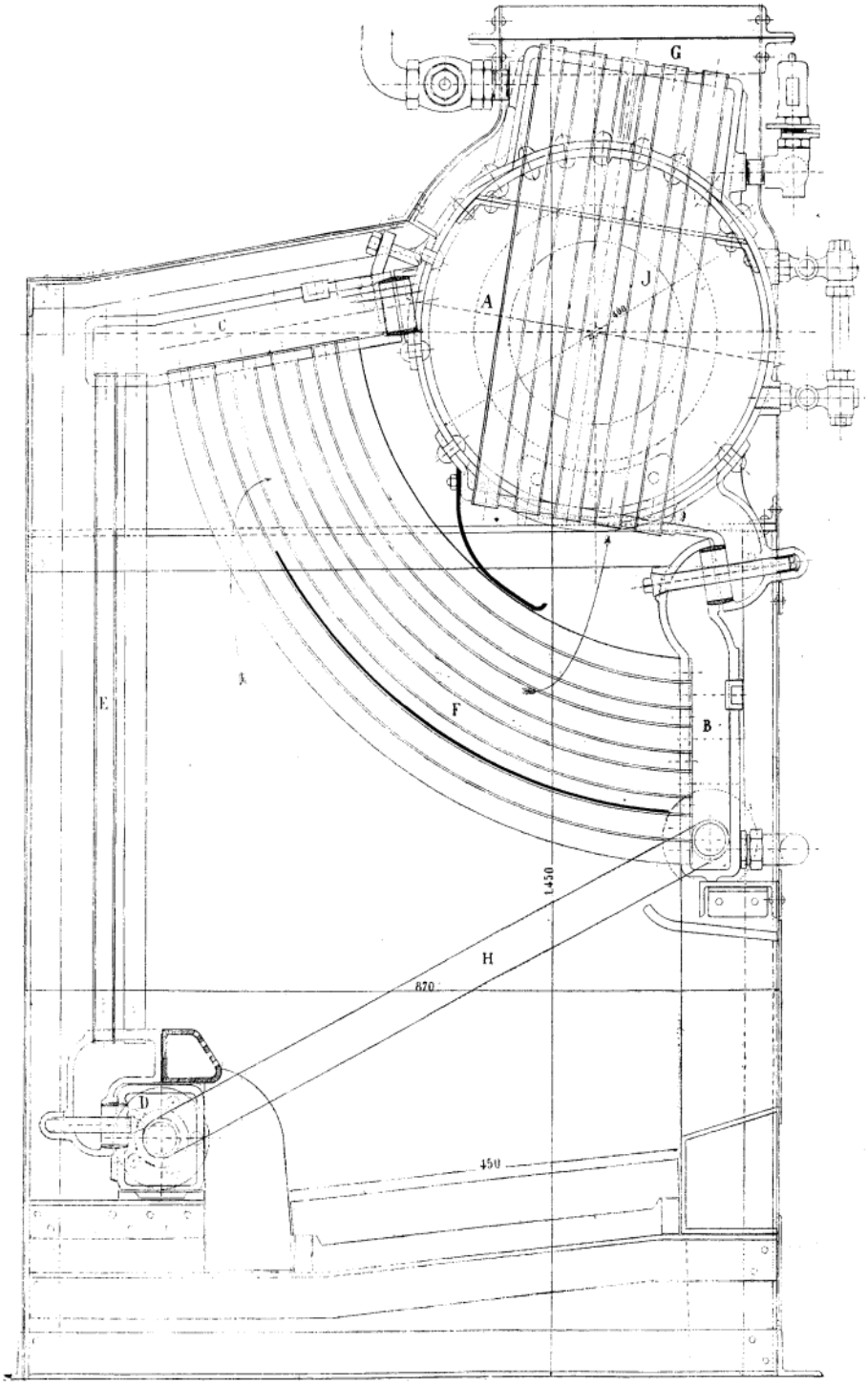


Fig. 4. — Chaudière *Meurisse* de 30 à 60 chevaux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A, réservoir d'eau et de vapeur où aboutissent les boîtes de raccords B et C; — B, boîte de raccord verticale; — C, boîte de raccord horizontale; — D, collecteur d'alimentation et de vidange; — E, faisceau de tubes générateurs dont les extrémités relient les boîtes de raccord B et C en face d'un bouchon autoclave; le faisceau est muni de chicanes qui obligent les gaz à s'étendre de façon à répartir la température d'une façon aussi uniforme que possible, ce qui régularise la circulation et active la vaporisation; — F, faisceau tubulaire arrière formant écrou et mettant le collecteur D en communication avec les boîtes de raccord C; — G, boîte à fumée disposée de façon à laisser la réparation ou le nettoyage des tubes dans le cas où cette dernière opération serait nécessaire; les tubes étan verticaux, la suie n'y séjourne pas; — H, Collecteur faisant communiquer les boîtes de raccord B avec le collecteur d'alimentation D; — I, Chambre de combustion d'un grand volume munie d'un autel perforé permettant l'admission de l'air nécessaire au mélange des gaz de la combustion; — J, faisceau tubulaire de fumée faisant l'office de générateur jusqu'au niveau de l'eau et office de sécheur dans la partie occupée par la vapeur; une chicane, disposée dans la partie supérieure du faisceau sécheur, force la vapeur à contourner deux fois les tubes avant de se rendre dans la prise de vapeur.

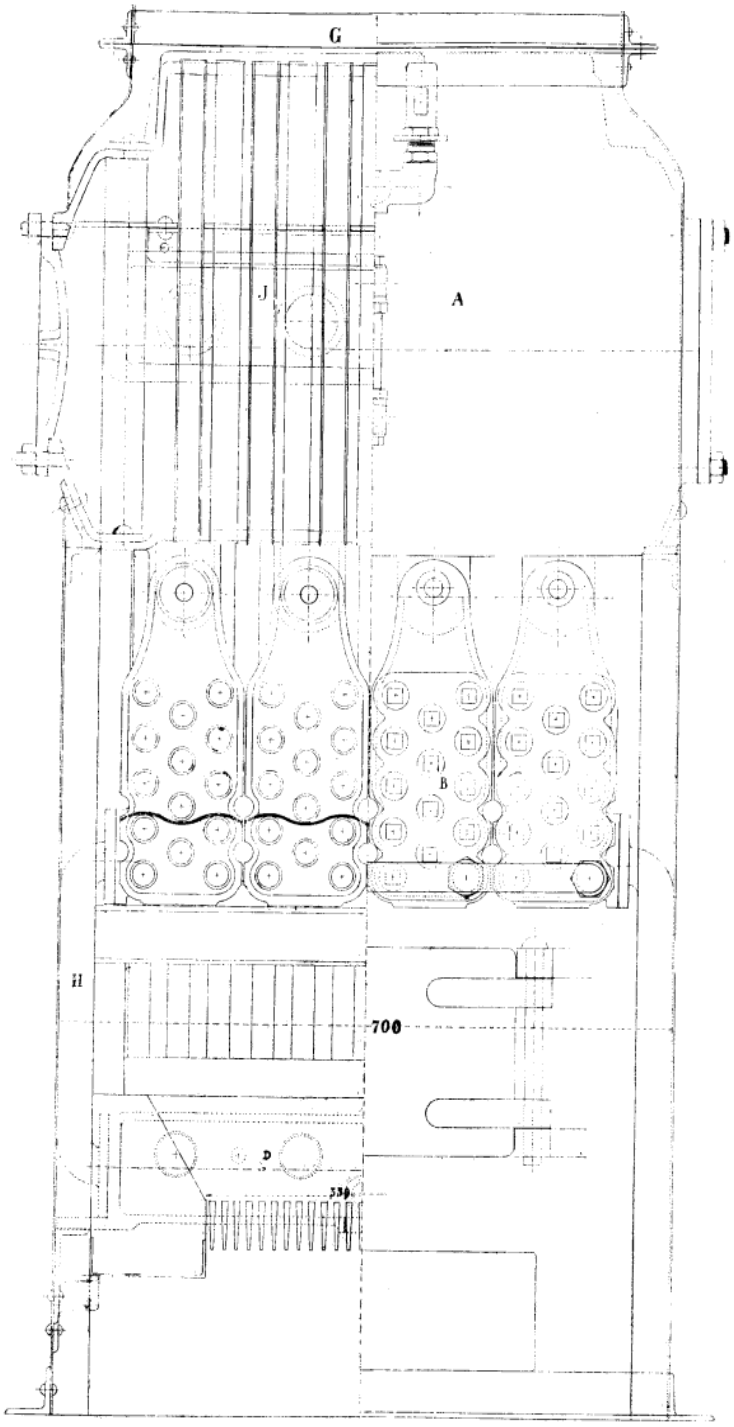


Fig. 5. — Chaudière *Meurisse* de 30 à 60 chevaux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sa vaporisation peut être poussée, sans diminuer sensiblement son rendement et avec une dépense de 250 kilogrammes de charbon par mètre carré de grille, à 1 600 kilogrammes à l'heure, ou à 70 kilogrammes par mètre carré de chauffe.

M. Martial *Jacob* (1) est un inventeur, un simple artisan, que nous avons été heureux d'aider de notre mieux pour la prise de quelques-uns de ses brevets, et que la

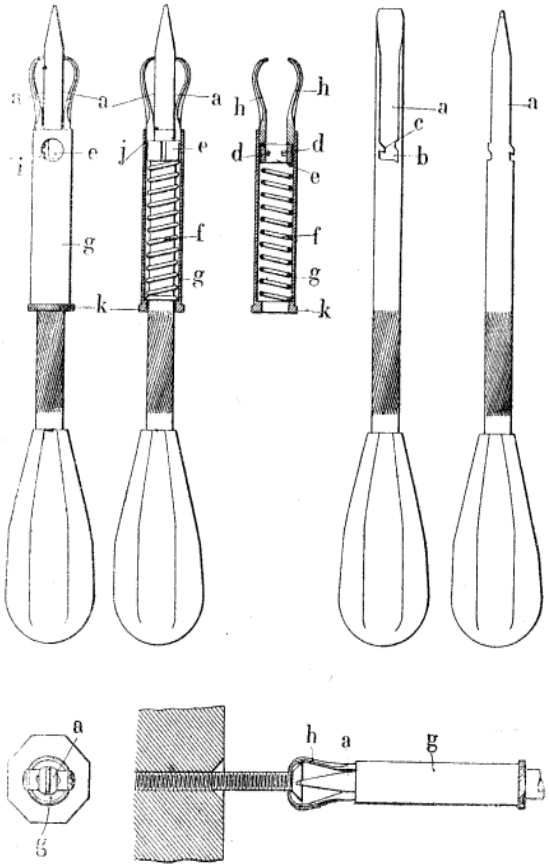


Fig. 6. — Tournevis *Martial Jacob*.

fortune n'a pas encore récompensé comme il le mérite. Le petit *tournevis à griffes* que je vous présente aujourd'hui est l'une de ses inventions, qu'il vous sera facile de comprendre par la projection que vous avez sous les yeux et par la description que j'emprunte au brevet même de M. M. Jacob.

Comme on le voit (fig. 6), ce tournevis comporte, en arrière de ses méplats *a*, une sorte de rainure à baïonnette *b*, avec rampe *c*, sur laquelle on engage un ergot *d*, faisant partie d'une bague *e*, qui se tourne ensuite dans la rainure transversale, sous l'action d'un res-

(1) 3, rue des Alouettes, Paris.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sort *f*, pour que cette bague se trouve ainsi fixée sur la lame du tournevis. Ladite bague sert de point d'appui au ressort de rappel à boudin *f*, qui entoure le tournevis et vient prendre son second point d'appui à la partie inférieure d'une douille *g*, surmontée de deux griffes rigides *h*.

Deux petites fenêtres diamétralement opposées *i*, pratiquées dans la douille *g*, permettent de faire tourner la bague *e* au moyen de l'ongle ou autrement pour pouvoir dégager l'ensemble du dispositif comprenant la bague, le ressort, la douille et les griffes.

Un épaulement *j*, disposé au-dessous des griffes, empêche la douille de se séparer de la bague, et une partie méplate ménagée à la base des mêmes griffes empêche le tournevis de tourner dans la douille.

Pour se servir de ce tournevis, on commence par engager latéralement la tête de la vis entre les griffes de façon que la lame pénètre dans la fente, puis on pose la vis à l'endroit où elle doit se visser. Alors, il suffit de tourner l'instrument comme s'il s'agissait d'un tournevis ordinaire jusqu'à ce qu'un certain nombre de filets soit engagé dans la partie où la vis doit se visser. Ensuite, on dégage les griffes de la vis, en poussant sur le cordon moletté *k* de la douille, puis on laisse redescendre cette douille sous l'action de son ressort. Le tournevis étant ainsi revenu à l'état d'un tournevis ordinaire, on achève de visser la vis à fond.

Lorsqu'il s'agit, au contraire, de dévisser une vis, on commence par la débloquer, puis on engage les griffes sous la tête de vis et on continue le dévissage jusqu'à ce que la vis puisse être retirée de la pièce par les griffes du tournevis, comme le ferait une pince.

Il existe déjà des tournevis analogues à celui de M. M. Jacob, mais, à ma connaissance du moins, aucun d'eux ne présente la même ingéniosité de groupement dans ses mécanismes ni la même facilité et sûreté de maniement, pour la prise et le lâcher des petites vis, que les horlogers, notamment, manient à chaque instant.

M. Maurice *Picard* nous a présenté, l'année passée, un très intéressant appareil : le **Sélomètre**, qui permet de mesurer avec rapidité et précision les creusures des petites pièces mécaniques telles que les platines de montre (1). Le **micromètre de *MM. Picart et Colomb***, que je vous signale aujourd'hui, bien que fondé sur un principe très fréquemment appliqué, est aussi des plus ingénieux. Son principe c'est, tout simplement, celui des thermomètres, qui consiste à amplifier, par tréfilage dans un tube étroit, les variations de volume d'une masse liquide; mais ici, au lieu que ces variations de volume soient déterminées par celles de la température de la masse, elles le sont par le mouvement d'un piston dans le cylindre qui renferme la masse de mercure, et dont la tige se termine par une touche que repousse l'épaisseur même de l'objet à mesurer, et l'ingéniosité de l'appareil de M. Picard est dans la manière dont il emploie cette touche pour mesurer, non pas l'épaisseur ou la longueur totale de la pièce, mais seulement la fraction complémentaire de cette quantité au delà d'un nombre entier de millimètres. On n'a ainsi jamais à mesurer, par le jeu de la mince colonne de mercure, qu'une longueur d'au plus un millimètre, de sorte qu'on peut, avec une colonne relativement courte, obtenir des approximations très grandes. Dans l'appareil dont je projette en ce moment la vue, cette colonne n'a que 50 centimètres de hauteur, et le mercure s'y déplace d'un demi-millimètre pour un déplacement d'un millième de millimètre du piston, ou de 5 millimètres pour un centième de millimètre; elle permet, comme vous le voyez, une approximation d'environ 1 millième de millimètre et, avec une grande exactitude, celle du centième.

(1) *Bulletin*. Mars 1908, p. 357.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Voici maintenant comment fonctionne ce micromètre, dont j'emprunte la description détaillée à son inventeur même (1).

Ce nouveau micromètre, dont l'ensemble est représenté à l'échelle d'environ un quart par la figure 8, comprend deux parties servant à mesurer l'une le millimètre en nombre rond, l'autre la fraction de millimètre.

La première est constituée par un socle (fig. 7) portant une vis micrométrique V, à pas

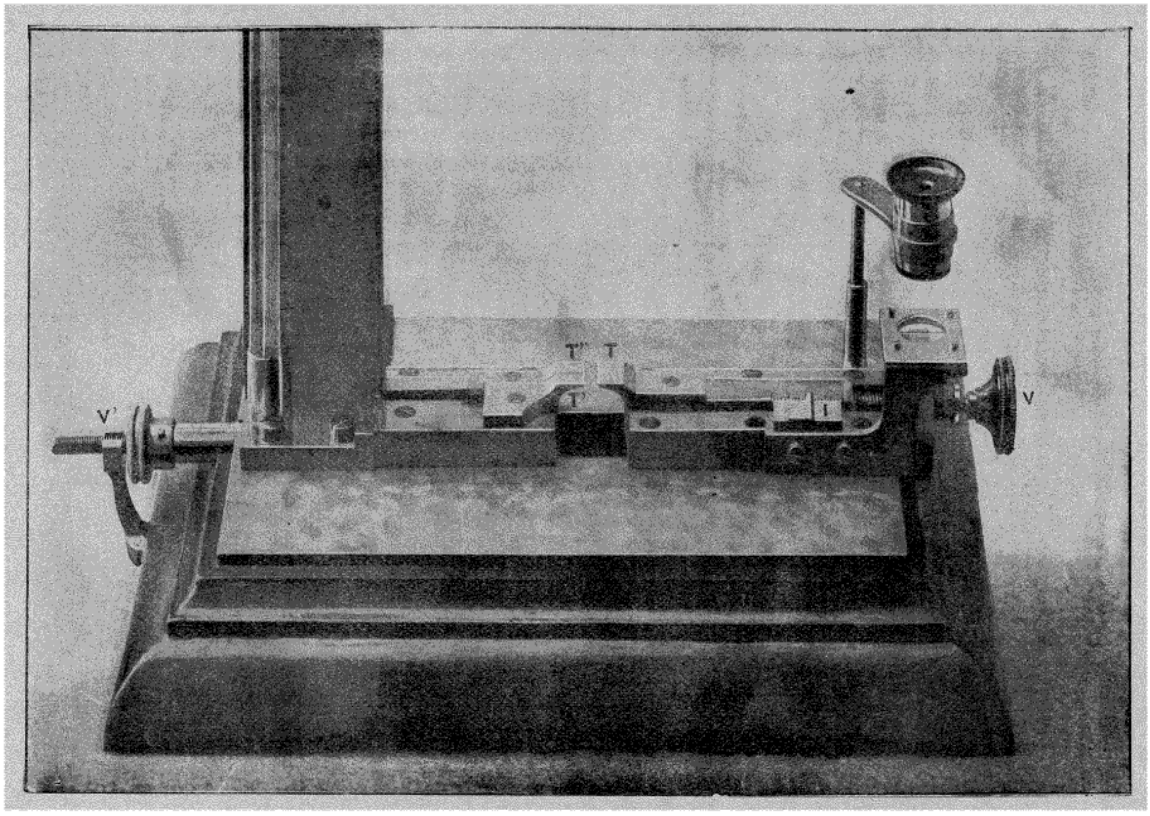


Fig. 7. — Micromètre *Picard* et *Colomb*, détail des touches.

millimétrique, vis qui actionne une large touche d'acier T. En regard de celle-ci, et ayant ensemble la même largeur qu'elle, se trouvent deux autres touches, T′ et T″, dont la première est fixe et sert à déterminer la dimension de l'objet en un nombre rond de millimètres; la seconde, maintenue par un ressort, à l'état de repos, au même niveau que T′, sur laquelle elle peut être en retrait, mais qu'en aucun cas elle ne peut dépasser, sert à déterminer la fraction de millimètre à ajouter au nombre trouvé par la première opération. Pour cela, elle est reliée à un piston qui chasse dans un tube vertical du mercure contenu dans un cylindre placé au-dessous d'elle.

La seconde partie de l'instrument comprend le tube dont nous venons de parler; il a

(1) *Journal suisse d'horlogerie*, décembre 1908.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

30 centimètres de hauteur utile et le volume du vide a été calculé de telle façon que 1 milli-

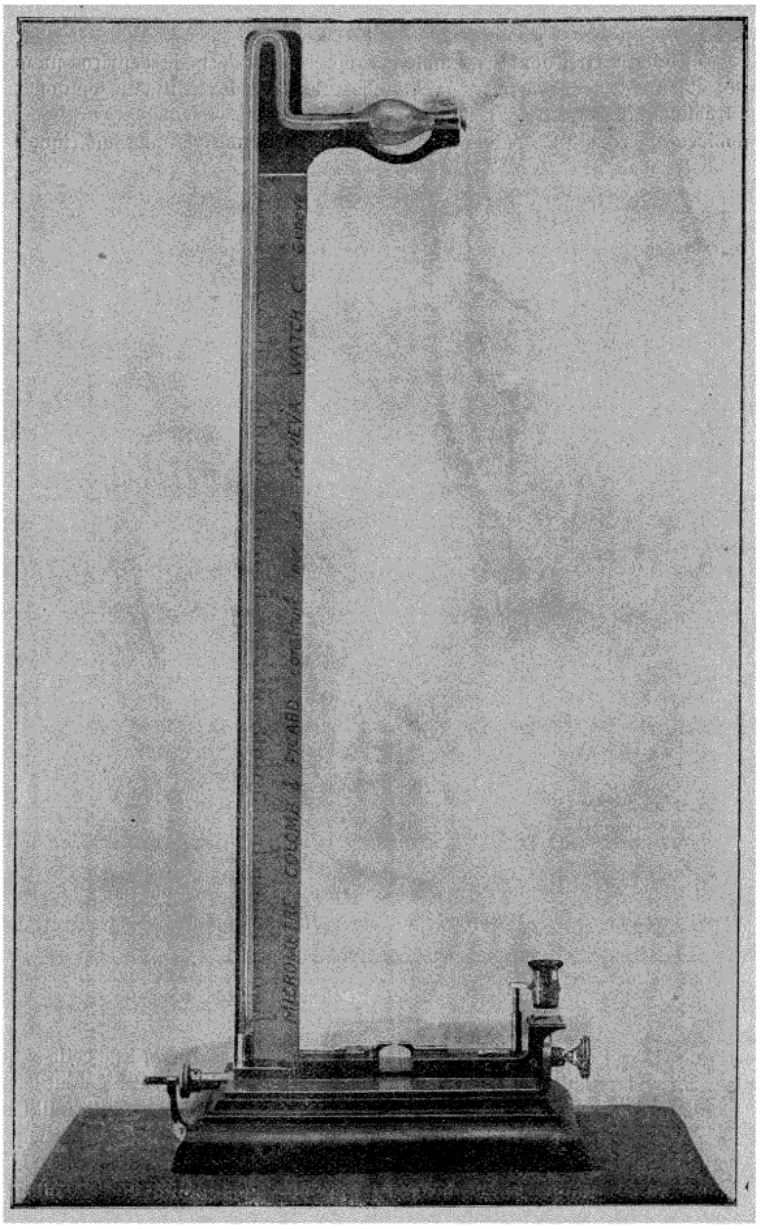


Fig. 8. — Micromètre *Picard* et *Colomb*.

mètre de course du piston correspond, comme effet, à la hauteur du tube, en sorte que le piston se déplaçant de un centième de millimètre, l'extrémité de la colonne mercurielle se

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

déplace de 5 millimètres. Il en résulte une lecture excessivement simple et rapide, un millième de millimètre de l'objet à mesurer correspondant approximativement à un demi-millimètre de déplacement de la colonne de mercure.

Il est maintenant aisé de comprendre le fonctionnement de l'appareil. Pour mesurer un objet de dimension quelconque, on commence par le placer entre les touches T et T′; en actionnant la vis micrométrique, on obtient une première mesure entre un nombre rond de millimètres marqué par un index I, placé sur la partie fixe du micromètre, et sous lequel se déplace une échelle millimétrique.

Pour déterminer la fraction dépassant le nombre ainsi obtenu, on fait glisser l'objet à mesurer jusqu'à ce qu'il se trouve entre les touches T et T″; puis on fait tourner la vis micrométrique de façon que l'intervalle entre T et T′ soit ramené exactement au nombre de millimètres trouvé par la première opération. Pour cela, la vis porte un tambour n'ayant qu'une division,qui correspond au millimètre plein au moment où cette division coïncide avec un fil d'acier tendu au-dessus; une loupe facilite cette vérification. On comprend que, par suite de la rotation de la vis, l'intervalle compris entre les touches T et T″ diminue, ce qui oblige cette dernière à reculer, entraînant dans son mouvement la tige du piston mentionné plus haut. Le mercure se trouve ainsi chassé dans le tube vertical à une hauteur correspondant à la fraction à déterminer.

Soit, par exemple, un objet ayant $2^{mm},83$. Par la première opération, l'index I marquera 2 millimètres, plus une fraction indéterminée. On ramène ensuite l'objet entre les touches T et T″, et l'on actionne la vis micrométrique jusqu'à ce que l'intervalle entre T et T′ soit exactement de 2 millimètres, ce qui a lieu lorsque le trait du tambour se trouve exactement au-dessous du fil d'acier; par cette opération, la touche T″ s'est déplacée d'une quantité $0^{mm},73$, indiquée par l'extrémité de la colonne mercurielle.

Une vis V′ sert au besoin à ramener le mercure au zéro du tube vertical. A la partie supérieure de ce dernier, se voit une ampoule destinée à recevoir une substance propre à absorber l'humidité de l'air.

On sait que le mercure est très diffusible, et à cet égard, son emploi présentait d'assez sérieuses difficultés. MM. Colomb et Picard sont parvenus, après de nombreuses recherches, à les surmonter à l'aide d'un dispositif spécial.

Le ferro-silicium jouit, comme vous le savez, de propriétés des plus utiles aux métallurgistes; en voici une moins connue; il peut être, dans certains cas, un poison des plus dangereux, témoin ce malheur survenu, le 12 décembre dernier, à cinq émigrants russes embarqués à côté d'une soute renfermant 9 tonnes de ferro-silicium. On en trouva, ce matin-là, quatre morts et le cinquième à l'agonie du fait des gaz, principalement l'hydrogène arsénié et l'hydrogène phosphoré, dégagés par ce ferro-silicium, dans une soute parfaitement sèche, et sans odeur suffisante pour avertir du danger.

En vingt-quatre heures, ces neuf tonnes de ferro-silicium, à sec, pouvaient dégager environ 5 mètres cubes de ces gaz extrêmement dangereux.

Les barils dans lesquels se trouvait ce ferro n'étaient pas étanches; mais, dans des barils étanches, il risque de provoquer des explosions s'il s'y rencontre un peu d'humidité, comme le démontre un très intéressant rapport de M. D. R. Wilson, inspecteur principal des usines et manufactures d'Angleterre, reproduit par l'*Engineering* du 25 décembre dernier (p. 851) (1).

Le transport du ferro-silicium présente donc des dangers qui paraissent justifier les prescriptions du gouvernement suédois exigeant, qu'à bord des bateaux à passagers, ce ferro soit arrimé en plein air, sur le pont et loin des cabines, et, sur les che-

(1) Voir aussi l'*Engineering* du 3 juillet 1908, p. 34.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mins de fer, dans des wagons recouverts d'une bâche imperméable. Ne pas l'enfermer dans des barils étanches crainte d'explosion.

Nominations de membres de la Société d'Encouragement. — Sont nommés membres de la Société d'Encouragement :

M. le capitaine **Nicolardot**, chef du laboratoire de chimie de l'artillerie, présenté par MM. *Le Chatelier* et *Livache*.

M. **Frois** (Marcel), ingénieur civil des mines, présenté par MM. *Haller* et *Livache*.

M. **Lossier** (Henry), ingénieur, ancien professeur agréé à l'École polytechnique de Zurich, présenté par M. *Paul Favre*.

Communications. — Sont présentées les communications suivantes :

M. Pluvinage. *La cyanamide, son rôle en agriculture.*

M. Ricard. *Les industries agricoles landaises.*

M. le Président remercie MM. Pluvinage et Ricard de leurs très intéressantes communications, qui seront renvoyées au Comité d'Agriculture.

Élection du Bureau de la Société d'Encouragement pour 1909 et ratification de l'élection des **membres du Conseil** nommés en 1908.

A l'unanimité des votes, sont nommés :

Au **bureau de la Société** d'Encouragement, président : M. *Gruner*, vice-présidents : MM. *Bardy*, *Bertin*, *Livache* et *Pector* ; secrétaires : MM. *Hitier* et *Toulon* ; trésorier : M. *Alby* ; censeurs : MM. *Bordet* et *Legrand*.

Comme **membres du Conseil** : A la Commission des fonds : M. *Biver*. Au Comité des Arts chimiques, M. *Bertrand*. Au Comité des Arts économiques : MM. *Amagat*, *Armengaud* jeune, *Bordas* et *Renard*. Au Comité des Constructions et Beaux-Arts : MM. *G. Hersent*, *Bourdel* et *d'Allemagne*.

A l'occasion de ces élections, M. le Président félicite notre nouveau vice-président, M. *Livache*, de sa nomination, juste reconnaissance de ses mérites et des services rendus à notre Société par ses nombreux travaux et rapports publiés au *Bulletin*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SÉANCE SUPPLÉMENTAIRE

DU VENDREDI 15 JANVIER 1909 à 5 h.

Dépouillement de la correspondance, par *MM. Hitier* et *Toulon*, secrétaires.

Messieurs les secrétaires présentent, avec remerciement aux donateurs, divers ouvrages offerts à notre bibliothèque et dont il sera rendu compte dans la bibliographie, au *Bulletin*.

RAPPORT DES COMITÉS

Sont lus et approuvés les rapports suivants :

Au nom du Comité des Arts Chimiques :

M. Livache, sur l'ouvrage de **M. Frais**, *Enlèvement des poussières*.

Au nom du Comité des Constructions et Beaux-Arts, **M. Violle**, *Lampe à pétrole* **Roger** et *Chauffage par radiation* **Delage**.

Au nom du Comité des Arts mécaniques :

M. Brull, sur le *condenseur capillaire* **Lawrance**.

M. Sauvage, sur le *moteur* **Ixion**.

M. Masson, sur la *bascule automatique* de la **Société d'horlogerie de Béthune**.

COMMUNICATION

M. G. Richard. *La mécanique en 1908.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BIBLIOGRAPHIES.

Dictionnaires technologiques illustrés en six langues : Vol. III. Chaudières, machines et turbines à vapeur, par WAGNER; — Vol. II. **Électrotechnie**, par KINNZBRUNNER; — Vol. IV. **Moteurs à combustion interne**. Paris, H. Dunod et E. Pinat.

C'est peut-être dans l'ordre scientifique que le besoin d'une langue universelle se fait le plus sentir. La précision du langage est une nécessité de la science ; et dans les applications, il est indispensable de bien connaître la valeur et la signification des termes employés. Les progrès incessants de l'industrie moderne obligent l'ingénieur, l'industriel, le praticien, à consulter de nombreux documents écrits dans les langues les plus diverses. L'utilité d'un dictionnaire de termes techniques pratique et complet est chose indiscutable. C'est d'autre part une œuvre difficile, qui exige une sérieuse étude et une connaissance approfondie des détails de toute la technique.

Les trois nouveaux volumes tomes II, III et IV, qui sont parvenus à notre bibliothèque, forment la suite d'un dictionnaire en six langues, français, italien, espagnol, anglais, allemand et russe. Chaque article est accompagné d'un dessin représentant l'objet désigné.

P. T.

Surfaces nautiloïdes, par HATON DE LA GOUPILLIÈRE, membre de l'Institut.

Notre vénéré collègue, M. Haton de la Goupillière, membre de l'Institut, a offert à notre Société l'ouvrage qu'il vient de publier sur les surfaces nautiloïdes. C'est une étude mathématique, particulièrement curieuse et intéressante parce qu'elle s'applique aux surfaces produites par les animaux vivants. Les coquilles de certains animaux, en particulier les nautiles, présentent, en effet, les formes géométriques remarquables, sur lesquelles on retrouve la spirale logarithmique. M. Haton de la Goupillière, par les savants développements qu'il a donnés à son étude, montre tout l'intérêt qui s'attache à ce problème.

Notre Société remercie vivement M. Haton de la Goupillière de l'envoi de cet ouvrage.

P. T.

Résistance et construction des bouches à feu, par M. EDMOND JUST. — **Ponts improvisés. Ponts militaires et ponts coloniaux**, par MM. ESPITALLIER et OSMOND. (Encyclopédie scientifique du Dr Toulouse.) Paris, J.-B. Baillière et fils.

Sous une forme pratique, l'ouvrage donne la description des divers modes de construction des ponts improvisés et tous les renseignements nécessaires pour leur établissement. Au point de vue militaire, ces ponts ont une grande importance, mais ils peuvent rendre d'utiles services et recevoir d'autres application dans de multiples circonstances, réparation rapide d'un ouvrage, travaux provisoires.

P. T.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cours de ponts métalliques, professés à l'École des Ponts et Chaussées, tome I, par JEAN RÉSAL, inspecteur général des Ponts et Chaussées. Paris, Ch. Béranger, 15, rue des Saints-Pères.

Tous les ingénieurs connaissent les remarquables ouvrages de M. Jean Résal, notre éminent collègue, sur les ponts métalliques et les ponts en maçonnerie ; il n'y a plus à faire l'éloge des œuvres à la fois savantes, complètes et pratiques d'un maître dans l'art de la construction des ponts. M. Resal s'est illustré dans la construction d'ouvrages qui sont justement admirés ; je n'en rappellerai qu'un seul, le pont Alexandre III, l'œuvre de MM. Résal et Alby ; nous nous félicitons de compter parmi nos collègues à la fois MM. Résal et Alby.

L'ouvrage que publie aujourd'hui M. Résal fait partie de l'Encyclopédie des Travaux publics, collection d'ouvrages spéciaux de haute valeur qu'a fondée M. l'Inspecteur général des Ponts et Chaussées Léchalas et qui est continuée sous la direction de son fils M. Léchalas, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

P. T.

La vie privée des anciens, texte par RENÉ MÉNARD, dessins d'après les monuments antiques par CL. SAUVAGEOT, 4 vol. Paris, Vve A. Morel.

Cet admirable ouvrage nous est offert par la maison *Leplanquais-Chédeville*, 37, quai des Grands-Augustins, à Paris.

Il embrasse l'antiquité dans son ensemble et suit les transformations que la vie privée des anciens a subies depuis les premières dynasties de l'Égypte jusqu'à la chute du monde païen.

Quatre grandes divisions répondent chacune à un volume ; les quatre volumes constituent un ensemble complet, mais chacun d'eux montre une face particulière de l'antiquité, et forme à lui seul un tout.

I. *Les peuples de l'antiquité.* — La première partie comprend d'abord un examen descriptif des pays où s'est développée la civilisation antique, l'Égypte, l'Asie, la Grèce, l'Italie. Pour éclairer cette description, un grand nombre de cartes et de plans ont été joints aux gravures représentant les monuments les plus célèbres. On s'est attaché à montrer, d'après les textes anciens, la physionomie spéciale que présentaient les villes principales, foyers des antiques civilisations. Si différentes sont les unes des autres, Thèbes et Memphis de Babylone ou de Ninive ; d'Athènes ou de Rome.

L'étude des villes et des palais montre le milieu où les peuples ont vécu. Pour mieux apprécier le génie particulier de la race ou de l'époque, on y a joint l'étude des emblèmes de l'autorité ; emblèmes symboliques et religieux pour les Pharaons ; emblèmes royaux pour les chefs asiatiques : emblèmes multiples pour les gouvernants de la démocratie grecque, polythéiste et changeante ; emblèmes mieux déterminés pour les administrateurs hiérarchiques de la Société romaine ; pour finir par les emblèmes des premiers chrétiens et les emblèmes des peuples barbares.

II. *La famille dans l'antiquité.* — Après la vie publique et politique, la vie intime de l'individu. On s'est efforcé de faire ressortir les liens qui rattachent la vie morale et la vie matérielle des anciens.

Quand on comprend le rôle du père de famille dans cette société, on s'explique tout naturellement l'importance du foyer dans la maison antique ; la disposition même de l'apparte-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment ressort du culte des aïeux, et il n'y a rien d'arbitraire dans l'emplacement des chambres autour d'un centre commun. Les cérémonies nuptiales aussi bien que les cérémonies funèbres, la vie de la femme grecque dans le gynécée et la visite obligée des clients sous les portiques d'une maison romaine, sont autant de commentaires indispensables pour expliquer l'architecture privée.

Si, après avoir vu l'appartement, nous passons aux meubles qui sont dans chaque pièce, il est nécessaire d'établir le même rapport. Comment comprendre la forme et la disposition des lits de table dans un banquet, si on ne dit pas en même temps de quelle manière le service se fait et quelle place est réservée dans le festin au maître de la maison, aux membres de la famille et aux invités? La forme des coupes répond bien souvent à la nature des libations, et les vases n'ont un aspect si varié que parce qu'ils sont destinés à des usages très différents. Il n'y a pas jusqu'aux ustensiles de cuisine qui ne prennent un intérêt beaucoup plus grand, quand on peut voir à côté les mœurs intimes des esclaves et des domestiques, sur lesquelles les écrivains comiques nous ont transmis de si curieux détails.

Que sera-ce donc quand nous arriverons à la chambre à coucher? Ne faut-il pas assister au lever d'une dame romaine et la vue d'une épingle à chapeau ne fait-elle pas songer de suite à la servante chargée de l'édifice souvent si compliqué de sa coiffure? En multipliant les gravures sur le costume et la toilette, nous avons voulu éviter des descriptions fastidieuses; mais nous aurions été incomplets, si, par de nombreuses citations des auteurs anciens, nous n'avions cherché à faire comprendre la pensée intime et journalière de ceux dont nous montrons le vêtement. Quand on veut surprendre l'intimité de la vie il ne faut rien négliger; la toilette de la femme et même les jouets de l'enfant prennent donc ici une importance toute particulière.

III. *Le travail dans l'antiquité.* — C'est par l'agriculture que l'homme passe de l'état sauvage à l'état civilisé. C'est aussi par elle que commence notre volume sur le travail, et partant des premières charrues égyptiennes pour arriver aux fermes savamment organisées dont parlent les écrivains latins, nous avons montré successivement les formes diverses qu'ont prises, dans le monde antique la moisson, la vendange, l'élevage du bétail et l'aménagement des basses-cours. La chasse et la pêche, avec tous les engins qui s'y rattachent, forment l'accompagnement naturel de cette première partie.

Ensuite nous arrivons à l'industrie proprement dite en examinant tour à tour les procédés employés pour la fabrication des objets usuels ou de ceux qui montrent un luxe raffiné. La poterie, la verrerie, l'orfèvrerie, les meubles et les tissus sont successivement passés en revue sous leur rapport technique. Tous les outils sont représentés d'après les documents antiques et on voit en quelque sorte fabriquer les objets eux-mêmes.

Le commerce trouve naturellement sa place à la suite de l'industrie. Il faut présenter le système des monnaies, des poids et mesures adoptés chez les différents peuples et en dresser le tableau comparatif. Il faut aussi montrer l'organisation des marchés, des ports, des dépôts de marchandises, expliquer les prêts d'argent, l'usure, le transport, les routes, les auberges.

Les beaux-arts viennent à la fin, et ils occupent une place importante. La littérature n'est pas oubliée... Elle nous conduit au théâtre... Après avoir commencé par l'agriculture qui nous fait vivre, nous finissons ainsi par les professions qui ont pour mission de charmer nos loisirs.

IV. *Les Institutions de l'antiquité.* — Après avoir vu l'homme dans la cité (I), puis dans la famille (II), puis dans le travail (III), ce quatrième et dernier volume le montre dans les groupes divers dont il est appelé à faire partie : l'école; les jeux, en Grèce et à Rome ; les thermes ; l'organisation militaire ; les tribunaux; les institutions relatives aux cultes.

Cet admirable ouvrage constitue un merveilleux ensemble des connaissances que nous avions sur l'antiquité et qui sont groupées dans un ordre parfait de façon à en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

faciliter l'étude. De très nombreuses gravures choisies avec un grand soin et reproduites avec fidélité, répandues avec une telle perfection que leur nombre est de $722 + 815 + 750 + 720 = 3007$, et que le texte devient le commentaire et l'explication de toutes ces figures, forment un véritable musée où toute l'antiquité se déroule, dans sa vie intime, sous les yeux du lecteur ravi.

J. G.

L'Enseignement technique industriel et commercial en France et à l'étranger, par MM. P. Astier et I. Cuminal. Paris, Georges Roustan.

M. P. Astier, rapporteur du projet de loi sur l'enseignement technique et M. I. Cuminal, chef de bureau à la Préfecture de la Seine, donnent dans ce volume une étude très digne d'être remarquée, par le nombre et la sûreté des renseignements qu'elle contient, par la quantité de points importants qu'elle soulève, par l'utilité des annexes qui lui sont jointes.

Après avoir exposé la crise de l'apprentissage, ses conséquences sociales et économiques, l'infériorité relative de notre commerce extérieur, les moyens proposés pour enrayer ce double mal, — c'est-à-dire une législation nouvelle de l'apprentissage et une organisation plus complète de l'enseignement professionnel, les auteurs traitent :

1° L'enseignement technique à l'étranger (p. 52 à 146), en Allemagne, en Autriche-Hongrie, en Suisse, en Danemark, en Norvège, en Belgique, en Angleterre, aux États-Unis (cette dernière partie un peu trop courte devra être complétée au moyen des documents récemment publiés);

2° L'enseignement technique en France (p. 147 à 246); avec l'état des 4 000 cours suivis par près de 100 000 auditeurs, et subventionnés par le Ministère du Commerce et de l'Industrie.

3° L'enseignement technique de la Ville de Paris (p. 247 à 302), avec l'état des subventions allouées par le Conseil municipal aux œuvres d'enseignement : 175 000 francs pour 185 000 auditeurs.

Les auteurs passent ensuite à la nécessité de compléter l'organisation de l'enseignement technique, et étudient l'économie générale du projet de loi sur cette matière.

Ils terminent cette étude par une comparaison entre la France et les nations étrangères. Il faut avoir à l'esprit que dans les onze dernières années, les transactions commerciales de l'Allemagne, des États-Unis, de la Belgique ont augmenté de près de 100 p. 100; celles de la Suisse de 72 p. 100; celles de la Grande-Bretagne de 63 p. 100 (1), celles de la France à la même proportion. Les auditeurs de nos cours professionnels du jour sont bien moins nombreux. Il faut organiser et multiplier ces cours professionnels.

Sur les rapports qui doivent exister entre la science et l'industrie, les auteurs concluent en citant les paroles éloquentes de M. Ch. Lauth (il n'est pas de professeurs qui soient chargés d'enseigner les applications de la chimie); de M. Liard (si la science est une, il ne s'en fait pas partout les mêmes applications); de M. Le Chatelier (avant de faire des membres de l'Institut et des fonctionnaires, l'enseignement doit avoir pour

(1) En 1907, 29 milliards pour le commerce général de l'Angleterre, 19 pour les États-Unis, 17 pour l'Allemagne, 6,5 pour la Belgique, près de 3 pour la Suède, 5 pour l'Autriche-Hongrie et près de 12 pour la France.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

but de faire des Français capables de vivre et de produire); de M. Haller (le développement progressif de l'industrie doit suivre parallèlement celui de la science); de M. Appell (le but de l'enseignement est triple, faire la science, l'enseigner, l'appliquer); et ils terminent par un émouvant exposé de nos raisons d'espérer. Le travailleur français a des dons naturels qui se rencontrent rarement au même degré chez ses camarades étrangers. Il faut savoir mettre en valeur ces qualités précieuses, sans affaiblir la culture générale, mais en tenant compte de l'évolution sociale et en relevant des carrières techniques trop négligées.

J. G.

Les Forces productives de la France. Paris, Félix Alcan, 1908 (3 fr. 50).

Ce volume comprend une série de Conférences faites à la Société des Anciens élèves de l'École libre des Sciences politiques.

Dans la première conférence : *la Productivité de l'Agriculture et les problèmes sociaux*. M. Daniel Zolla examine si l'on peut attendre de l'accroissement de la production agricole une transformation des conditions matérielles d'existence du plus grand nombre et montre les illusions qu'a fait naître à cet égard un optimisme répandu mais superficiel.

La *Concentration industrielle* est étudiée par M. Allix au point de vue de son influence sur le sort des classes ouvrières. Loin de déplorer l'évolution récente de l'industrie en ce sens, M. Allix y voit pour les ouvriers la cause de nombreuses améliorations déjà réalisées et la condition des progrès à venir.

M. Paul de Rousiers dans une étude sur *la Marine marchande* fait ressortir le lien qui unit une marine aux forces productives nationales. Après avoir dégagé les causes d'infériorité de la marine commerciale française sous ce rapport, M. de Rousiers indique les remèdes à cette situation regrettable.

Le *Commerce extérieur* de la France fait l'objet d'une étude de M. J. C. Charpentier, qui passe en revue les divers agents et organes de son développement. Tout en marquant les initiatives privées, les heureuses et récentes institutions créées, M. Charpentier montre ce qu'il conviendrait de faire encore et tout ce que l'on pourrait attendre surtout d'une orientation plus accentuée des jeunes énergies du pays vers les entreprises commerciales.

Le rôle de la France, son influence et son avenir dans l'Afrique du Nord, les Forces nouvelles qui y sont en formation, font l'objet de la cinquième et dernière conférence. M. de Peyerimhoff souligne avec quelle continuité et par quelle sorte de fatalité l'expansion française s'est développée dans l'Afrique du Nord; il indique tous les avantages qu'une politique conforme à cette loi historique est susceptible de procurer à la France.

Histoire du développement de la chimie, depuis Lavoisier jusqu'à nos jours, par A. Ladenburg, traduit sur la 4e édition allemande par A. Corvisy. Paris, A. Hermann et fils, 6, rue de la Sorbonne, 1909 (15 francs).

En présentant au public dix-sept leçons sur l'histoire de la chimie, l'auteur, professeur à l'Université de Breslau, indique qu'il a essayé de montrer comment les idées actuelles sont le développement des idées antérieures. Il a surtout utilisé les faits et les théories qui ont eu quelque influence sur le développement de la science chimique. La première édition date de 1869, époque où vivaient encore Liebig, Wœhler, Bunsen, Kolbe, Kékulé, Dumas, Wurtz, Frankland, Williamson. Depuis lors, non seulement ils ont disparu, mais encore Friedel, Grimaux, Beilstein, V. Meyer. Il semble aussi, dit M. Ladenburg dans sa préface de la quatrième édition en 1907, que la marche paisible

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et sûre de la science chimique est devenue impétueuse et désordonnée, comme si la hâte et la précipitation qui caractérisent la vie moderne s'étaient aussi imposées à la science. Et il devient plus difficile d'acquérir une vue d'ensemble et de discerner ce qui doit rester et servir au progrès.

Voici le sommaire résumé des 17 leçons :

La théorie du phlogistique sous ses formes successives. — Nouvelles idées sur la combustion. Priestley, Scheele, Lavoisier. — Nomenclature. Tables d'affinité. Idées de Berthollet. — Recherches de Richter. Théorie atomique de Dalton. Loi des volumes de Gay-Lussac. Équivalents de Wollaston. — Théorie électro-chimique de H. Davy. Métaux alcalins. Théorie des hydracides. — Berzélius et son système. Loi de Dulong et Petit, Proust, Gmelin et son école. — La chimie organique. Théorie des radicaux. — Règle de Dumas. Théorie du noyau. — Acides polybasiques : Graham, Liebig. — Théorie des résidus. Gerhardt-Laurent. — Théorie des types de Gerhardt. — Types mixtes. — Tétratomicité du carbone. Isoméries. — Théorie des combinaisons aromatiques. — Loi périodique. — Loi des masses. — Loi des phases. — Radium. Solutions solides. Synthèse. Chimie des colloïdes. Progrès depuis un siècle.

J. G.

Les Essais de Jean Rey. — Découverte et preuve de la pesanteur de l'air. Bordeaux, imprimerie G. Gounouilhou, 11, rue Guiraude, 1907 (7 francs).

Cette édition nouvelle est due à M. Maurice Petit, qui la précède de la dédicace suivante adressée à M. R. Dezeimeris :

Vers la fin du XVIIIe siècle un peu avant 1770, un chimiste savant et laborieux, Bayen, faisait de nombreuses et belles expériences, que son ami le grand Lavoisier réussissait aussi de son côté, sur un sujet qui passionnait alors tous les chimistes de l'Europe : de Morveau, le docteur Hales, Priestley, Baumé, Bayen, Macquer, Lavoisier, pour n'en citer que quelques-uns. Ce sujet était l'augmentation du poids de la chaux des métaux après leur calcination ; et le résultat des travaux de Bayen et de Lavoisier fut le renversement de toute la théorie du phlogistique.

Lavoisier avait déjà donné connaissance de ses admirables expériences à l'Académie des Sciences ; Bayen venait de publier la plus grande partie de ses travaux, lorsque faisant des recherches à la Bibliothèque royale, celui-ci découvrit un vieux petit volume où était étudiée cette question qui occupait alors tout le monde savant.

Le livre datait de plus de cent ans (il était né l'année 1630), et avait pour titre : « Essais de Jean Rey, docteur en médecine, sur la recherche de la cause pour laquelle l'étain et le plomb augmentent de poids quand on les calcine... »

Cette heureuse découverte conduisit Bayen à écrire à l'abbé Rozier la lettre dans laquelle il désigne Rey comme le précurseur de Lavoisier ; et dès lors fut tiré de l'oubli le nom du médecin périgourdin. Le livre (exemplaire de Trichet) a disparu de la Bibliothèque ; mais la lettre de Bayen est restée et avec elle une réimpression des Essais (1777), due à l'esprit perspicace et généreux de Gobet, un ami des sciences et des lettres.

Un jour vint plus tard où les murs de l'Académie de Bordeaux vibrèrent du nom de Jean Rey. Avec votre talent magistral nous avons restitué à Jean Rey la part de gloire qui lui revient, et, dans une analyse précise et concise de ses Essays, vous le signaliez à l'attention et à l'admiration des chimistes, des physiciens, de tous les savants (1878).

Le livre de Jean Rey est fort rare : de grands savants ne le connaissent même pas. Cependant Grimaux de l'Académie des Sciences fait une réimpression de l'édition de 1630 (édition de 1896).

C'est guidé par vous, Monsieur, que j'ai cherché à restituer à Jean Rey sa place.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les titres des essays de Jean Rey ne manquent pas de saveur. — Essay I : Tout ce qui est de matériel soubs le pourpris des cieux a de la pesanteur. — Essay III : Que l'air et le feu sont pesents et se meuuent naturellement en bas. — Essay X : Que l'air est rendu pesant par la compression de ses parties, etc.

La Méthode en chimie, par M. André Job. Paris, A. Hermann (2 francs).

Cet opuscule du Professeur du Conservatoire des Arts et Métiers renferme trois articles.

Dans le premier, collaboration au livre : La méthode dans les sciences, que l'éditeur Félix Alcan vient de publier, l'auteur essaye de définir l'objet de la chimie et les moyens mis en œuvre pour l'atteindre. La division du sujet est : l'espèce chimique et les espèces possibles ; la transformation chimique et les transformations possibles.

Le second est consacré à l'œuvre de Berthelot et aux théories chimiques. On n'y cherchera pas une reconstitution historique de la carrière du savant, mais un essai d'interprétation de sa pensée.

Enfin le troisième expose le mécanisme de l'oxydation ; en prenant comme exemples le pinène et le cérium. Ce n'est pas un phénomène simple ; il faut d'ailleurs voir la matière en travail, et la surprendre dans les états instables qui sont les stades nécessaires de ses transformations.

« La chimie, conclut M. A. Job, essaye actuellement d'expliquer les espèces par des assemblages d'atomes et les métamorphoses par des transformations d'énergie. Est-ce une conception définitive ? Nul ne le croira. Nous ne savons même pas relier la première explication à la seconde et rapporter l'énergie aux atomes. »

Manuel de travaux pratiques de chimie organique, par M. J. Dupont, 2e édition revue et transformée par MM. P. Freundler et R. Marquis. Paris, Hachette et Cie, 1908.

L'intervalle de dix années qui sépare la publication de la 1re et de la 2e édition de ce traité, correspond à un développement considérable de la chimie organique expérimentale. La 1re partie traite des méthodes générales d'extraction et de purification, de l'analyse et de la détermination des constantes physiques. Dans la 2e partie, chaque chapitre est consacré à l'étude d'une réaction déterminée ; ainsi successivement aux principales méthodes de chloruration, de bromuration, de nitration, d'oxydation, de réduction, de condensation, etc., en mentionnant à propos de chaque méthode un exemple choisi parmi les plus typiques, et en donnant à ce propos l'indication bibliographique correspondante. A la suite de cette partie générale, nous avons décrit un certain nombre de préparations comportant l'emploi des méthodes les plus importantes.

M. A. Haller, membre de l'Institut, dans la présentation qu'il a faite de cette deuxième édition, dit que parmi les divers et excellents livres qui se rapportent au même sujet, celui de MM. Freundler et Marquis se distingue par le choix judicieux des procédés de traitement des matières organiques en vue de la production de corps purs et par l'exposé minutieux des principales méthodes d'analyses et de mesures. « Sous son nouvel aspect, ce petit volume continuera à rendre de signalés services, non seulement aux débutants, mais encore aux maitres qui voudront avoir rapidement des données précises sur les méthodes les plus usuelles employées dans les laboratoires et, parfois aussi, dans l'Industrie même des produits organiques. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Traité complet d'analyse chimique appliquée aux essais industriels, par J. Post et B. Neumann, 2e éd. française entièrement refondue, par L. Gautier, tome I, 1er et 2e fascicules; tome II, 1er fascicule. Paris, A. Hermann et fils, 6, rue de la Sorbonne (6 francs, 6 fr. 50 et 10 francs).

Le traité d'analyses industrielles de Post et Neumann est à sa troisième édition allemande. C'est l'un des meilleurs traités de ce genre, sinon le meilleur. Il doit cette excellence, d'une part à ce qu'il est complet, et traite de tous les essais industriels; et d'autre part à ce que chaque série d'essais est exposée par un spécialiste, comme on le verra par l'analyse que nous donnons plus loin des trois fascicules qui nous ont été présentés.

Cette édition française comprendra deux gros volumes, en huit fascicules consacrés aux :

Eaux, combustibles, gaz des fumées (1er fascicule);
Gaz d'éclairage, pétroles, huiles et graisses (2e fascicule);
Fer, métaux et sels métalliques (3e fascicule);
Acides, potasses, soudes, chlore (4e fascicule);
Chaux, mortiers, ciments; poteries; verre (5e fascicule);
Sucres, amidons, bières, vins, alcools (6e fascicule);
Engrais, terre; air; cuirs, colles; tabacs; caoutchouc; explosifs (7e fascicule);
Goudron de houille; matières colorantes (8e fascicule).

Les spécialistes allemands qui ont rédigé les trois premiers fascicules sont :

Eau et eaux résiduaires, le docteur H. Vogel; Combustibles, H. Langbeim; Pyrométrie, P. Neumann; Gaz de fumées, gaz de chauffage, gaz des moteurs et gaz des mines, B. Neumann.

Gaz d'éclairage, J. Becker. Carbure de calcium et acétylène, J. H. Vogel. Pétroles, huiles de goudron, paraffines, cire minérale, huiles de graissage, asphalte, C. Engler et L. Ubbelohde. Graisses et huiles, glycérine, bougies, savons, W. Fahrion.

Chaux, mortiers, ciments et plâtre. Poteries, verre et glaçures, H. Seger et E. Kramer.

Presque tous ces noms sont assez connus des spécialistes pour qu'on ait confiance en leur talent de publicistes techniques. Et la tendance qu'ont malheureusement quelques étrangers à ne donner qu'une très faible attention aux travaux de nos savants français est heureusement compensée par la coopération du traducteur, le docteur L. Gautier, qui a joint à sa traduction de nombreuses additions.

Cet ensemble de conditions fait de ce traité d'essais industriels, édité par la maison A. Hermann et fils, une œuvre très remarquable, que nous souhaitons de voir bientôt terminée pour le bien de notre monde industriel.

J. G.

Agenda agricole et viticole de 1909. Les ennemis de nos jardins. Les ennemis de nos arbres fruitiers, par M. V. Vermorel, membre du Conseil supérieur de l'Agriculture, Villefranche, librairie du Progrès agricole (1 fr. 25 et 2 francs).

L'agenda Vermorel en est à sa vingt-quatrième année, tous les agriculteurs et viticulteurs connaissent et apprécient cette élégante publication, qui tient peu de place dans la poche, pare immédiatement aux défaillances de la mémoire, ou fournit un renseignement urgent.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les deux brochures traitent des procédés de lutte contre les parasites de nos jardins, du poirier et du pommier. Les parasites dangereux y sont étudiés; pour chacun d'eux, le procédé de lutte le plus efficace est indiqué.

Traité théorique et pratique de peinture en bâtiment et décors, peinture en voitures, etc. par E.-A. Ducompex. Paris, veuve Charles Schmid, 51, rue des Écoles (10 francs).

Il est toujours intéressant de voir un spécialiste écrire sur l'objet de son métier. M. E.-A. Ducompex est spécialiste; il a déjà donné des traités de peinture; il a fondé et dirigé des journaux de peinture; et on trouve dans son traité d'excellentes choses pratiques. Je relève en particulier ce qui concerne la combinaison des couleurs pour préparer les différents tons (tons gris, céladon, jaunes, rouges, bruns, verts, bleus, enfin tons bois); la constitution de l'atelier et de son outillage; la préparation des peintures; — (troisième partie) l'exécution méthodique des travaux de peintures, les apprêts, les lessivages, les diverses couches, les teintes de fond; — (quatrième partie) les vernissages et les imitations de bois; de bronzes; de marbres; — (cinquième partie) le filage, les lettres, l'ornementation, la dorure. — Deux parties renferment nombre de recettes utiles pour l'exécution de divers genres de peintures en bâtiments ou en décors.

Une dernière partie enfin de cet intéressant volume est consacrée à la peinture d'équipages.

C'est l'un des rares ouvrages où j'aie vu traiter les défauts des vernissages, et j'en redirai un mot dans mes notes de chimie.

J. G.

Chimie des parfums et fabrication des essences, par S. Piesse. *Nouvelle édition* mise au courant des progrès de la science. Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille, 1909 (5 francs).

Il manquait un livre sur les parfums, leur histoire naturelle, leur composition chimique, leurs effets, qui fût l'œuvre d'un praticien éclairé. Le livre de Piesse, qui a trouvé en France comme à l'étranger l'accueil le plus empressé, est venu combler cette lacune.

MM. Chardin-Hadancourt, H. Massignon et G. Halphen ont successivement fourni d'utiles additions aux précédentes éditions. Dans cette nouvelle édition on a donné une large place à l'étude des *parfums artificiels* et à la préparation des parfums à composition définie.

Le premier chapitre est consacré à l'étude de l'origine et de la nature des parfums. L'extraction des parfums fait l'objet du deuxième chapitre. Le troisième chapitre est consacré aux *essences*, à leurs propriétés et caractères généraux, à leur analyse chimique et à leurs falsifications, les essences sont rangées systématiquement d'après la fonction chimique du composé défini qui a joué le rôle principal tant au point de vue de l'odeur qu'au point de vue analytique.

Cette nouvelle édition réserve une place importante aux nouveaux produits que la chimie a su offrir au parfumeur. La *vanilline synthétique*, le *musc artificiel*, l'*ionone*, l'*aubépine*, l'*héliotropine*, l'*essence de cannelle artificielle*, le *terpinéol* sont l'objet de descriptions claires et précises. En même temps, on a donné une large place à ces *nouveaux parfums chimiques* dans les recettes qui forment la seconde partie du volume.

Cette seconde partie comprend les *extraits d'odeurs, bouquets et eaux composées, émulsines, pâtes, eaux et teintures pour cheveux, épilatoires, pommades et huiles parfumées, dentifrices, poudres et rouges, poudres pour sachets, parfums à brûler, vinaigres et sels.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les merveilles de la science, par Louis Figuier et Max de *Nansouty*, vol. 1 : Chaudières et machines à vapeur. In-4°, 725 p., 823 fig. Paris, Boivin (13 fr. 50).

Bien que ce livre porte le nom de deux auteurs ; il est presque entièrement de l'un seul des deux, M. de Nansouty. Il n'y reste guère, du vénérable Figuier, qu'un historique assez incomplet, orné et parfois enlaidi de vieilles gravures fantaisistes, qu'il aurait été souvent facile de remplacer par des documents authentiques : il en reste aussi ce titre de « Merveilles de la science » qui s'applique assez mal aux chaudières et machines à vapeur dont les progrès ont été bien plutôt expliqués — et pas toujours exactement — que provoqués par ce qu'on est convenu d'appeler « la Science ».

La partie moderne du sujet est parfaitement traitée ; les chaudières et machines y sont décrites, dans leur ensemble et leurs principaux détails, avec une grande clarté, dans un ordre rationnel ; les dessins, très nombreux et d'une excellente exécution, éclairent à merveille un texte précis et d'une très agréable lecture, et les appareils décrits sont choisis parmi les meilleurs et les plus récents de manière que cet ouvrage d'excellente vulgarisation en apprendrait beaucoup à bien des mécaniciens, à en juger du moins par ce que j'y ai trouvé moi-même d'inconnu ou d'oublié. En un mot, ce livre mérite tout le bien qu'en a dit, dans sa préface, notre ministre actuel de la Marine, M. A. Picard — un maître lui-même de la littérature technique — et qui ne passe pas pour un bénisseur. G. R.

La Lutte économique des transports, par M. F. Arnodin. In-18, 128 p. Paris, Rivière (2 francs).

Ce petit livre traite de la grande querelle entre les partisans exclusifs des chemins de fer — ou les « Ferristes » — et ceux non moins exclusifs des canaux — les « Aquatistes » : — dénominations, après tout, pas plus bizarres que celles de « gros boutiens » et « petit boutiens » illustres, comme chacun le sait, dans les fastes de Lilliput. M. Arnodin n'a pas de peine à démontrer, qu'en pareille matière, l'exclusivisme est un non-sens. C'est le plus souvent le chemin de fer, mais aussi parfois le canal qu'il faut choisir, même là où il n'y a rien : et lorsqu'il s'agit, comme en France, d'importants réseaux de voies navigables improductifs principalement parce qu'ils ne sont pas, comme ceux des voies ferrées, raccordés entre eux, il semble que la thèse de M. Arnodin, concluant à la nécessité de ce raccordement, soit des plus soutenables. Sera-t-il entendu mieux que ne le furent, en Lilliput, ceux qui soutenaient que l'essentiel n'était point la manière de casser l'œuf, mais celle de le bien cuire ? Qui vivra verra : mais personne ne regrettera le peu de temps qu'il aura consacré à la lecture du petit livre très suggestif, alerte et sincère de M. Arnodin. G. R.

Manuel de floriculture, par Philippe de Vilmorin. J.-B. Baillière et fils.

Permettre à ceux qui ne disposent que d'un petit jardin et de modestes ressources, de jouir néanmoins d'un des plaisirs les plus grands, d'une des occupations les plus saines qui soient : « faire naître, élever, soigner la plante depuis le moment où sa graine est confiée au sol jusqu'à celui où ses corolles découvrent leurs trésors de formes et de couleurs. » Tel est le noble but que s'est proposé M. Ph. de Vilmorin en écrivant son manuel de floriculture.

Il a voulu faire un livre vraiment utile, destiné avant tout à être consulté, dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lequel le floriculteur, trouve, sans longues recherches, le renseignement dont il a besoin. C'est pourquoi, après quelques chapitres consacrés aux principes généraux du jardinage : préparation du sol, matériel, semis, plantations, etc., M. Ph. de Vilmorin donne d'abord une liste *alphabétique* de toutes les plantes les plus intéressantes, chacune d'elles étant accompagnée d'une brève description et autant que possible d'une gravure.

A la fin de l'ouvrage, on trouve une liste des principales espèces classées par couleurs ainsi que d'après l'époque de sa floraison. H. H.

Les fleurs de pleine terre, par VILMORIN-ANDRIEUX et Cie. 5e édition, illustrée de plus de 1800 gravures, 1375 pages; à Paris, chez Vilmorin-Andrieux, 4, quai de la Mégisserie.

C'est un bel et magnifique ouvrage que celui dont la maison Vilmorin vient de publier une 5e édition dans laquelle ont pris place les remarques et les renseignements nouveaux recueillis pendant ces quinze dernières années.

M. Ph. de Vilmorin, dans une préface des plus remarquables, présente cette nouvelle édition au grand public.

« Le nombre des plantes horticoles existant ou possibles est infini, nous dit-il, mais les combinaisons entre les besoins de l'ornementation et les tempéraments des plantes est bien plus grand encore. Il faut des fleurs pour toutes les saisons, pour tous les sols, pour tous les usages; il en faut de brillantes, de discrètes, d'imposantes, de légères; il en faut d'odorantes pour les parterres, d'autres, au parfum discret, pour les appartements. Il en faut de basses pour les bordures, de plus élevées pour les plates-bandes, de majestueuses à isoler sur les pelouses; il en faut dont les hampes solides supportent les intempéries du plein air, et il en faut dont les tiges graciles épousent les caprices harmonieux d'un bouquet. »

Pour les fleurs comme pour bien d'autres choses, la mode crée des engouements exagérés et momentanés, prononce bien souvent des condamnations que M. Ph. de Vilmorin avec beaucoup de raison trouve injustes et insolites.

« C'est pourquoi, écrit-il dans ces pages, tout en introduisant les nouveautés qui ont fait leurs preuves ou sont prêtes à les faire, nous avons, de parti pris, refusé de sacrifier les plantes qui, depuis la dernière édition des « Fleurs de pleine terre », sont tombées dans une désuétude plus ou moins justifiée. »

La description et la culture des fleurs annuelles, bisannuelles, vivaces et bulbeuses de pleine terre, constituent la première partie de l'ouvrage. La seconde comprend une série de renseignements pratiques de grande utilité. Les plantes y sont envisagées et classées au point de vue des époques de l'année auxquelles doivent être faits leurs semis ou leur plantation ainsi que de celles où elles effectuent leur floraison, etc.

Un chapitre spécial de M. Ed. André, consacré à l'art et à l'agencement des jardins, termine cet ouvrage des plus importants, renfermant une véritable mine de renseignements et d'observations recueillis par les hommes les plus compétents en ces matières.

En un mot cet ouvrage est, de tous points, digne de la maison qui le publie, de la maison à laquelle l'agriculture, comme l'horticulture, sont redevables de tant d'utiles et agréables créations; en félicitant notre collègue M. Ph. de Vilmorin d'avoir présidé à la refonte de cet ouvrage et d'en avoir préparé cette 5e édition, nous le remercions de l'hommage qu'il en a fait à notre bibliothèque.

H. H.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

EN DÉCEMBRE 1908

VILMORIN (PHILIPPE L. DE). **Manuel de floriculture** (Bibliothèque des connaissances utiles). In-12 (19 × 12,5) de 410 p., 324 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1908. **13 553**

CHAMPLY (RENÉ). **Guide pratique du chauffeur d'automobiles.** In-12 (24 × 15) de 384 p., 278 fig. Paris, H. Desforges, 1909. **13 554**

SERRANT-BELLENOUX (E.). **La chimie dans l'art militaire moderne.** In-8 (23 × 15) de 133 p., I pl. Paris, H. Desforges, 1909. **13 555**

VINSONNEAU (JULES). **La route moderne.** In-8 (26 × 17) de 199 p., 24 fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1909. **13 556**

MINET (ADOLPHE). **Le four électrique.** Son origine, ses transformations et ses applications, 3e fascicule. In-4 (29 × 20) de 30 p., 22 fig., 10 tab. Paris, H. Desforges, 1908. **13 557**

DICTIONNAIRES TECHNIQUES ILLUSTRÉS EN 6 LANGUES. Tome IV. — **Moteurs à combustion interne**, sous la direction de KARL SCHIKORE, X-618 p., 1 000 fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1908. **13 558**

TURPAIN (ALBERT). **La télégraphie sans fil et les applications pratiques des ondes électriques.** 2e édition (Bibliothèque technologique) (23 × 14,5). de IX-396 p., fig. Paris, Gauthier-Villars, 1908. **13 559**

FRANKLIN (ALFRED). **Guide des savants, des littérateurs et des artistes dans les bibliothèques de Paris** (20,5 × 14) de VII-219 p. Paris, H. Welter, 1908. **13 560**

OFFICE DU TRAVAIL DE BELGIQUE. Les Industries à domicile en Belgique. Vol. IX : **L'industrie de la lingerie à Bruxelles**, par ROBERT VERMAUT. Enquête sur les salaires dans l'industrie du vêtement pour hommes, par CH. GÉNART. In-8 (26,5 × 17,5) de 411 p. Bruxelles, J. Lebègue et Cie, 1908. **13 561**

ESPITALLIER (M.-G.). Tome I : **Béton armé.** Tome II : **Compléments et applications.** 2e édition (23 × 18), 362 p., 119 fig. Paris, École des Travaux Publics, 1909. **13 562-3**

FIGUIER (LOUIS) et NANSOUTY (MAX DE). **Les merveilles de la science.** — Tome I : **Chaudières et machines à vapeur.** In-4 (31,5 × 22) de VII-728 p., 823 fig. Paris, Boivin et Cie. **13 564**

GUILLAUME (CH.-ED.). **La convention du mètre et le Bureau international des poids et mesures.** (*ex* Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, 1901). VII-238 p., 88 fig. Paris, Gauthier-Villars, 1902. **13 565**

MAXIM (SIR HIRAM F.). **Artificial and natural flight.** In-8 (22 × 15) de XV-166 p., 95 fig. London, Whittaker and Co, 1908. **13 566**

LANCHESTER (F. W.). **Aerodynamics.** 2 vol. In-8 (23 × 15) de XVI-442 p., 162 fig. et XVI-433 p., 208 fig. London, Archibald Constable and Co, 1907, 1908. **13 567-13 568**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LADENBURG (A.). **Histoire du développement de la chimie** depuis Lavoisier jusqu'à nos jours. Traduit sur la 4e édition allemande par CORVISY (A.). In-8 (25 × 16,5) de II-388 p. Paris, A. Hermann et fils, 1909. **13 569**

COCOZZA GIOVANNI. Di un nuovo giornale di contabilita finanziaria et patrimoniale per le biblioteche italiano fondato su' principii dell' equivalenza (32 × 24) de 26 p. Napoli, Federico Sangiovanni, 1904.

DUPONT (J.). **Manuel de Travaux pratiques de chimie organique.** 2e édition, revue et transformée par P. FREUNDLER et R. MARQUIS. In-8 (23 × 15) de 370 p., 45 fig. Paris, Hachette et Cie, 1908. **13 570**

POST (J.) et NEUMANN (B.). **Traité complet d'analyse chimique appliquée aux essais industriels.** 2e édition française entièrement refondue, d'après la 3e édition allemande, par L. GAUTIER (25 × 16,5). Tome I. 1er fascicule, 219 p., 1907.

1. Eau et eaux résiduaires, par H. VOGEL.
2. Combustibles, par H. LONGBEIM.
3. Pyrométrie, par B. NEUMANN.
4. Gaz des fumées, des chauffages, des moteurs, des mines, par B. NEMANN.

Tome I. 2e fascicule, p. 219 à 562, 1908.

5. Gaz d'éclairage, J. BECKER.
6. Carbure de calcium et acétylène, J.-H. VOGEL.
7. Pétrole, huiles de goudron, paraffine, huiles de graissage, C. ENGLER et L. UBBELOHDE.
8. Graisses et huiles, glycérine, bougies, savons, W. FALVION.

Tome II. 1er fascicule, 202 p., 1908.

19. Chaux, mortiers, ciments et plâtre, par H. SEGER et E. KRAMER.
20. Poteries, idem.
21. Verre et glaçures, idem. **13 571-13 572**

ASTIER (P.). et CUMINAL (I.). **L'enseignement technique industriel et commercial en France et à l'Étranger.** In-8 (26 × 17,5) de III-498 p. Paris, Georges Roustan. **13 573**

DUCOMPEX (E.-A.). **Traité encyclopédique théorique et pratique de peinture en bâtiment et décor, peinture en voiture**, etc., etc. In-8 (26 × 17,5) de 273 p. Paris, Vve Charles Schmid, 1909. **13 574**

SOLIMAN (GEORGES). **Etirage, tréfilage, dressage des produits métallurgiques.** (Encyclopédique scientifique des Aide-Mémoire Leauté), 163 p., 21 fig. Paris, Gauthier-Villars. **13 575**

VERMOREL (V.). **Les ennemis des arbres fruitiers** et des plantes cultivées. Procédés et matériel de destruction des parasites. In-8, 64 p. Villefranche, 1909. **13 576**

VERMOREL (V.). **Les ennemis de notre jardin.** Procédés de lutte contre les parasites du poirier et du pommier (Bibliothèque du Progrès agricole et viticole, Villefranche, 32 p. **13 576**

VERMOREL (V.). **Matériel agricole et viticole.** Catalogue n° 1248. Villefranche.

Royaume de Belgique. Office du travail et inspection de l'industrie. Monographies industrielles. **Industries textiles. Filature mécanique du coton, du lin, du chanvre et du jute.** In-8 (26 × 18) de 173 p., 11 fig. Bruxelles, J. Lebègue et Cie, 1902. **13 577**

Essais de Jean Rey. Découverte et preuve de la pesanteur de l'air (1630). Édition nouvelle avec commentaires, publiée par Maurice Petit. In-8 (25 × 18,5, de XXVII-193 p. Paris, A. Hermann; Bordeaux, imprimerie Gounouilhou, 1907. **13 578**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cinquantenaire de la Société chimique de la France. (29 × 20,5) de 137 p., 38 photo. Paris, Gauthier-Villars, 1908. **13 579**

Job (André). — **La méthode en chimie,** (24,5 × 16,5) de 64 p. Paris, A. Hermann. **13 580**

Vilmorin-Andrieux et Cie. — **Les fleurs de pleine terre**, comprenant la description et la culture des fleurs annuelles, bisannuelles, vivaces et bulbeuses de pleine terre..., ainsi que des plans de jardins et de parcs paysagers, par R.-Ed. André, 5e édit. (27 × 17) de VI-1 375 p., 1 800 fig. Paris, Vilmorin-Andrieux et Cie, 1909. **13 581**

Ménard (René) et Sauvageot (Cl.). — La vie privée chez les anciens, 4 vol. (26 × 18). Paris, Vve A. Morel et Cie, 1880.

I. — Les peuples dans l'antiquité, VIII-622 p., 722 fig.
II. — La famille dans l'antiquité, 571 p., 815 fig.
III. — Le travail dans l'antiquité, 607 p., 750 fig.
IV. — Les institutions dans l'antiquité, 676 p., 720 fig. **13 582-13 585**

Société des ingénieurs civils de France. Soixantenaire 1858-1908 (*ex Bulletin*, 100 p., fig. 1898).

Notice sur la Société des mines de Lens. In-4 (31,5 × 22) de 94 p., 3 cartes. Lille, L. Danel, 1908. **13 586**

Annuaires d'adresses des fonctionnaires du Ministère des Travaux Publics, des Postes et des télégraphes, des chemins de fer, de la navigation, des mines, de l'industrie et des banques, par MM. Marande, Moreau et Billy, 1909. **Annuaires**

Atti del Reale Istituto d'incoraggiamento di Napoli, *1907*. Serie sesta. vol. LIX degli atti. Napoli, Cooperativa tipografica, 1908. **Pér. 182**

Bulletin du Laboratoire d'essais du Conservatoire national des Arts et Métiers, n° 15 : **Jaugeages de gros débits**, par Boyer-Guillon, Auclair et Laedlein. **Pér. 308**

Sprechsaal-Kalender für die Keramischen, Glas-und verwandten Industrien. Herausgegeben von Dr J. Koerner, 1909. I Jahrgang. Verlag von Müller und Schmidt, Coburg. **Annuaires**

Department of Commerce and Labor. — *Bulletin* of the Bureau of Standards. vol. 5, n° 2, november. Washington, 1908. **Pér. 61**

Société technique de l'industrie du gaz en France. — *Compte rendu du 35e Congrès*, Paris, juin *1908*. Paris, imprimerie de la Société Anonyme de Publications périodiques, 1908. **Pér. 298**

Commission internationale de photométrie, instituée par le Congrès international du gaz en 1900. 2e *session*, Zurich, juillet *1907*. Recueil des travaux et compte rendu des séances publié par les soins de la Société technique de l'industrie du gaz en France. Paris, 1908. **Pér. 298**

Vermorel. — Agenda agricole et viticole, 1909. **Pér. 290**

Chemiker-Zeitung, années 1890 à 1897 (don de M. Jules Garçon, membre de la Société). **Pér. 332**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LITTÉRATURE

DES

PERIODIQUES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE DE LA SOCIÉTÉ

Du 15 Décembre 1908 au 15 Janvier 1909

DÉSIGNATIONS ABRÉGÉES DES PUBLICATIONS CITÉES

Ag. . . . Journal de l'Agriculture.
Ac. . . . Annales de la Construction.
ACE . . . American Society of civil Engineers.
ACP. . . . Annales de Chimie et de Physique.
AIM. . . . American Institute of Mining Engineers.
AM. . . . Annales des Mines.
AMa . . . American Machinist.
Ap. . . . Journal d'Agriculture pratique.
APC. . . . Annales des Ponts et Chaussées.
Bam. . . . Bulletin technologique des anciens élèves des Écoles des arts et métiers.
BCC. . . . Bulletin du Congrès international des chemins de fer.
BoS. . . . Bureau of Standards (Washington).
CN. . . . Chemical News (London).
Cs. . . . . Journal of the Society of Chemical Industry (London).
CR. . . . Comptes rendus de l'Académie des Sciences.
Dp. . . . Dingler's Polytechnisches Journal.
E. . . . . Engineering.
E' . . . . The Engineer.
Eam. . . . Engineering and Mining Journal.
EE. . . . Eclairage électrique.
Elé. . . . L'Électricien.
Ef. . . . . Économiste français.
EM. . . . Engineering Magazine.
Fi . . . . Journal of the Franklin Institute (Philadelphie).
Gc. . . . Génie civil.
IC. . . . . Ingénieurs civils de France (Bulletin).
Ie. . . . . Industrie électrique.
Im . . . . Industrie minérale de St-Étienne.
It. . . . . Industrie textile.
IoB. . . . Institution of Brewing (Journal).
LE . . . . Lumière électrique.
Ms. . . . . Moniteur scientifique.
MC. . . . Revue générale des matières colorantes.
PC . . . . Journal de Pharmacie et de Chimie.
Pm. . . . Portefeuille économ. des machines.
RCp . . . Revue générale de chimie pure et appliquée.
RdM. . . . Revue de métallurgie.
Rgc. . . . Revue générale des chemins de fer et tramways.
Ré . . . . Revue électrique.
Ri . . . . Revue industrielle.
RM. . . . Revue de mécanique
Rmc. . . . Revue maritime et coloniale
Rso. . . . Réforme sociale.
RSL. . . . Royal Society London (Proceedings).
Ru. . . . . Revue universelle des mines et de la métallurgie.
SA. . . . Society of Arts (Journal of the).
ScF. . . . Société chimique de France (Bull.).
Sie. . . . . Société internationale des Électriciens (Bulletin).
SIM. . . . Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse.
SL. . . . . Bull. de statistique et de législation.
SNA. . . . Société nationale d'Agriculture de France (Bulletin).
SuE. . . . Stahl und Eisen.
Va. . . . La Vie automobile.
VDI. . . . Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure.
ZaC. . . . Zeitschrift für angewandte Chemie.
ZOI. . . . Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieure und Architekten-Vereins.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

AGRICULTURE

Abattoirs coopératifs et froid (Lucas). *Ap.* 17 *Déc.*. 784.

Ail. Culture. Exigence en élément fertilisant. *Ap.* 24 *Déc.*, 804.

Algérie et Tunisie. Production agricole. *Ag.* 26 *Déc.*, 809.

Assolement (Choix d'un), dans la Dordogne et la Charente. *Ap.* 24-31 *Déc.*, 822 et 846.

Avoines fourragères. *Ag.* 19 *Déc.*, 782.

Barbe de capucin et Endive. *Cosmos*, 19 *Déc.*, 676.

Bétail. Commerce en 1908. *Ap.* 24 *Déc.*, 825.

— Valeur fécule des aliments (Grandeau). *Ap.* 17 *Déc.*, 779.

— Valeur alimentaire de la cellulose (*id.*), 31 *Déc.*, 841.

— Rôle de l'eau dans la nutrition (*id.*), 7 *Janv.*, 13.

— Calcul des rations alimentaires (Grandeau). *Ap.* 24 *Déc.*, 809. 14 *Janv.*, 40.

— Alimentation des veaux (Gouin). *Ap.* 17 *Déc.*, 780, 14 *Janv.*, 52.

— Bovidés au travail. *Ap.* 17 *Déc.*, 793.

Betteraves. Teneur des betteraves et des mélasses en azote (Saillard). *Ap.* 17 *Déc.*, 781.

— Eau nécessaire à leur développement (Pellet). *Chimistes de sucrerie. Déc.*, 439.

Canada. Agriculture dans l'Ouest canadien (Hitier). *SNA. Nov.*, 723.

Chêne (Maladie du). (Bouquet et Mangin). *Ap.* 24 *Déc.*, 812.

Cheval. Budget de l'agriculture et question chevaline (Gallier). *Ap.* 17 *Déc.*, 783.

Cuba. Régénération de l'agriculture (Serre). *SNA. Nov.*, 756.

Culture mécanique (la). (Ringelmann). *Ap.* 24 *Déc.*, 818.

Défoncement à vapeur. Ap. 31 *Déc.*, 844.

Déplacement des cultures. Cosmos. 19 *Déc.*, 686.

Drainage (Outils de). (Ringelmann). *Ap.* 17 *Déc.*, 788.

Engrais. Azote dans les. *Ag.* 19 *Déc.*, 776.

— Azote libre. Assimilation par les bactéries et les radiobactéries : procédé chimique d' (Stoklasa). *Cs.* 15 *Déc.*, 1167.

Électricité. Emploi en Agriculture. *Ie.* 10 *Janv.*, 18.

Enseignement ménager, agricole au premier congrès international (Schindler). *Ap.* 17 *Déc.*, 787.

Egypte. Rendement des terres en. *Ag.* 20 *Déc.*, 817.

Fournil. Modèle du syndicat de la boulangerie de Paris. *Ap.* 14 *Janv.*, 47.

Fruits. Aléas de la culture fruitière (Farcy). *Ap.* 17 *Déc.*, 691.

Grêle. Action des lignes d'énergie électrique sur les orages à grêle (Violle). *CR.* 21 *Déc.*, 1371.

Herva Mate (la). (Walle). *Société de géographie commerciale. Déc.*, 721.

Lait à Londres au point de vue des fermiers (P. Mc Connell). 18 *Déc.*, 84.

— Prix de revient en Beauce (Lecomte). *SNA. Nov.*, 720. *Ap.* 31 *Déc.*, 842.

— Syndicats du contrôle laitier. *SNA. Nov.*, 744.

— Recherche et dosage de l'eau oxygénée dans le lait (Feder). *Ms. Janv.*, 28.

— Inconvénients du bichromate de potasse comme conservateur des laits destinés à l'analyse (Monvoisin). *CR.* 21 *Déc.*, 1403.

— Voyages agricoles et question du lait. *Cosmos.* 2 *Janv.* 18.

Lupin à café. Ap. 31 *Déc.*, 848.

Maïs en Bresse (A. Dumaret). *Ap.* 14 *Janv.*, 44.

Oise. Agriculture dans l'. *Ag.* 19-26 *Déc.*, 786, 814.

Orge de Brasserie. Sa culture (Malpeaux). *Ap.* 14 *Janv.*, 41.

Pomme. Fabrication et analyse de ses produits (P. Sy). *Fi. Déc.*, 433.

Vigne. Année viticole en 1908. Les pieds manquant dans les vignes. *Ap.* 7 *Janv.*, 18.

CHEMINS DE FER

Chemins de fer d'Orléans. Progrès depuis l'origine (Dantin). *Gc.* 19 *Déc.*, 117.

— du Canadian Pacific. Reconstruction partielle. *E'.* 25 *Déc.*, 605.

— du Transvaal pendant la guerre. *E.* 15 *Janv.*, 83.

— de la Nouvelle-Zélande. *E.* 3 *Janv.*, 53.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chemins de fer anglais. Leur sécurité. *E'.* 8 *Janv.* 32.
— Histoire des chemins de fer et quelques erreurs. *E'.* 15 *Janv.*, 54.
— Métropolitain de Paris. Ligne N° 5. Gare du Nord-Austerlitz. *Ac. Déc.*, 178. Matériel roulant. *Pm. Déc.*, 178.
Électriques. Locarno. Pontebrollia. Bignasco. Alternatif simple. *Ie.* 25 *Déc.*, 599.
— Serbach Wettinghen. Monophasé. *LE.* 26 *Déc.*, 398 et 9 *Janv.*, 45.
— Suédois. *E.* 15 *Janv.*, 86. *BCC. Janv.*, 86.
— Italiens (*id.*), 93.
— à grande vitesse Kearnay. *Elé.* 26 *Déc.*, 407.
— à courant alternatif simple en Europe, *Ie.* 10 *Janv.*, 5.
— Heysham-Morecambe sur le Midland, *BCC. Janv.*, 27.
— Alternateurs monophasés de traction (Henry). *Elé.* 19 *Déc.*, 390-216. *Janv.*, 642.
Automotrices au Chicago Rhode Island. *Gc.* 19 *Déc.*, 125.
— d'Abad Csanard (pétro-électrique). *Elé.* 19 *Déc.*, 385.
— de l'Etat prussien avec accumulateurs. *Gc.* 26 *Déc.*, 129.
Chauffage des voitures par la vapeur. *Ri.* 16 *Janv.*, 29.
Eclairage au gaz des voitures : appareils pour replacer les manchons renversés. Epstein. *BCC. Janv.*, 65.
— électrique Grob Wust. *Ré.* 15 *Janv.*, 22.
Ergomètre d'inertie Doyen (Huberti et Doyen). *BCC. Janv.*, 3.
Freins bilatéraux pour wagons de marchandises. *E.* 25 *Déc.* 862.
Gares de triage aux États-Unis (Blum). *VDI.* 9-17 *Janv.*, 41, 101.
Locomotives du Caledonian Ry. *VDI.* 19 *Déc.*, 2021.
— Compound et à surchauffe. Comparaison (R. King). *E'.* 25 *Déc.*, 662.
— articulées Mallet (Mellin). *E'.* 15 *Janv.*, 48, 71.
— pour la Nitrate railways C° du Chili. *E.* 1er *Janv.*, 13.
— tenders nouvelles. *E'.* 1er *Janv.*, 10.
Signaux. Appareils empêchant le dépassement des signaux à l'arrêt. Essais (Gonell). *BCC. Janv.*, 53.
Voie. Courbes de la (Speller et Short). *E.* 15 *Janv.*, 86.
Voiture Pulmann du London Brighton. *E'.* 8 *Janv.*, 31.

TRANSPORTS DIVERS

Automobiles. Avenir des (Yves Guedon). *Va.* 19 *Déc.*, 801.
— Crise en France (Guardault). *Gc.* 19 *Déc.*, 122.
— Salon de l'Automobile. *Va.* 16 *Janv.*, 37; *Gc.* 13 *Janv.*, 181; *Ri.* 16 *Janv.*, 24.
— Les Autobus (Heller). *VDI.* 19 *Déc.*, 2031.
— — Electrobus de Londres. *Elé.* 26 *Déc.*, 406.
— — Autobus Renault et Brillié sans impériales. *Va.* 2 *Janv.*, 7.
— à pétrole. Carburateurs au Salon. *Va.* 16 *Janv.*, 44.
— — Moteurs E.N.V. *Va.* 2 *Janv.*, 11. Knight. *Va.* 9-16 *Janv.*, 21, 40 Dieter. *Gc.* 16 *Janv.*, 181.
— Bandage pour poids lourds Hugon. *Gc.* 9 *Janv.*, 172.
— Démarrage Sauver. *Gc.* 16 *Janv.*, 183.
Tramways. Protecteur Seeley. *La Nature.* 9 *Janv.*, 96.
— électrique à plots G. B. *E'.* 15 *Janv.*, 6.

CHIMIE ET PHYSIQUE

Absorption dans les gaz. Théorie (L. Bloch). *CR.* 14 *Déc.*, 1284.
Acides. salicylique tiré du méthyle-silicate (Gibbs). *Cs.* 15 *Déc.*, 1175.
— gras et aromatiques. Action de la poudre de zinc à haute température (Hebert). *ScF.* 5 *Déc.*, 11.
— solubles et eau, congélation de leurs mélanges (Faucon). *CR.* 4 *Janv.*, 38.
Alcools. Filtration sur charbon de bois (Dudley). *Cs.* 15 *Déc.*, 1170.
Amidon. Propriétés colloïdales et génération spontanée (Fouard). *ScF.* 20 *Janv.*, 63.
Ammoniaque. Synthèse par la tourbe (Woltrek). *CR.* 21 *Déc.*, 1402.
Anémomètre électrique Goldsmith. *Elé.* 16 *Janv.*, 39.
Azote atmosphérique. Sa fixation. *E.* 25 *Déc.*, 861.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Benzines et Benzol. *ZaC.* 18 *Déc.*, 2579.
Benzoïques. Obtention des produits (Wilhelm). *Ms. Janv.*, 54.
Brasserie. Eaux de brasserie. Recherches sur les (Hayduck). *Cs.* 15 *Déc.*, 1169.
— Action de la lumière sur l'infection aérienne (S. Armstrong). *IoB. Déc.*, 571.
Camphre. Synthèse dans le groupe du (Blanc). *ScF.* 5 *Janv.*, 24.
— (Substituts du). *Cs.* 15 *Janv.*, 40.
Caoutchouc. Divers. *Cs.* 31 *Déc.*, 1212.
— (Viscosités du) et de ses solutions (Schedrowetz et Goldsbrough). *Cs.* 15 *Janv.*, 3.
Carbure de calcium. Loi du régime douanier. *SL. Déc.* 525.
Cellulose et l'industrie chimique (Cross et Bevan). *Cs.* 31 *Déc.*, 1187.
Céramique. Principes généraux de céramique pratique (Franchet). *Revue scientifique.* 19-26 *Déc.*, 767, 808.
— Décomposition des feldspaths. *Sprechsall.* 14 *Janv.*, 13.
— Mortiers. Étude microscopique (Gallo). *Cs.* 31 *Déc.*, 1205.
Changements chimiques. Leur nature (Armstrong). *CN.* 15 *Janv.*, 23.
Chaux et Ciment. Divers. *Gs.* 15-31 *Déc*, 1153, 1205. 15 *Janv.*, 23.
— Ciment portland. Changement chimique et action de la mer (Potler). *Cs.* 15 *Janv.*, 6.
— Usine de Southam. *E'.* 1-8 *Janv.*, 8, 28.
— Ciments à l'aluminate de chaux Spakmann. *Le Ciment. Déc.*, 182.
— Résistance transversale du béton. *E.* 8 *Janv.*, 56.
Cires des conifères (Bougault et Bourdier). *CR.* 14 *Déc.*, 1311.
Colloïdes. Sulfate de baryte colloïdal (Feilmann). *CN.* 24 *Déc.*, 310.
Combustion spontanée des textiles entassés. *Ge.* 16 *Janv.*, 189.
Corrosion du fer (Cushmann). *CN.* 2, 8, 15 *Janv.*, 11, 14, 33.
Cristaux liquides (Gaubert). *Revue scientifique.* 9 *Janv.*, 33.
Dissociation du bicarbonate de soude (Soury). *CR.* 14 *Déc.*, 1296.
Eaux renfermant du fer et du manganèse. Purification (R. Weston). *ACE. Déc.*, 1324.
Eaux usées. Epuration à Wildmersdorf. *Ac. Déc.*, 187.
Eclairage au gaz. Gaz de Berlin *J. F. Gasb.* 9 *Janv.*, 25. De Créfeld (*id*). 19 *Déc.*, 1185.
— Cornues verticales, leur économie (*id*), 2 *Janv.*, 12.
Égouts. Epuration des eaux, Rouchy. *Cosmos.* 2 *Janv.*, 15.
— Usine de Nelson pour la fabrication des briques avec les résidus de l'incinération des ordures ménagères. *Ri.* 16 *Janv.*, 21.
Essences et parfums. Divers. *Cs.* 15, 31 *Déc.*, 1174, 1221. 15 *Janv.*, 38.
Eclairage. Rayonnement de l'oxyde de cérium (Foix). *CR.* 11 *Janv.*, 92.
Étain. Récupération dans les déchets de ferblanc. *ZaC.* 1er *Janv.*, 1.
Explosifs. 20 ans de progrès (O. Gutmam). *SA.* 25 *Déc.*, 413; 1er, 8 *Janv.*, 125, 152, 170.
— Décomposition progressive du fulmicoton en magasin (Silberrad et Farmer). *Fi. Déc.*, 471.
— Nitrates de glycérine (Will). *Ms. Janv.*, 45.
— Nitrate et acéto-nitrate de cellulose (Bert et Watson Smith). (*id.*), 51.
Flammes d'un bec de Bunsen. Rayonnement et température (Bauer). *CR.* 21 *Déc.*, 1397.
Fluoroforme Préparation du. Brevets (Auger). *ScF.* 5 *Janv.*, 7.
Graphite. Formation par réaction de poudre de magnésium et de carbonates (Ellis). *CN.* 24 *Déc.*, 309.
Hydrocellulose. Formation en partant de l'acide sulfurique. *ZaC.* 25 *Déc.*, 2609.
Industrie chimique. L'individu et la corporation dans l' (Muspratt). *Cs.* 31 *Déc.*, 1185.
Iode. Action de la chaleur sur l'acide iodique (M. Guichard). *CR.* 14 *Déc.*, 1326
Iodoforme. Mode de production (Guérin). *PC* 16 *Janv.*, 54.
Krypton et xénon. Réfraction et dispersion et leur rapport avec celles de l'hélium et de l'argon (Cuthbertson). *RSL.* 22 *Déc.*, 440.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Laboratoire. Polisseuse pour métallographie Aston. *Electrochemical. Janv.*, 15.
— Production des gaz se préparant à froid. Appareil continu. Gasnier. *ScF.* 20 *Janv.*, 56.
— *Analyse* des charbons (L. Marks). *Power.* 1er *Déc.*, 928.
— — qualitative des éléments communs (Noyes Bray et Spear). *CN.* 18, 24 *Déc.*, 301, 311.
— — des composés organiques par combustion (Walker et Blackadder). *CN.* 1er *Déc.*, 85.
— — organique. Emploi du peroxyde de sodium (Pringsheim). *Cs.* 15 *Janv.* 44.
— *Dosage* de l'acide borique dans les silicites insolubles (Wherry et Chopin). *Cs.* 15 *Déc.*, 1179.
— — de l'amidon dans les céréales par polarisation (Lintner), *Ms. Janv.*. 43.
— — des acides minéraux dans le vinaigre (Richardson) et Bowen). (*id.*). 42.
— — des halogènes dans les composés organiques (Bacon). *CN.* 1er *Janv.*, 6.
— — de la potasse dans les sols par la méthode cobalto-nitrique (Drushel). *CN.* 1er *Janv.*, 7.
— — du sulfure dans les cyanures alcalins (Ewan). *Cs*, 15 *Janv.*, 10.
— — électrolytique du plomb et du manganèse par le creuset filtre (Gooch et Meyer). *American Journal of Science. Janv.*, 39.

Lithium, strontium et barium. Recherches sur leurs oxydes (de Forcrand). *ACP. Déc.*, 433.

Molybdates de nickel et de cobalt (Grossmann), *ScF.* 5 *Déc.*, 5.

Nitrites de barium, strontium, calcium et aluminium. Leur formation (Ellis). *CN.* 1er *Janv.*, 4.

Nitrates. Industrie en Norvège (La Vallée-Poussin). *RCp.* 19 *Janv.*. 1.

Optique. Projections en salle éclairée en plein jour (Coissac). *Cosmos.* 19 *Déc.*,
— Télémètres à courte base, essais aux États-Unis. *E.* 18 *Déc.*, 827.
— Pouvoir rotatoire aux basses températures et liaison entre l'absorption de la lumière et la polarisation rotatoire dans les cristaux de cinabre (J. Becquerel). *CR.* 14 *Déc.*, 1281.

Optique. Pouvoir rotatoire dispersif dans les régions visibles et ultra-violettes du spectre (M. Lowry). *CN.* 8 *Janv.*, 13.
— Triboluminescence (la). (Gerner). *ACP. Déc.*, 516.
— Transparence des feuilles d'or et d'argent (Turner). *Cs.* 15 *Déc.*, 1155.
— Anomalies dans l'intensité des spectres diffractés (Pocklington). *RSL.* 22 *Déc.*, 435.

Osmose. Pression osmotique des dissolutions aqueuses de ferrocyanure de calcium (Barkeley, Hartley et Burton). *RSL.* 22 *Déc.*, 434.

Oxycyanure de mercure. Préparation des solutions (Rupp et Lohmann). *PC.* 1er *Janv.*. 31.

Ozone. Production thermique (Erwell). *Electrochemical. Janv.*, 23.

Papier. Machines à le fabriquer récentes (Haussner). *Dp.* 19 *Déc.*, 806.
— Divers. *Cs.* 15-31 *Déc.*, 1173, 1219. 15 *Janv.*, 37.
— Odeurs des papeteries au sulfite (Klason). *Cs.* 31 *Déc.*, 1219.
— Les eaux dans l'industrie des pâtes de bois (Vogel). *ZaC.* 8 *Janv.*, 49.
— Teinture et coloration de la pâte (Smdall). *Mc.* 1er *Janv.*, 25.

Pasteurisateur Venter. *Cs.* 16 *Déc.*, 1141.

Pétrole. Nouvelle réaction (Molinari et Fimaroli). *Cs.* 15 *Déc.*, 1146.

Phonographe. Pupitre traducteur pour (Pezzer). *CR.* 11 *Janv.*, 94.

Photographie. Développement chronométré (Coustet). *Revue scientifique.* 19 *Déc.*, 982.
— Photographie aérienne (R. Aubry). *Gm. Déc.*, 521.

Photogravure (la) (P. Cler). *Revue scientifique.* 19 *Déc.*, 775.

Poivre. Analyse et appréciation (Hartel et Will). *Ms. Janv.*, 33.
— Carbone (Baume et Perrot). *CR.* 4 *Janv.*, 39.

Poids atomiques. Rapport du comité international pour 1909. *ScF.* 5 *Janv.*, 1.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Poids atomiques. Argent (Dubreuil). *CR.* 14 *Déc.*, 1300. (Hinrichs) (*id.*). 1302; (Leduc) (*id.*). 4 *Janv.*, 39.

— Poids morts et poids vifs (Delaunay et M. Garnier). *Ms. Janv.*, 27.

— Erreur constante ou résiduelle des travaux de laboratoire dans la détermination des poids atomiques véritables (Hinrichs). *Ms. Janv.*, 5.

Présures. Fonctionnement aux diverses températures (Gerber). *CR.* 14 *Déc.*, 1320.

Protochlorure de soufre. Action sur les métalloïdes et métaux (Nicolardot). *CR.* 14 *Déc.*, 1306.

Radio-activité des eaux minérales. Elimination du bromure de radium soluble (Jaboin et Beaudoin). *PC.* 1er *Janv.*, 15.

— du thorium (Ashman). *American Journal of Science. Janv.*, 65.

— Transformations radio-actives et transmutations (Danne). *Gc.* 2-9 *Janv.*, 145, 168.

Substances radio-actives (Meyer). *ZOI.* 8 *Janv.*, 21.

Rayons X, filtrage par l'aluminium (Guilleminot). *CR.* 21 *Déc.*, 1435.

Scandium (le) (Crookes Eberhardt). *CN.* 18-20 *Déc.*, 295, 307; 15 *Janv.*, 30.

Silicium et uranium. Combinaisons. *ScF. U.* (Defacqz). *ScF.* 5 *Déc.*, 3.

— Carbure de silicium produit au four électrique (Bolling). *Electrochemical. Janv.*, 24.

Siliciures d'hydrogène (Lebeau). *CR.* 4 *Janv.*, 43.

— Détermination des matières solides dans les produits des sucreries de canne par le réfractomètre (Peck). *Cs.* 15 *Déc.* 1168,

Sulfate de quinine, son essai (Vaudin). *PC* 16 *Janv.*, 60.

Surtension et viscosité (Marie). *CR.* 21 *Déc.* 1400.

Sucrerie. Divers. *Cs.* 15-31 *Déc.*, 1167, 1215.

— Procédé de diffusion sans mélange des jus (Guere). (*id.*). 15 *Janv.*, 32.

Tannerie. Divers. *Cs.* 15-31 *Déc.* 1164, 1215; 15 *Janv.*, 32.

— Composés de gélatine et de tannin (T. Wood). *Cs.* 15 *Déc.* 1164.

— Polissage des cuirs (Eitner). *Cs.* 15 *Déc.*, 1164.

Tannerie. Sumac (le) de Sicile (Veitch et Howard. *Cs.* 15 *Déc.*, 1164.

— Tannage à l'écorce de mimosa (G. Bennett). *Cs.* 31 *Déc.*, 1193.

Tantale, niobium et titane. (Giler). *CN.* 15 *Janv.*, 25.

Teinture. Divers. *Cs.* 15-31 *Déc.* 1146, 1149-1199. *MC.* 1er *Janv.*, 21; 15 *Janv.*, 17, 19.

— Matières colorantes. Nature de leurs solutions (Pellet-Jolivet et A. Wild). *MC.* 1er *Janv.*, 9.

— — Nouvelles (Reverdin). *Ms. Janv.* 14. *MC.* 1er *Janv.*, 17.

— Rouge de paranitraniline, sa formation (Prudhomme et A. Colin). *MC.* 1er *Janv.*, 1.

— Soie. Action des hydracides et de leurs sels. (Sisley) (*id.*). 4.

— Impressions avec couleurs Cita. Essais (Fehling). *MC.* 1er *Janv.*, 14.

— Mercerisage des échevaux de longueurs différentes avec les métiers automatiques (Chaplet). *MC.* 1 *Janv.* 15.

— Traitement du coton pour réserves en teinture des colorants divers (Cross et Briggs). *MC.* 1er *Janv.*, 24.

— Edanthrène. Couleurs d' (Bohn). *MC.* 1er *Janv.*, 28.

— Appareil à teindre par le vide (Albert). *MC.* 1er *Janv.*, 3.

Thermite. Réaction de la. *E.* 15 *Janv.*, 86.

Thorium (le) (Von. Botton). *Cs.* 31 *Déc.*, 1208. (Backersville). *Eam.* 26 *Déc.*, 1241.

— Préparation du chlorure (Matignon). *CR.* 14 *Déc.*, 1292.

Titane et Niobium (Giles). *CN.* 1er *Janv.*, 1.

Textiles. Aspect chimique des industries textiles (Gardner). *Cs.* 15 *Janv.*, 13.

Tourbe. Matières humiques de l'ouate de tourbe (Roger et Vulquin). *CR.* 21 *Déc.*, 1404.

Ultramarine artificielle (Notelle et Corbet). *Cs.* 15 *Déc.* 1162.

Urée. Action du chlore (F. Chattaway). *RSE.* 22 *Déc.*, 381.

Verre à vitres. Machine continue Hershey. *Cs.* 15 *Janv.*, 13.

Yterbium. Décomposition en ses éléments (Auer). *CN.* 18 *Déc.*, 300.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMMERCE, ÉCONOMIE POLITIQUE

Afrique occidentale française (Duchesne Fournet). *Société de géographie commerciale. Déc.* 735.

Allemagne. Projets de réforme financière, *SL. Nov.*, 491, 498,

— Placement des compagnies d'assurances allemandes, *Ef.* 26 *Déc.*, 940.

Algérie. Situation économique et financière. *Ef.* 9 *Janv.*, 41.

Associations ouvrières de production. *Ef.* 26 *Déc.*, 942, 2 *Janv.*, 11.

Angleterre. Loi sur les Sociétés : Companies Act. 1907. *SL. Nov.*, 502.

— Loi sur les brevets. *E.* 15 *Janv.*, 82.

— Années financières 1897-1908. *SL. Nov.*, 515. Loi de finances de 1908. *SL. Déc.*, 572.

— Statistique du travail en. *E'.* 18 *Déc.*, 647.

Bolivie (la). *Ef.* 26 *Déc.*, 944.

Brevets. Loi anglaise. *E.* 18 *Déc.*,827.15 *Janv.*, 82. *E'.* 18 *Déc.*, 640.

Canada. Situation économique. *Ef.* 16 *Janv.*, 81.

Chômage. Caisses d'assurance contre le (Meurice et Bellom). *Gc.* 19 *Déc.*, 115. 9 *Janv.*, 183. *Ef.* 19 *Déc.*, 895.

Contremaîtres. Formation des. *E.* 19 *Déc.*, 825.

Coopératives de consommation. Ef. 16 *Janv.*, 82.

Chine. Nouveau régime en. *Ef.* 26 *Déc.*, 927.

Congrès corporatif de Marseille (Seilhac). *Musée social. Décembre.*

Convention entre patrons et ouvriers des chantiers maritimes anglais. *E.* 15 *Janv.*, 77, 81.

Danemark. Exposé financier pour 1909-1910. *SL. Nov.*, 520.

— Production et consommation de l'alcool. (*id.*). 521.

Education des ingénieurs. *E'.* 25 *Déc.*, 673.

— Diplômes d'ingénieurs décernés par les universités (Flessing) *E.* 8 *Janv.*, 54.

Enseignement technique supérieur aux Etats-Unis (R. Mac Laurin). *Revue scientifique.* 16 *Janv.*, 78.

Espagne. Réforme du régime de la banque d'Espagne et la réforme monétaire. *Ef.* 26 *Déc.*, 939.

États-Unis. Début de la reprise des affaires. *Ef.* 19 *Déc.*,897. Tendances de la législation sociale américaine. *Ef.* 2 *Janv.*, 6. Commerce extérieur 1907-1908. *SL. Déc.*, 606.

France *et Algérie.* Commerce extérieur en 1707. *SL. Nov.*, 421. Depuis 1871. (*id.*). *Déc.*, 606.

— Budget de 1909. *Ef.* 18-26 *Déc.*,893, 933. 2-9 *Janv.*, 1, 37.

— Régime de la navigation intérieure. Délais de chargement. *Ef.* 19 *Déc.*, 899.

— Liberté économique et commerce des boissons. *Ef.* 19 *Déc.*, 1902.

— Hygiène et sécurité des travailleurs. *Ef.* 26 *Déc.*, 935.

— Écoles supérieures de commerce et la nouvelle loi militaire. *Ef.* 2 *Janv.*,4.

— Petite propriété française et la loi du 10 avril 1908.(Ribot). *Rso.* 1er *Janv.*, 46.

— Raccordement des voies d'eau et des voies ferrées. Loi. *SL. Déc.*, 527.

— La question du 6e étage (Rey). *Rso.* 1er *Janv.*, 66.

— Après un an de crise : perspective prochaine. *Ef.* 9-16 *Janv.*, 37, 73.

— Lois ouvrières, affichages dans les ateliers. *Ef.* 16 *Janv.*, 75.

— Assurance française et son avenir. *Ef.* 16 *Janv.*, 79.

— Faveurs pécuniaires et les familles nombreuses (Bertillon). *Rso.* 16 *Janv.*, 97.

— Petite propriété française et la loi du 10 *avril* 1908. (*id.*). 120.

— Salaires et impôts dans une colonie française (*id.*). 138.

Institutions patronales des chemins de fer de l'État bavarois et wurtembergeois. *Bcc. Janv.*, 70, 77.

Laine. Débouchés et prix. *Ef.* 2 *Janv.*, 8.

— La laine, le coton, la lin, le chanvre et le jute. En 1907. *It.* 15 *Janv.*, 4, 7, 11.

Russie. Vente des boissons alcooliques en 1907. *SL. Nov.*, 522. Exercice 1907. Budget de 1909. *SL. Déc.*, 590, 581.

Suisse. Finances fédérales. *Ef.* 9 *Janv.*, 45.

Travail à domicile. Lingerie à Bruxelles et à Paris. *Ef.* 9 *Janv.*, 43.

Tunisie. Situation économique et financière. *Ef.* 16 *Janv.*, 77.

Uruguay. Budget de 1908-1909. *SL. Nov.*, 523.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CONSTRUCTIONS ET TRAVAUX PUBLICS

Chauffage et ventilation. Salle du Parlement à Westminster. *Re.* 19 *Déc.*, 508. 2-16 *Janv.*, 8, 28.

— Chauffage à la vapeur Simplex. *Ri.* 16 *Janv.*, 28.

— Chauffage à l'eau chaude à basse pression. Calcul des installations. *Ri.* 19 *Déc.*, 510. 2 *Janv.*, 10.

Ciment armé. Théorie statigraphique (Dunn). *E.* 23 *Déc.*, 847.

— Application aux constructions hydrauliques (Muller). *Le Ciment. Déc.*, 186.

— Effets de l'électrolyse sur les constructions en ciment armé. *Gc.* 2 *Janv.*, 151.

— Pont et appontement de Sharpness. *E'.* 15 *Janv.*, 60.

— — sur la Maumée, Ohio. *Le Ciment. Déc.*, 177.

— Support extensible Quillery pour décintrement des voûtes en ciment armé. (*id.*), 180.

Fondations du Singer Building New-York. *ACE. Déc.*, 1416.

Colonnes (Calcul des). *E.* 25 *Déc.*, 852.

Hôpital S. Luc. Chicago. Installation mécanique. *Power.* 15 *Déc.*, 996.

Ponts du Caledonian R. à Stirling. Reconstruction. *E.* 25 *Déc.*, 846.

— de Blackwell. Instabilité. *Gc.* 26 *Déc.*, 132. *E.* 9 *Janv.*, 45.

— en acier au nickel. *ACE. Déc.*, 1424.

— en béton armé de Pyremon, sur le Rhône. *Gc.* 16 *Janv.*, 177.

Tunnels. Raccordement des caissons en Seine pour la ligne N° 4 du Métropolitain de Paris. *La Nature.* 26 *Déc.*, 56.

— de Washington St. Boston. *E.* 16 *Janv.*, 65.

ÉLECTRICITÉ

Accumulateurs à l'exposition de Londres. *Re.* 30 *Déc.*, 470.

Appareils et machines à courant et mouvement alternatif (Boucherot). *SiE. Déc.*, 731.

Bobine de Ruhmkorff. Interrupteur tournant. *Ie.* 25 *Déc.*, 608.

Commande à distance par les ondes hertziennes Kundsen. *Re.* 30 *Déc.*, 478.

Commutatrices. Leur démarrage (Montpellier). *Elé.* 16 *Janv.*, 36.

Condensateur. Formule de Thomson T = 211 CL pour leur décharge (Leauté). *CR.* 21 *Déc.*, 139.

— Moscicki. *E.* 15 *Janv.*, 88.

Conductibilité des corps composites (Hering). *Electrochemical. Janv.*, 11.

Distributions. Lignes aériennes à haute tension (Croisset). *LE.* 26 *Déc.*, 393.

— Procédé pour faire varier la différence de potentiel entre deux points entre lesquels doit circuler un courant d'intensité constante (Felten et Guillaume). *Re.* 30 *Déc.*, 456.

— Emploi de la terre comme partie d'un circuit (Brylinski). *Ie.* 10 *Janv.*, 20.

Dynamos. Porte-balais Morgan. *E.* 25 *Déc.*, 855.

— Machine Fleschmann à un seul induit pour la transformation d'un courant continu à tension constante en un courant de tension variable. *Re.* 30 *Déc.*, 457.

— Vitesse et température des dynamos (C. Benischke). *Electrotechnik.* 10 *Janv.*, 27.

— Prédétermination des conditions de fonctionnement des dynamos (Picou). *LE.* 9 *Janv.*, 49.

Éclairage des rues de Londres. *Elé.* 9 *Janv.*, 24.

— Lampe à mercure avec filament de carbone Hapfelt. *Re.* 15 *Janv.*, 24.

Arc. Lampe et suspension Verity. *E.* 18 *Déc.*, 837.

— *Incandescence*. Durée des lampes à filaments métalliques. *Ie.* 25 *Déc.*, 609. *E'.* 15 *Janv.*, 70. Lampe Nerst. Influence des variations de tension sur l'intensité lumineuse (Walter). *Re.* 15 *Janv.*, 26.

— Pompe à vide pour lampes Craede. *Re.* 15 *Janv.*, 28.

Électro-chimie. Divers. *Cs.* 15-31 *Dec.*, 1159, 1210. 15 *Janv.*, 27. Et. électricité à bon marché. *E.* 25 *Déc.*, 86.

— État passif des métaux : Cobalt, fer et nickel (Byers). *Cs.* 15 *Déc.*, 1160.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Électro-chimie. Chlore et alcalis électrolytiques. État actuel de leur industrie (Brochet). *Sie. Déc.*, 683. Procédé à cloche (Chancel). *ScF.* 20 *Janv.*, 58.

Industrie électrique en Angleterre et en Allemagne. *E'.* 25 *Déc.*, 661.

Interrupteur à distance. *Elé.* 26 *Déc.*, 404.

Ionisation. Influence de la pression. Courbes de courant et courbes à champ constant (Roche). *CR.* 14 *Déc.*, 1279.

Magnétisme des corps simples (Pascal). *Re.* 14 *Déc.*, 1290.

— des terres rares (Urbain et Jantsh). *CR.* 14 *Déc.*, 1286.

Mesures. Comparaison de l'inductance mutuelle et des résistances par un courant alternatif biphasé (A. Campbell). *RSL.* 22 *Déc.*, 450.

— Ampère-heure-mètre pour courants continus Konigswerther. *Elé.* 16 *Janv.*, 40.

— Les systèmes de mesures (Brylinski). Unités et étalons électriques (Devaux Charbonnel). *Re.* 15 *Janv.*, 29, 31.

Pile Heinz. *Re.* 30 *Déc.*, 468.

Poteaux en fer pour lignes électriques (Viel). *Ie.* 10 *Janv.*, 14.

Redressement électrolytique des courants alternatifs (Schultze). *Re.* 30 *Déc.*, 458.

Régulateur de tension Terril. *Elé.* 9 *Janv.*, 17.

Résistance électrique des métaux alcalins, du gallium et du tellure (Guntz et Bronimewski). *CR.* 28 *Déc.*, 1474.

Sécurité des ouvriers travaillant dans les usines employant l'électricité. Arrêt du 11 juillet 1907, *Re.* 30 *Déc.*, 1474.

Stations centrales de Trollhattan (Suède). *E.* 18 *Déc.*, 816.

— hydroélectriques. Conservation naturelle et artificielle de l'eau pour — (R. Taylor). *Fi. Déc.*, 409. Du Saut-Mortier (Jura). *Cosmos.* 2 *Janv.*, 9. De Great-Falls (Caroline du Nord). *Power.* 5 *Janv.*, 1.

— à vapeur et turbines d'Allentown, Pa. *Power.* 5 *Janv.*, 46.

Télégraphie (et téléphonie) sans fils. Leçons sur — (Fleming). *E.* 18 *Déc.*, 835.

— Récepteurs horizontaux et transmetteurs (Macdonnald). *RSL.* 22 *Déc.*, 394.

Télégraphie. Conférences sur la — (H. Poincarré). *Elé.* 26 *Déc.*, 387.

— dirigeable Bellini Tosi. *See. Déc.*, 707. Turpm. *CR.* 4 *Janv.*, 28.

Téléphone Bell, avec multiples automatiques. *Re.* 30 *Déc.*, 475.

— Récepteur monophonique de grande sensibilité et à note réglable Abraham. *Sie. Déc.*, 703.

Téléphones automatiques dans le service urbain (B. de Wehrenalp). *Re.* 15 *Janv.*, 17.

Transformateurs statiques de la française électrique (Montpellier). *Elé.* 26 *Déc.*, 401.

HYDRAULIQUE

Barrages en terre à noyau d'argile ; leur étanchéité. *Gc.* 26 *Déc.*, 141.

Distributions d'eau en 1908. *E'.* 1er *Janv.*, 4.

Ecoulement de l'eau par orifices circulaires (Gulliver). *E.* 8 *Janv.*, 64.

Forces hydrauliques naturelles et artificielles (R. Taylor). *Fi. Déc.*, 409.

Pompes centrifuges. Équilibrage des poussées (Rœdel). *Power.* 8 *Déc.*, 947.

— — Gwynne pour les égouts de Carlisle. *E.* 8 *Janv.*, 47.

— — Allis et Chalmers. *Power.* 1er *Déc.*, 936.

— — Fielding et Platt. Turbo-pompe de 1 800 chevaux. *E'.* 15 *Déc.*, 677.

— directes à vapeur Weir pour les « pipe lines » de Burma. *E.* 28 *Déc.*, 824.

— Service d'incendies à haute pression de New-York. *E.* 1er *Janv.*, 19.

— à incendies automobile de 100 chevaux Zwicky. *Va.* 9 *Janv.*, 26.

MARINE, NAVIGATION

Canal maritime de la baie de Géorgie (Kerry). *EM. Janv.*, 381.

Compas de grand moment magnétique. Leur compensation (Dunoyer). *CR.* 14 *Déc.*, 1275.

Constructions navales en 1908. *E.* 1er-15 *Janv.*, 24, 74.

Cyclones dans l'Océan indien en 1907 (Samson). *R. mar. Nov.*, 245.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Éducation des mécaniciens de marine. *E.* 25 *Déc.*, 859.
Estuaires et leur traitement (Cunningham). *E.* 18 *Déc.*, 814.
— Effet des marées (Lord Rayleig). *RSL.* 22 *Déc.*, 448.
Gouvernail Fownes. *E'.* 18 *Déc.*, 652.
Hélices pour turbines. *E'.* 15 *Janv.*, 65.
Machines marines quatre cylindres, triple expansion du croiseur *Défense*. *E.* 18 *Déc.*, 835.
— du croiseur siamois *Suriya Monthou*. *E.* 15 *Janv.*, 76.
— à piston (Les). *E.* 18 *Déc.*, 638.
— et turbines. *E'.* 8 *Janv.*, 39.
— Turbines dans la marine de guerre anglaise. *E.* 1er *Janv.*, 19.
Marines de guerre. Attaque et défense du commerce jadis et aujourd'hui. *R. mar. Nov.*, 429.
— américaine (Les mécaniciens dans la). *E'.* 18 *Déc.*, 648.
— Canons de la marine américaine *E'.* 8 *Janv.*, 29.
— Essais comparatifs de 3. Scouts. *R. mar. Nov.*, 403.
— anglaise. Progrès en 1907. *E'.* 25. *Déc.*, 668.
— française. Explosion de canon sur le *Latouche-Tréville*. *E.* 8 *Déc.*, 52.
— Sous-marin italien *Otaria*. *E.* 1er *Janv.*, 12. Autrichiens. *E'.* 8 *Janv.*, 43.
— Fort artificiel pour l'essai des torpilles.
Paquebots Megantic de la White Star. *E'.* 18 *D.* 654.
— *Prinz Friedrich Wilhelm*. *VDI.* 2, *Janv.*, 22.
— *Rathmore* du London and North Western Ry. *E'.* 15 *Janv.*, 55.
Ports et docks de Malte. *E.* 1er-15 *Janv.*, 2, 71.
— de Sharpners. *E'.* 15 *Janv.*, 60.
— et voies navigables en 1908. *E'.* 1er *Janv.*, 3.
Rivières du bassin de la Seine (Bresson). *Re.* 15 *Janv.*, 13.
Sonde électrique Schortau. *EE.* 9 *Janv.*, 52.
Sonneries sous-marines électriques. *E'.* 1er *Janv.*, 4.

MÉCANIQUE GÉNÉRALE

Aéronautique. Problème du vol. *E.* 18 *Déc.*, 832.
— *Aéroplanes* Voisin et Wright (Lanchester). *E'.* 18 *Déc.*, 655. Voisin, expérimenté par Farman et Delagrange. *CR.* 14 *Déc.*, 1272.
— — Danger de chavirement en giration (Bertin). *CR.* 4 *Janv.*, 22.
— — Difficultés de construction des aéroplanes (Chatley). *SA.* 1er *Janv.*, 137.
— — en 1908. *E'.* 1er *Janv.*, 15.
— — Problème du vol (Chatley). *E.* 15 *Janv.*, 86.
— — Vol à la voile. Ses principes (Thouveny). *Cr.* 28 *Déc.*, 1466.
— — Moteurs et transmissions dans les (Bradly et Perry). *EM. Janv.*, 630.
— — Formule de vitesse applicable à la propulsion dans l'air (Berget). *CR.* 11 *Janv.*, 90.
— — Hélices aériennes. Théorie (Wellner). *ZOI.* 18 *Déc.*, 837.
— — — (Action des). *E.* 1er *Janv.*, 11.
— — — Essais au point fixe (Scoble). Insuffisance des méthodes employées pour mesurer leur rendement. *Ge.*, 2 *Janv.* 153.
— — Léonard de Vinci et l'aviation (Ravigneux). *Va.* 26 *Déc.*, 817.
— Ballon (le) à Casablanca (Bienvenue). *Gm. Déc.*, 485.
Air comprimé. Turbo-compresseur Rateau à haute pression, et utilisation des vapeurs d'échappement (Rateau). *Im. Déc.*, 569. *Ru. Nov.*, 137.
— — Compresseur Bury. *Ri.* 2 *Janv.*, 1.
— — Turbo-compresseur pour mines (Hoffmann). *VDI.* 16 *Janv.*, 93.
Butées. Michell. *E.* 18 *Déc.*, 833.
Câbles doublés. *E'.* 15 *Janv.*, 56.
Calcul graphique. Théorie des abaques (Saint-urat). *Technique automobile*. 15 *Déc.*, 180.
— Machine à additionner. *La Nature*. 2 *Janv.*, 78.
Caoutchouc. Machines pour son traitement. *E.* 25 *Déc.*, 850.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chaudières. Production de la vapeur. *E'*. 25 *Déc.*, 675.
— Accidents et explosions en Angleterre. *E.* 1er *Janv.* 18. En Alsace. *SeM.*. *Nov.* 319.
— à tubes d'eau Stoltz. *VDI.* 19 *Déc.*, 2037.
— Cheminée de 150 mètres. *Ri.* 26 *Déc.*, 515.
— Calorimètres de vapeur (Cross). *Power.* 29 *Déc.*, 1076.
— Clapet d'arrêt Hopkinson. *E.* 25 *Déc.*, 870.
— Conduite économique du feu. *Power.* 8 *Déc.*, 955.
— Coups d'eau. *E'.* 8 *Janv.*, 40.
— Épurateur réchauffeur Wright. *E.* 25 *Déc.*, 870.
— Foyer à gaz Muntrer. *Power.* 8 *Déc.*, 973.
— — au pétrole. Leur conduite (Weymouth). *Power.* 22 *Janv.*, 1030. Réglage automatique. *Power.* 29 *Déc.*, 1107.
— Grille automatique Detroit. *Power.* 29 *Déc.*, 1106.
— Inspection des chaudières (Hobart). *Power.* 1er *Déc.*, 913.
— Isolants calorifuge. Leur conductibilité (Nusfelt). *E.* 1er *Janv.*, 1
— Nettoyeur de tubes Roto. *Power.* 5 *Janv.*, 92.
— Purgeur Fleury. *Power.* 8 *Déc.*, 978.
— — Strong (*id.*). 5 *Janv.*, 91.
— *Ricures* (Calcul des graphiques) (Jetter). *Power.* 5 *Janv.*, 30-42.
— Réchauffeur d'alimentation (Bolton). *EM. Janv.*, 645.
— Renforcement des ouvertures. *Power.* 22 *Dec.*, 1035.
— Séparateur d'huile Hoppes. *Power.* 5 *Janv.*, 90
— Soupapes. Cause de rupture des sièges. (Lecornu). *RM. Déc.*, 537.
— Tubes (Essais des). (Vinsonneau). *Ri.* 19-26 *Déc.*, 505, 516; 2-9 *Janv.*, 4, 14.
— Tuyauterie. Joint dilatable Goodby. *E.* 8 *Juin*, 44.
— Valves à tiges vissées, emploi et abus. *Power.* 5 *Janv.*, 10.
Coffres-forts (Les). *La Nature*, 19 *Déc.*, 98.
Compteurs de vapeur (Bendemann). *VDI.* 2 *Janv.*, 13.
Courroies et câbles. Comparaison (Damon). *Power.* 22 *Déc.*, 1066.
Dynamomètre Ringelmann pour moteurs à grande vitesse. *CR.* 11 *Janv.*, 87.
Engrenages à chevrons taillés (M. Koechlin). *SeM. Nov.*, 364.
Embrayages Heywod et Bridge. *E.* 25 *Déc.*, 370.
— Ouvaron. *Ge.* 2 *Janv.*, 156.
— Variable pour machines-outils. *AMA.* 26 *Déc.*, 856.
— Benn Wallace et Hile Shaw, Brown, Didier, Hagmann, Hall, Picard, Murray, Sturtevant, Master, Brown et Sharpe, Michel, Daimler, Hanson, Lake, Fay, Couper et Lindsay, Pfander, Westmacott et Thomas, Shuster et Heinrich Williams Robinson et Townsend, Brown, Japy, Nash, Wands, Clifton, *RM. Déc.*, 584.
Froid. Machines frigorifiques commandées par l'électricité (Lloyd). *Fi. Déc.*, 453.
— Pratique des installations frigorifiques (Ryan). *Power.* 22 *Déc.*, 1041.
Graissage sous pression. *Power.* 5 *Janv.*, 79.
— Pompe Friedmann. *Ge.* 16 *Janv.*, 189.
Imprimerie. Linotype et fonderies de caractères (Legros). *E.* 1er-8 *Janv.*, 28, 59, 90.
Indicateur. American. *Power.* 8 *Déc.*, 977.
— Mécanismes réducteurs. *Power.* 22 *Déc.*,
Levage par électro-aimants. *AMa.* 1er *Janv.*, 904.
— Commandes électriques (Brentenall). *Ri.* 9-16 *Janv.*, 6, 15, 26.
— Ascenseurs à courte course (Harris). *AMa.* 16 *Janv.*, 951.
— — électrique. Calcul graphique des moteurs (Carle). *Power.* 29 *Déc.*, 1087.
— Bigue de 40 tonnes. *Ac. Déc.*, 185.
— Cableways. Emploi dans les forges. *E'.* 18 *Déc.*, 642.
— Chariot transbordeur électrique de 70 tonnes Heywood. *E'.* 8 *Janv.*, 42.
— Cisaille pour manutention des blocs de béton. *Ac. Déc.*, 189.
— Élévateur à grains de Rosario Barbet. *RM. Déc.*, 540.
— Grues flottantes Smulders pour le port de Buenos-Ayres. *Ge.* 19 *Déc.*, 113.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Levage. Grues pivotantes électriques de 30 tonnes Farcot. *Gc.* 9 *Janv.*, 166.
— Palan à engrenages. *Pm. Déc.*, 186.
— Transporteurs pour charbons en Angleterre (Seager). *Power.* 29 *Déc.*, 22.
— — Head Wrigton. *E'.* 18 *Déc.*, 651.
— — pour charbons et minerais (Decros). *Dp.* 19 *Déc.*, 801.
— — pour pierres brisées à la baie de San Francisco. *Eam.* 12 *Déc.*, 1153.
— — électrique pour lingots (Dub). *VDI.* 16 *Janv.*, 81.
— — Temperley. *E.* 8-15 *Janv.*, 37, 74.
— Tambour de treuils. Calcul graphique (Barrett). *AMa.* 9 *Janv.*, 915.
Machines-outils. Ateliers Hersey. Fabrication de compteurs d'eau. *AMa.* 2 *Janv.*, 884; de la fabrique de machines à écrire Undervood (*id.*). 26 *Déc.*, 847.
— — Administration des. Localisation et élimination des pertes (Emerson). *EM. Janv.*, 676.
— — L'outillerie. *AMa.* 26 *Déc.*, 837.
— Clefs. Classification et emploi (Collins). *Power.* 5 *Janv.*, 15.
— Alésoir horizontal Newton. *AMa.* 26 *Déc.*, 871.
— Étau universel Wolfsenberger. *AMa.* 9 *Janv.*, 917.
— Fraiseuse pour rainures Pratt Whitney. *Gc.* 19 *Déc.*, 121.
— — Leblond. *AMa.* 2 *Janv.*, 880.
— — raboteuse Kendal et Gent. *E'* 15 *Janv.*, 68.
— — Fraisage des roues de chaînes. *AMa.* 2 *Janv.*
— — Poupée diviseuse Huré pour les tailles droites et hélicoïdales. *Ri.* 19 *Déc.*, 501, 910.
— Limes (Machines à essayer les) Herbert. *Pm., Déc.*, 190.
— — Fabrication chez Disstor, Philadelphie. *AMa.* 2 *Janv.*, 891.
— Pignons. Machine à tailler Newton pour roues de camion. *Ri.* 19 *Déc.*, 501; 2 *Janv.*, 891.
— Perceuses multiples Langelier. *AMa.* 26 *Déc.*, 846.
Machines-outils. Perceuse électrique Siemens. *AMa.* 9 *Janv.*, 926.
— Poinçons marqueurs, leur fabrication. *AMa.*, 16 *Janv.*, 956.
— Presse à emboutir Borsig. *SuE.* 16 *Déc.*, 1847. *E'. Janv.*, 21.
— — Wood de 500 tonnes. *AMa.* 26 *Déc.*, 873.
— — Grosses presses anglaises. *AMa.* 19 *Déc.*, 513.
— — à estamper Bliss. *Ri.* 26 *Déc.*, 513.
— — (Montages de). *AMa.* 9 *Janv.*, 922.
— Raboteuses rapides Burkton. *E.* 8 *Janv.*, 42.
— — universelles. *AMa.*, 16 *Janv.* 949.
— Roues d'échappement. Machines à tailler Waltham. *AMa.* 26 *Déc.*, 872.
— Soudure électrique (la). *E.* 15 *Janv.*, 69.
— Tour vertical revolver Bullard. *Ama.* 19 *Déc.*, 830.
— — à décolleter, avec dispositif pour parties coniques Bernot-Buronfosse. *Ri.* 9 *Janv.*, 13.
— — à meuler, pour arbres Macdonald. *E.* 25 *Déc.*, 886.
— — à revolver (Travaux de). *E'.* 15 *Janv.*, 62.
— — à charioter Whitcomb Blaisdell. *AMa.* 16 *Janv.*, 978.
— — à pédale universel Mersey. *E.* 15 *Janv.*, 89.
— Tubes sans soudure, fabrication (Muller). *SuE.* 16 *Déc.*, 1839.
— — Outillage pour courbage, etc... des tubes (Bellows). *AMa. Janv.*, 877.
— *à bois*. Moulureuse universelle Ransome. *E.* 1er *Janv.*, 16.
— — Fendeuse pour allume-feux Hell. *E.* 8 *Janv.*, 43.
Mécanique (Principes de la) (Reeve). *E'.* 18-25 *Déc.*, 641, 661.
Moteurs à gaz.
— Chaleurs perdues (Poole). *Power.* 8 *Déc.*, 953.
— (Essais de) (Frash). *Power.* 29 *Déc.*, 1078.
— Westinghouse. *Power.* 8 *Déc.*, 939.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Moteurs à gaz Nuremberg 1200 chevaux. *E'.* 25 *Déc.*, 679.
— Egermann. *VDI.* 19 *Déc.*, 2039.
— Foos vertical. *Power.* 22 *Déc.*, 1065.
— Larier (*id.*), 5 *Janv.*, 88.
— Compression et rendement (Percy). *Power.* 5 *Juillet*, 84.
— Changement de marche Thornycroft, Vickers et Maxim. *RM. Déc.*, 619.
— Distributions à leviers roulants (Holtzer). *VDI.* 19 *Déc.*, 2043.
— Pistons Nuremberg. Cockeril. *RM. Déc.*, 621.
— Prise d'indicateur Bollinckx. *Ri.* 16 *Janv.*, 26.
— *Gazogènes.* Conditions essentielles (Tryon). *Power.* 1er *Déc.*, 909.
— — (Expériences sur les) (Bone). *E.* 18-25 *Déc.*, 837-874.
— — Loomis. Éclairage de Charlotte. *NC. Power.* 22 *Déc.*, 1023.
— — Prix de revient (Baxter). *Power.* 29 *Déc.*, 1097.
— — Crossley et Rugby, Catteau, Rehmann, Daniels, Dowson, George, Sheldon, Lea, Lorin, Letombe, Heinz, Hughes Waldburger, Barmann, Westinghouse, Bellamy, Parker, Bardot, Pierson, Tait, Trump, Taylor, Tonkin et Puplett. Talbot, Wile. *RM. Déc.*, 618.
— *à pétrole.* Évaluation de leur puissance (O. Gorman). *E.* 25 *Déc.*, 852.
— Emploi des hydrocarbures extraits des pétroles, des schistes et de la houille (Grebel). *Gc.* 26 *Déc.*, 136.
— Carburateur Aster. *Va.* 16 *Janv.*, 45.

Moteurs à vapeur.
— Condenseurs marins. *E'.* 18 *Déc.*, 648.
— — à surfaces. *E.* 25 *Déc.*, 860.
— — (Les). Leur emploi économique (Hublard). *Power.* 22 *Déc.*, 1053.
— — capillaire Edwards. *Ri.* 2 *Janv.*, 4.
— Distributions à tiroirs Russell. *Power.* 1er *Déc.*, 899. Ericco (*id.*), 5 *Janv.*, 93.
— — à soupapes Reck. (Ruston). *E.* 1er *Janv.*, 8.
— *Turbines à vapeur.* Résistance élastique des roues (Zahn). *Société d'encouragement de Berlin. Déc.*, 491.
Turbines à vapeur. Développement de la petite turbine (Howard). *EM. Janv.*, 592.
— à basse pression et machines à pistons (Bibbins). *Power.* 5 *Janv.*, 72.
Moteurs solaires Shuman. *Cosmos.* 2 *Janv.*, 5.
Moulins à vent. Statistique en France (Bresson). *Elé.* 16 *Janv.*, 33.
Résistance des matériaux. Constantes élastiques des métaux (Gruneisen). *E.* 18 *Déc.*, 818.
— Tubes chargés en bout. Instabilité (Mallock). *RSL.* 22 *Déc.*, 388.
— Théorie de l'élasticité, principe des efforts (Korn). *CR.* 28 *Déc.*, 1468.
— Essais de dureté Ballantine. *Fi. Déc.*, 417.
— Écrasement des tubes pressés extérieurement (Slocum). *E.* 8 *Janv.*, 35.
Ressorts (Calcul des) (Marchissan, Sainturat). *Technique automobile.* 15 *Déc.*, 177-181.
Tachymètre Simplex. *Va.* 26 *Déc.*, 824.
Textiles. Dispositifs de sûreté pour peigneuses. *E.* 18 *Déc.*, 811.
— Banc à broches pour lin ou jute. Étude cinématique (Borocco). *It.* 15 *Janv.*, 20.
— Machine électromagnétique Turwé à piquer les cartons Jacquart (Lamoitier) (*id.*). 23.
— Fabrication des cordages. Ses principes (Renouard) (*id.*). 26.
Thermodynamique pratique. *E.* 8 *Janv.*, 51.

MÉTALLURGIE

Alliages de cuivre (Milton). *E.* 18 *Déc.*, 831.
— Leur trempe (Bengough et Hudson). *E.* 18 *Déc.*, 830.
— Bronzes phosphorés (Philip). *E.* 18 *Déc.*, 831.
— Gaz occlus dans un laiton complexe au manganèse criblé de soufflures (Guillemin et Delachanal). *CR.* 14 *Déc.*, 1309.
— Cobalt et bismuth (Ducellier). *ScF.* 20 *Janv.*, 61.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Aluminium (Poudre d'). Son analyse (Kohn Abrest). *CR.* 14 *Déc.*, 1293.
— Réduction électrolytique comme expérience de laboratoire (Thompson). *Electrochemical. Janv.*, 26.
— Usines anglaises nouvelles. *Electrochemical. Janv.*, 19.
Fer et acier. Cémentation (Gioletti et Carnevali). *Cs.* 15 *Déc.*, 1154.
— Aciérie Thomas à Burbach. *Gc.* 2 *Janv.*, 149. De Gary. *Eam.* 26 *Déc.*, 1253. Aciéries nouvelles aux États-Unis. *E'.* 18 *Déc.*, 635; 15 *Janv.*, 57.
— Ferro-silicium. Dangers d'empoisonnement par le). *E.* 25 *Déc.*, 851
— Électrosidérurgie. Usine Girod à Ugine. *Electrochemical. Janv.*, 9. Extraction électrolytique du fer Cowper Cowles. *Ie.* 10 *Janv.*, 16.
— — Essais de fonte au four d'induction (Fitz Gerald) (*id.*). 10.
— — Comparaison du four électrique et du haut fourneau (Harden). *Electrochemical. Janv.*, 16.
— Fonderie. Moules en coquille (Leber). *SuE.* 16 *Déc.*, 1849.
— — Systématique et prix de revient (Knoeppell. *EM. Janv.*, 618.
— — Moules métalliques de la Tacony Iron C° pour tuyaux. *Gc.* 26 *Déc.*, 139.
— — Acier coulé (fabrication des pièces en) (Lake). *AMa.* 16 *Janv.*, 962.
— — Casse-fontes (Les). [*Pm. Déc.*, 182.
— — Cubilots. Nouvelle manutention (Ehrardt). *SuE.* 13 *Janv.*, 51.
— — Marche avec coke étonné (Geiger) (*id.*). 63.
— — Machines à mouler Jackmann. *E.* 25 *Déc.*, 854. Hersey. *AMa.* 2 *Janv.*, 884.
— — de croisements de tramways à Manchester. *E'.* 8 *Janv.*, 36.
— Hauts fourneaux. Américains. *E'.* 8 *Janv.*, 34. Allumeur électrique. *Gc.* 26 *Déc.*, 141.
— — Vent sec Gayley. Historique (Raymond). *Eam.* 19 *Déc.*, 1200.
— Laminoirs. Puissance et travail (Ortmann). *SuE.* 6 *Janv.*, 1.
Métallographie microscopique. Son emploi dans les industries françaises (Boyer). *EM. Janv.*, 654.
Or. Cyanuration. Précipitation de la poussière de zinc à Cerro Prieto (Linton). *Cs.* 15 *Déc.*, 1154.
— — dans l'Ouest australien (Selwyn Brown). *EM. Janv.*, 601.

MINES

Cuivre. Mine Fortuna (Bingham). *Eam.* 19 *Déc.*, 1191.
— District de Durktown. *Eam.* 26 *Déc.*, 1237.
— en Norvège. *E.* 1er *Janv.*. 18.
Épuisement. Machines et pompes (Hoffmann). *VDI.* 2 *janv.*, 1.
Explosifs antigrisouteux. Essais du laboratoire de Frameries (François). *Ru. Nov.*, 211.
Extraction. Machines électriques (les) (Hofmann). *VDI.* 9 *Janv.*, 30.
— Dispositif de sûreté Felten et Guillaume. *Elé.* 19 *Déc.*, 396.
Fer. Mines du district de Challanooga. *Eam.* 2 *Janv.*, 1.
Houillères. Explosion de Marcana. *Eam.* 12 *Déc.*, 1162.
— (Accidents des). *Eam.* 12-19 *Déc.*, 1167, 1207.
— Explosions de poussières (Stow). *Eam.* 2 *Janv.*, 17.
— Inflammation des mélanges grisouteux par l'incandescence et par l'étincelle électrique à propos du rapport de la Commission de l'éclairage du district du Nord (Couriot et Meunier). *Im. Déc.*, 597.
— Laveries de charbon au Colorado. *Eam.* 26 *Déc.*, 1248 (Murr).
— Ressources des États-Unis. *La Nature.* 26 *Déc.*, 53.
— Journée de 9 heures dans les charbonnages d'Autriche (Kersten, Deharveng, Kairio, Paquet, Piron). *Ru. Nov.*, 164.
Inde. Ressources minérales. *SA.* 16 *Déc.*, 94; *Cs.* 15 *Déc.*, 1157.
Italie. Industrie minière et métallurgique (Nicou). *Im. Déc.*, 499,
Manganèse. Gisement de Morro da Mina, Brésil. *Eam.* 19 *Déc.*, 1196.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mexique. Mines et main-d'œuvre (Lamb). *Eam.* 26 *Déc.*, 1245.

Minage hydraulique en Californie. *Eam.* 26 *Déc.*, 1257 ; 2 *Janv.*, 23.

Or. Placers. Prospection par perforatrices à la main (Hutchins). *Eam.* 12 *Nov.*, 1141.

— Prospection scientifique pour un nouveau champ d'or (Hill). *Eam.* 12 *Déc.*, 1157.

— Gisement de Camp Alunite, Nevada. *Eam.* 19 *Déc.*, 1203.

Pétrole. Désastre du puits de Dos Bocas. Mexique. *Eam.* 2 *Janv.*, 7.

Perforatrices. Marteaux pneumatiques et le concours de perforatrices du Rand (Chalon). *Im. Déc.*, 457.

Préparation mécanique (la) (Boudouard). *Revue scientifique*. 26 *Déc.*, 801.

Sel. Mines de Slanic (Roumanie). *La Nature*. 2 *Janv.*, 71.

Statistique minérale pour 1908. *Eam.* 9 *Janv.*, 51-141.

Tungstène. Gisement de Cœur d'Alene. *Eam.* 12 *Nov.*, 1146.

Le Gérant : G. Richard.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

SÉANCE GÉNÉRALE DU 22 JANVIER 1909

PRÉSIDENCE DE M. GRUNER

PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

Le fauteuil de la présidence est occupé par M. Gruner, président de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; à ses côtés siégeaient M. le capitaine Nicolardot, MM. Bertin, Livache et Pector, vice-présidents, Hitier et Toulon, secrétaires de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

DISCOURS DE M. GRUNER

PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ

Mesdames et Messieurs,

Une vieille douairière comme l'est notre Société plus que centenaire a, vous le comprenez sans peine, quelques difficultés à trouver chaque année des expressions nouvelles pour vous dire son activité et vous signaler la part qu'elle prend au développement de la vie industrielle de notre pays.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il lui est même, ce qui est plus grave, parfois difficile de discerner avec netteté la voie à suivre pour remplir le rôle qui lui est assigné.

Pendant plus d'un demi-siècle, alors qu'elle était presque seule sur la brèche et que, dans les domaines les plus divers, vos prédécesseurs se trouvaient placés aux avant-postes, il lui était assez facile, grâce à la haute perspicacité des hommes qui présidaient à ses destinées, de rendre des services effectifs et parfois brillants.

Avec les progrès de la science, les sociétés et revues spéciales devenaient une nécessité; nous aurions eu mauvaise grâce de le méconnaître. Bien au contraire, nombreuses sont les associations dont les premiers pas ont été soutenus par nous, dont les promoteurs ont été des nôtres.

Telle est la vie : elle est un éternel recommencement, et, sans cesse, nous devons nous demander l'œuvre nouvelle par laquelle notre Société pourra se rendre utile.

Une année, notre attention s'est portée sur l'unification des filetages; une autre année, ce sont les alliages métalliques que nous avons cherché à faire étudier; ce sont les combustibles dont nous faisions rechercher méthodiquement les chaleurs de combustion. Nous devons nous arrêter dans cette revue du passé; car nous ne saurions énumérer tous les domaines divers que vous avez fait explorer par de savants collaborateurs.

Dans l'année qui finit, plusieurs travaux de cette nature se sont poursuivis sous la haute direction de vos Comités; c'est ainsi que M. Abt est allé étudier en Angleterre, et continue maintenant en Autriche, l'étude des fermentations dans l'industrie de la tannerie; que M. Wologdine a poursuivi de minutieuses recherches, dont il doit avant peu nous rendre compte, sur la conductibilité thermique des matériaux réfractaires et sur leur perméabilité aux gaz; que M. Damour a entrepris des recherches méthodiques sur la fixation de l'azote existant dans les gadoues et sur le moyen de tirer un parti convenable de cette richesse; que M. Frémont a cherché à élucider les effets du poinçonnage appliqué aux métaux.

Ce sont les cuirs qu'étudie avec votre concours M. le capitaine Nicolardot, dont vous allez applaudir le vivant tableau de l'activité scientifique du colonel Caron.

C'est la question de la nitrification artificielle, si essentielle pour l'avenir

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de nos campagnes, que votre Comité d'Agriculture a mis depuis plusieurs années à l'étude.

Et dans un moment comme celui-ci où l'imagination populaire est passionnée pour l'aviation, où tant de chercheurs s'attachent à réaliser la navigation aérienne, il nous a paru qu'il conviendrait de dégager les principes de cette science nouvelle du vol des plus lourds que l'air.

Alors que c'est en France qu'ont été réalisées ces belles envolées qui permettent de si vastes espérances, n'était-ce pas aussi à la France de créer le premier cours scientifique d'aviation? Nous l'avons pensé, et le commandant Renard a bien voulu mettre à profit sa science et son expérience d'ingénieur pour donner dans cette salle une série de leçons. Nous eussions voulu en écarter les parois, à la première leçon jeudi dernier, pour faire place à tous ceux qu'attire cette science nouvelle.

L'automobilisme a été une industrie essentiellement française à l'origine. Travaillons à faire aussi de la construction des aéroplanes, de leurs puissants moteurs, de leurs légères ossatures, une industrie nationale; nous aurons ainsi une fois de plus tendu vers le but que nous assignaient nos précurseurs.

N'avons-nous pas tous le pénible sentiment que d'autres peuples savent mieux que le nôtre recueillir cet ensemble de données économiques qui aident au succès dans la lutte pour la vie? C'est cette pensée qui a conduit votre Comité du Commerce à faire appel aux grands groupements syndicaux de France et à leur demander d'étudier en commun la question de l'organisation d'un corps d'attachés commerciaux dans les principaux pays industriels du monde. Nous aurons, croyons-nous, fait œuvre utile en contribuant au vote par lequel le Parlement institue, à titre d'essai, quelques postes d'attachés commerciaux. C'est un modeste commencement, mais les résultats obtenus par d'autres pays donnent à penser que notre industrie nationale peut beaucoup gagner, en utilisant de tels concours, à se renseigner sur ce qui se fait au dehors.

Est-ce principalement au moyen d'agents officiels qu'elle doit rechercher à recueillir cet ensemble de données nécessaires? Nous ne le croyons pas; car dans ce domaine, comme en tant d'autres, il est indubitable que de l'initiative privée dépend surtout le succès. Les attachés commerciaux peuvent aider à recueillir des données utiles; c'est aux industriels groupés en associations à travailler dans ce même but.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C'est aux solides bataillons de collaborateurs fidèles et dévoués qui ont vieilli dans les maisons dont ils sont fiers de se sentir les plus fermes soutiens, que notre industrie doit beaucoup de sa réputation. Vous saluerez avec une respectueuse et chaude sympathie ces travailleurs, les uns devenus chefs, les autres à peine sortis du rang, que nous allons appeler tout à l'heure à recevoir des médailles et des diplômes justement appréciés.

L'ingéniosité des inventeurs nous apparaît chaque année plus variée et vos Comités ont quelque peine à se décider entre les nouveautés qui défilent devant eux, pour faire choix de ceux qui répondent le mieux aux intentions des fondateurs de prix et médailles. Entre tous ceux dont nous proclamerons tout à l'heure les noms et les mérites, nous n'en citerons que quelques-uns.

Les services qu'a déjà rendus et qu'est appelé à rendre le béton armé sont assez incontestés pour que notre Société n'ait pas hésité à partager le prix Baudes entre l'un des précurseurs, M. Coignet, et le savant ingénieur, M. Considère, qui a fait de ce mode de construction la théorie la plus satisfaisante. L'application de ce genre de construction aux hautes cheminées d'usines nous a paru aussi digne d'être distinguée et récompensée.

Pour la seconde fois notre Société est heureuse de décerner le prix Melsens au docteur Gréhant, au savant physiologiste qui débutait, il y a quelque quarante-trois ans, comme préparateur de Claude Bernard et que l'Académie de médecine a appelé à siéger dans son sein comme consécration de ses multiples travaux si précis et si utiles.

Au moment où l'un de ceux qui furent à plusieurs reprises lauréats de notre Société, où le collaborateur ingénieux de tant d'inventeurs, inventeur lui-même en diverses circonstances, M. Ducretet, après trente-cinq années de labeur infatigable, se prépare à prendre un repos bien mérité, notre Société a voulu, par la remise d'une grande médaille d'or, parler au nom de tous ceux qui ont apprécié cette carrière si utile au progrès des sciences dans notre pays.

C'est avec regret que je dois renoncer à caractériser moi-même devant vous les mérites de chacun de nos lauréats, mais je ne saurais m'asseoir sans saluer respectueusement celui qui est appelé à recevoir votre grande médaille à l'effigie de Prony.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'an dernier, en remettant sa grande médaille à la Société industrielle de Mulhouse, notre Société avait témoigné en quelle haute estime elle tient cette association, véritable foyer de la vie scientifique de cette grande cité industrielle, où filature, tissage, teinture, construction mécanique, art industriel, n'ont cessé depuis près d'un siècle de progresser plus qu'en nul autre pays.

C'est aujourd'hui à un ingénieur qui a fait toute sa carrière dans cette Alsace que tant de liens rattachent toujours plus intimement à la France, c'est à celui qui fut pendant de longues années l'un des éminents directeurs de la Société alsacienne de constructions mécaniques, c'est à M. de Glehn que votre Société va dans quelques instants remettre la grande médaille à l'effigie de Prony qu'elle décerne tous les cinq ans à celui dont le nom est attaché aux plus remarquables progrès réalisés dans l'art mécanique pendant cette période.

M. de Glehn, en réalisant ce beau type de locomotive Compound dont notre collègue Sauvage va, en quelques mots, vous caractériser rapidement l'incontestable supériorité sur tous les types antérieurs, s'est montré justement digne de prendre rang à côté des précédents titulaires de cette médaille :

A côté de Henry Giffard que vous récompensiez, il y a quelque trente ans, pour la découverte de cet injecteur dont le principe semblait un défi aux théories scientifiques du temps et qui cependant donnait aux locomotives l'appareil resté depuis lors le plus parfait organe d'alimentation ;

A côté de Farcot, l'éminent constructeur de Saint-Ouen, dont les machines sont demeurées si longtemps des modèles par leurs dispositions générales comme par la perfection de leur exécution ;

A côté de Frey, l'ingénieux inventeur et constructeur de ces nombreuses machines qui seules ont permis de réaliser économiquement, en séries, des pièces et organes interchangeables, tous exécutés avec une minutieuse perfection, pour la fabrication des wagons et voitures ;

A côté de Kreutzberger auquel la défense nationale doit l'outillage si

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

parfait et si divers nécessaire à l'exécution rapide de toutes les pièces des fusils et canons actuellement en service ;

A côté de Steinlen, qui pendant tant d'années a fait, par son action personnelle, la réputation de la maison Ducommun, de Mulhouse, devenue plus tard Steinlen et Cie.

Steinlen et de Glehn ont tous deux grandi en Alsace ; tous deux ont été des collaborateurs de cette Société industrielle de Mulhouse, dont vous acclamiez, il y a un an, à cette place, quelques-uns des plus dignes représentants.

Nous sommes heureux, en inscrivant le nom de Glehn au rang des lauréats de notre grande médaille, de rendre une fois de plus hommage à cette phalange d'ingénieurs et d'industriels alsaciens, les uns restés par delà la frontière nouvelle, les autres installés sur le versant méridional des Vosges, à Belfort, à Épinal, à Lunéville, en tant de modestes villages qu'ils ont transformés en riches centres industriels, mais principalement dans cette belle ville de Nancy qui s'apprête à nous montrer dans quelques semaines ce que trente années de persévérants efforts ont fait de cette région, hier encore purement agricole.

Je ne saurais finir sans saluer avec émotion la mémoire des collègues aimés dont la perte se fera longtemps sentir parmi nous :

Mascart, l'un de nos plus actifs et dévoués présidents, l'éminent physicien et météorologiste, dont le nom faisait autorité à l'Académie ;

Henri Becquerel, le fils de notre ancien président, qui était enlevé dans la force de l'âge, au moment où l'Institut venait de l'appeler aux hautes et délicates fonctions de secrétaire perpétuel ;

Hector Biver, l'actif et distingué administrateur de Saint-Gobain qui, pendant tant d'années, siégea à notre Comité des Arts chimiques ;

Canet, dont le nom est glorieusement lié à la création des canons à tir rapide ;

De Bovet, dont l'activité infatigable fit apprécier la science française

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au Brésil, en Russie, en Autriche, où tour à tour il se distingua comme professeur, comme ingénieur des mines et comme ingénieur hydraulicien;

Et tant d'autres ingénieurs et industriels dont nous avons déploré la perte au cours de nos séances mensuelles.

Tant de vides pourraient, avec raison, nous faire regarder en avant avec quelque appréhension, et ce qui pourrait, à plus juste titre encore, nous inquiéter, c'est le développement autour de nous de tant d'idées utopistes et de ferments de discorde. Mais quand nous regardons en arrière et que nous voyons de quelles épreuves notre pays a triomphé, quand nous savons quelles réserves de force morale et de bon sens sont là-bas dans nos provinces, si diverses de tendances et de mœurs, si fortement attachées aux idées d'ordre et d'économie, nous nous ressaisissons, certains que notre grand peuple de France saura toujours, en fin de compte, discerner le juste, le réalisable, dans les revendications qu'on lui présente, et assurer, dans l'avenir comme dans le passé, la grandeur de notre patrie.

M. le Président donne la parole à M. le capitaine **Nicolardot** pour sa conférence sur l'*Œuvre du lieutenant-colonel* **Caron**.

L'ŒUVRE DU Lt-COLONEL **Caron**, par **M. le capitaine Nicolardot**.

MESDAMES, MESSIEURS,

En prenant la parole ici pour la première fois, je tiens à remercier le Conseil de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale du grand honneur qu'il m'a fait en me confiant le soin de tirer de l'oubli l'œuvre du lieutenant-colonel Caron, l'un de mes prédécesseurs au laboratoire de la Section technique de l'artillerie.

Caron (Henri-Louis-Maurice) naquit à Beauvais, le 17 décembre 1823. Il entra en 1841 à l'École polytechnique après de fortes études scientifiques et, à la sortie de l'École, il opta pour la carrière militaire, malgré son caractère indépendant et sa constitution délicate.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sous-lieutenant-élève d'artillerie à Metz, puis lieutenant en second au 6e régiment d'artillerie, alors en garnison à Vincennes, il revient à Metz avec son régiment qui, dans l'intervalle, avait tenu garnison à la Fère. Il est alors chargé d'exécuter une partie des projets d'ateliers et de magasins pour la nouvelle poudrerie que l'on voulait installer à Metz.

Promu capitaine en second le 6 mai 1853, il ne reste que quelques mois à la manufacture d'armes de Châtellerault, et, le 8 avril 1854, il est détaché au dépôt central de l'artillerie à Saint-Thomas-d'Aquin comme adjoint au directeur du laboratoire de chimie. Il ne devait plus quitter le Dépôt central qu'à sa mort.

Dès son arrivée à Paris, Caron cherche à se rapprocher des savants et, dans le laboratoire de l'École Normale, qu'illustrait alors Henri Sainte-Claire Deville, il trouve le meilleur accueil. Le grand chimiste dont la bienveillance était si connue, apprécia toutes les qualités du jeune capitaine et le prit bientôt comme collaborateur; à partir du jour où Caron franchit le seuil du laboratoire de la rue d'Ulm, il devint et il resta l'ami de Sainte-Claire Deville.

Il apportait, d'ailleurs, dans ce milieu que fréquentaient les plus grands chimistes du monde entier, l'entrain et la gaîté qui lui étaient si naturels. Tous ceux qui l'ont connu se plaisent à répéter combien il était spirituel et jovial; dans ces déjeuners simples et frugaux du dimanche, où les savants dont les travaux ont porté si haut le renom de la chimie française, s'abandonnaient à la plus cordiale familiarité, Caron semait les bons mots et les traits d'esprit. Après le déjeuner, commençait la réception, où tous étaient alors admis. Les invités se tenaient, les uns debout, les autres assis sur les sièges les plus étranges. Chacun parlait de ses recherches. Les expériences curieuses ou nouvelles étaient reproduites. Enfin tous discutaient les questions passionnantes de la chimie. Et là, au milieu d'eux, la pipe à la bouche, revêtu de son tablier dans la poche duquel se rencontraient pêle-mêle les objets les plus disparates, le plus simple de tous, heureux de la joie qu'il voyait chez ses hôtes, Henri Sainte-Claire Deville conduisait avec bienveillance la discussion et l'animait par ses boutades et ses questions quelque peu déconcertantes, comme la comparaison de l'os et du chien, pour définir l'affinité. Tous sortaient de ces entretiens contents d'eux-mêmes.

C'est là que Caron apprit à connaître Wœhler, Debray, Boussingault, de Sénarmont, MM. Troost, Grandeau, Gernez, Baubigny et tant d'autres;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

durant plus de quatre années, il vint, pendant ses loisirs, travailler assidûment au laboratoire de l'École Normale. Il y apportait, avec sa gaieté, ses idées ingénieuses. Plus tard il dota le laboratoire de la rue d'Ulm des

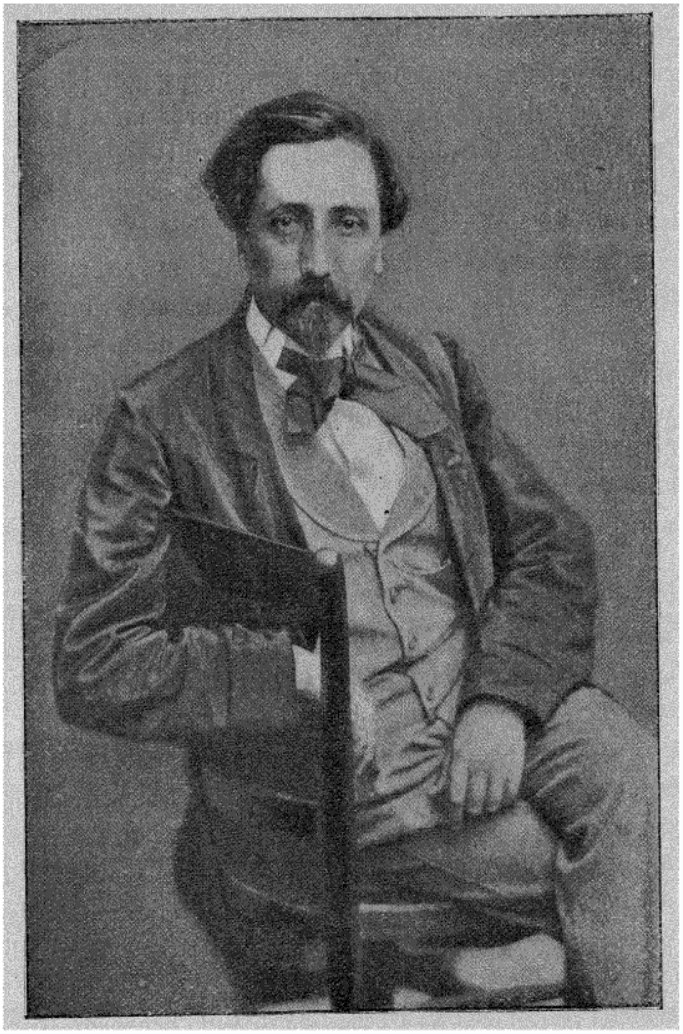


Fig. 1. — Le lieutenant-colonel *Caron*, d'après une photographie de 1867.

creusets et des instruments très réfractaires que, le premier, il réussit à préparer. Bien des méthodes analytiques qui prirent naissance rue d'Ulm sont dues à Caron et ses recherches, exposées avec humour, en inspirèrent d'autres fort intéressantes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Grâce à la bienveillance de Sainte-Claire Deville, Caron avait obtenu l'appui du colonel Favé. Comme on le sait, cet officier était venu quelques années auparavant, sur l'ordre de l'Empereur, trouver le grand chimiste, au moment où celui-ci isolait l'aluminium, lui apportant l'appui et les fonds nécessaires à ses recherches.

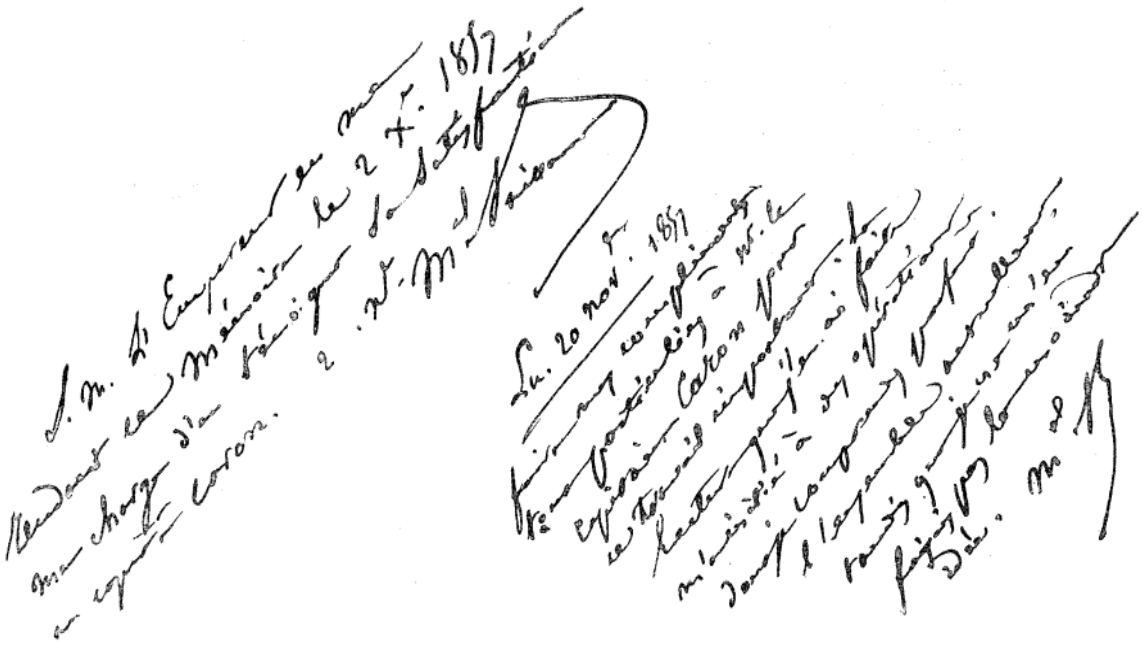
Voici dans quelles circonstances Caron sut acquérir la confiance du maréchal Vaillant. On cherchait alors à améliorer le métal des canons, le bronze n'étant pas assez résistant. On ne pouvait songer à employer la fonte. Quant à l'acier, c'est à peine si on savait alors le préparer en France en grandes quantités. L'acier fondu, l'acier anglais comme on l'appelait, avait cependant grande réputation, mais il coûtait extrêmement cher. C'est alors que dans le bassin de la Ruhr, à Essen, des essais furent entrepris par un certain Krupp, qui poursuivit avec ténacité la solution du problème. Il mourut à la peine, presque ruiné; mais il laissait à son fils Frédéric l'œuvre achevée. A partir de ce jour commença la prospérité de cette maison, si connue aujourd'hui. Dès 1844, elle proposa au gouvernement français de fabriquer à ses frais un obusier de montagne en acier fondu et forgé d'après son procédé. La proposition se terminait par la phrase suivante : « Frappé des grands avantages qui résulteraient, dans la suite, de l'emploi de l'acier fondu pour les armes de guerre, M. Krupp s'est déterminé à appliquer son procédé à la fabrication des bouches à feu et *nous désirerions que la France fût la première nation qui fît usage de cette belle et utile découverte.* »

Cette offre fut accueillie, mais ne reçut pas de suite et ce ne fut qu'après l'Exposition de 1855, où les produits de la maison Krupp furent remarqués et sur la proposition du général Morin que l'on demanda à Krupp de fabriquer un obusier en acier fondu. Les essais exécutés à Strasbourg et à Vincennes avec cette pièce furent tellement brillants que l'on se préoccupa, avec juste raison, d'établir en France une fabrication analogue.

Les usines Petin-Gaudet à Rive-de-Gier eurent l'honneur de la première commande et ce fut au capitaine Caron que fut confiée la mission d'aller examiner la fabrication des canons avec l'acier au creuset.

Le jeune capitaine s'acquitta si bien de sa tâche que le maréchal Vaillant inscrivit de sa main les deux mentions suivantes sur le mémoire de Caron ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



A la fin de cette même année, le 30 décembre 1857, Caron était nommé à la première classe de son grade. L'année suivante, il épousait Mlle Marie Langlois, dont il eut trois enfants, et de cette année date aussi son premier mémoire personnel.

Il termine d'ailleurs par une phrase d'une exquise modestie :

« Ces recherches ont été faites dans le laboratoire de M. H. Sainte-Claire Deville. Avec sa bienveillance si connue, il a bien voulu constater avec moi les résultats et me permettre ainsi de les livrer en toute assurance à l'examen des chimistes (1). »

Ce travail est le dernier que Caron ait exécuté à l'École Normale ; en 1858, il est appelé à diriger le laboratoire de chimie du Dépôt central, fort modestement installé dans l'angle sud-ouest de la cour Gribeauval.

Mais il aimait à revenir dans le laboratoire où il avait appris à devenir un maître ; et tous les dimanches il reprenait le chemin de la rue d'Ulm. Sa nature enthousiaste ne pouvait rester indifférente devant l'exposé chaleureux que chaque hôte de Sainte-Claire Deville savait faire de ses tra-

(1) *C. R.*, t. LXV, p. 440, 1858.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vaux; il voulait lui aussi s'occuper du vanadium, du titane, du fluor et même du césium et du rubidium, comme son ami intime M. Grandeau.

Le 18 août 1861, il écrit, en effet, à M. Grandeau pour lui demander les propriétés des nitrates, des chlorures et des divers sels alcalins, afin de traiter les eaux mères provenant du raffinage du salpêtre brut. Il y avait trouvé du césium et du rubidium en quantités notables et, en signalant le fait à son ami, qui avait étudié ces deux métaux, il lui demande des conseils. Dans l'intervalle il étudie les minerais de zircone et de tungstène. Avec la même prescience qui le conduisit à préconiser l'emploi du vanadium et du tungstène, le premier pour améliorer l'acier, le second pour préparer des aciers à outils, il songea à améliorer les aciers à aimants par l'addition de tungstène. Alors que les autres découvertes ont été publiées par Caron ou par Sainte-Claire Deville, cette dernière seule est restée inédite. Il en parle à son ami M. Grandeau dans une lettre écrite en 1863, précisément au moment où il venait de terminer ses travaux sur l'emploi du wolfram pour l'amélioration du bronze, de la fonte et de l'acier.

Je m'occupe beaucoup en ce moment
de la question des aimants que l'on m'a dit
être fort importante; je pense arriver bientôt
à une solution très satisfaisante. Je
suis déjà arrivé à fournir un aimant de
300 k. portant plus de 22 fois son poids
et j'ai tout lieu de croire que je pourrai
obtenir la même chose avec de gros aimants
de 10 à 15 kilos qui généralement ne
portent que 4 à 5 fois leur poids et quelque
fois 6 au maximum. Malheureusement
la question est très longue à traiter parce que
les expériences durent quinze jours chacune
je n'puis en faire plusieurs à la fois.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Grâce au maréchal Vaillant et au colonel Favé, Caron fut bientôt apprécié par l'empereur Napoléon III, qui aimait à le consulter sur les questions scientifiques. Très modeste, Caron ne cherchait pas à tirer parti pour lui de la confiance que lui témoignait l'Empereur et il n'en usait que pour ses amis, alors même que leurs opinions politiques pouvaient l'exposer à des désagréments. Le fait suivant, tout à son honneur, mérite d'être rapporté. Quand il fut conduit à s'occuper de l'éclairage par la lumière oxhydrique, la nécessité de préparer l'oxygène à bon marché l'amena à entrer en relations avec Tessié du Motay et à apprécier sa haute valeur. Or, Tessié du Motay était un condamné politique mort civilement. Ses opinions républicaines l'avaient en effet si bien signalé à l'attention, qu'il dut, au 2 décembre, pour se soustraire aux poursuites, prendre le costume d'un employé d'Isaac Pereire, qui favorisa ainsi sa fuite, après l'avoir caché toute une nuit. Quelques années plus tard, Tessié du Motay, désireux de ne plus être inquiété pour ses opinions, pria Caron de solliciter une audience de Napoléon III. N'écoutant que son amitié, Caron la demanda et l'obtint. Mais en présentant Tessié du Motay, il ne put s'empêcher de dire avec sa bonne humeur : « Sire, je vous présente un farouche républicain. » Napoléon III sourit, tendit la main à Tessié du Motay, qui put travailler, à partir de ce jour, en toute liberté.

Caron souffrait de plus en plus cruellement de l'asthme qui, déjà quand il était à l'École polytechnique, l'avait obligé à passer de longues nuits assis à côté de son lit. Il essayait de calmer la douleur en fumant des cigarettes de datura ; mais les nuits d'insomnie, l'oppression de chaque instant n'arrivaient pas à briser son énergie. Il travaillait sans cesse.

Il quitte son appartement de la rue du Bac pour habiter à Passy, 50, rue du Ranelagh et, afin de donner à sa famille plus d'air et l'agrément d'un jardin, il s'impose la fatigue d'un long trajet. Rentré chez lui, il sait oublier la fatigue pour devenir tantôt le plus fin et le plus aimable causeur, tantôt le compagnon de jeu de ses petits enfants.

A ce moment, vers 1867, Caron se trouve à l'apogée de sa carrière. Promu chef d'escadron le 19 avril 1867, il voit son mémoire sur la constitution des aciers, couronné par l'Académie royale de Belgique avec les appréciations les plus flatteuses.

Stas s'exprimait ainsi : « Le mémoire n° 2 est une œuvre des plus remarquables, dans laquelle l'auteur retrace, avec un talent et une lucidité rares, l'état actuel de nos connaissances sur l'acier. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le roi des Belges lui décerne la croix d'officier de l'ordre de Léopold; l'année précédente, il avait été nommé chevalier de l'ordre des Saints-Maurice et Lazare. Deux témoignages de satisfaction lui avaient été décernés par le Ministre de la Guerre, dont l'un, comme nous l'avons vu, sur l'ordre même de l'Empereur et, depuis le 9 mai 1860, il était chevalier de la Légion d'honneur.

L'Académie des Sciences avait bien voulu, elle aussi, encourager les travaux de Caron et répondre à une demande que lui avait adressée le savant artilleur. Et même, deux ans plus tard, elle accueillait favorablement sa candidature pour le siège laissé vacant par Dumas dans la section de chimie. Caron fut présenté en compagnie de maîtres autorisés qui ont illustré ou illustrent encore l'Institut : Cahours, Debray, Friedel, Schützenberger, MM. Troost et Armand Gautier.

Caron avait en effet fondé à cette époque la chimie métallurgique ; à côté du problème de chimie pure se posait toujours celui de l'application. Il sut apporter dans l'étude de la chimie appliquée à la métallurgie et à l'éclairage la même rigueur que dans ses recherches de science pure et, pour cela, son œuvre sera féconde. S'il ne fut pas compris par la masse des métallurgistes, c'est qu'il était un précurseur; s'il n'a pas résolu tous les grands problèmes, qui d'ailleurs sont à peine élucidés complètement aujourd'hui : étude des aciers, épuration, amélioration, trempe, influence des divers métaux, il a tracé la marche à suivre et il a surtout réalisé ce chef-d'œuvre de logique scientifique, la théorie de la cémentation. Caron était un grand métallurgiste parce qu'il était un grand chimiste.

A son œuvre entière peut s'appliquer la belle devise sous laquelle il présenta son mémoire à l'Académie de Belgique : *Citius emergit veritas ex errore quam ex confusione*. Caron était un esprit généralisateur.

Caron était en droit d'espérer que sa carrière serait glorieuse. Il comptait au nombre des plus grands techniciens de l'artillerie et son nom méritait d'être inscrit à côté de ceux de Drouot, Didion, Eblé, Treuille de Beaulieu.

Vint l'année terrible. Après les journées néfastes de Metz, on se prépare à Paris à recevoir les Allemands. Caron est chargé d'assurer une partie du ravitaillement en munitions. Dès le mois de juillet, après avoir éloigné sa famille sur les conseils pressants de Boussingault, il installe à Montrouge une fabrique de gargousses; il indique les moyens de protéger efficacement contre l'incendie l'entrepôt d'alcool de Bercy. Le 8 décembre 1870, il

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est promu lieutenant-colonel et chargé de diriger la cartoucherie installée dans la manufacture de tabacs au quai d'Orsay. Le directeur était M. Schlœsing, son camarade de promotion. Caron lui confie la fonte des balles; avec d'autres collaborateurs, il installe de vastes ateliers pour la préparation et la confection des munitions et des artifices nécessaires à l'armement des forts et aux troupes de la défense. En cinq mois, ces ateliers purent réparer plus de 80 000 armes, approvisionner de pièces de rechange tous les corps de la garnison et confectionner près de 20 millions de cartouches de divers modèles. Afin d'aider ses collaborateurs à supporter les privations du siège, il mettait en commun les rations de viande auxquelles lui donnait droit son grade et, grâce à ses provisions, M. Schlœsing put jusqu'à la fin du siège nourrir ses hôtes.

Malgré son énergie, Caron avait beaucoup souffert pendant ces cinq mois. Séparé de sa famille, obligé de quitter son cher laboratoire, Caron avait vu sa patrie abaissée; il eut la douleur ensuite de voir tous ses efforts rendus stériles. Au moment où la France commençait à se réorganiser grâce au concours de toutes les bonnes volontés, Caron, qui pouvait plus que bien d'autres contribuer au relèvement de son pays, qui avait toujours su faire tout son devoir, se vit écarter de tout honneur et, ce qui lui fut plus sensible, refuser les crédits nécessaires pour ses travaux. Il connut la plus grande peine qui puisse atteindre un savant. Aussi son œuvre est-elle presque terminée avant 1870; trois notes sur les soufflures de l'acier et sur la régénération de l'acier brûlé sont l'œuvre des six dernières années de sa vie, alors que les treize années précédentes avaient été si bien remplies.

Caron essaie de lutter, il lance un dernier appel à l'Académie des Sciences, dans ces phrases éloquemment tristes :

« J'ai pensé que des recherches à cet égard pourraient être utiles et intéressantes. Je les ai commencées; malheureusement, des réformes économiques, dont l'appréciation m'est interdite, ont arrêté mes expériences déjà avancées. Si l'Académie daignait s'intéresser à mes travaux, je pourrais, je l'espère, compléter prochainement cette communication. »

L'Académie répondit à son appel et Caron put continuer ce travail; mais ce fut la fin de sa carrière scientifique. Le 23 mai 1876, s'éteignait le grand savant, l'homme désintéressé et modeste, après avoir longtemps souffert d'une maladie de cœur que son ardeur pour le travail lui avait fait trop négliger.

De l'œuvre considérable de Caron, je ne veux ici vous exposer que les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

résultats de ses recherches relatives à la cémentation et à l'éclairage par incandescence.

La cémentation, qui, de nos jours, est l'opération métallurgique la plus fréquemment exécutée consiste à transformer en acier dur la partie extérieure de pièces en acier doux ou en fer, dont le noyau doit rester malléable; autrefois, elle servait en outre à préparer les meilleurs aciers.

Mais si en pratique on savait cémenter, nul n'avait établi la théorie de la cémentation qui, pour savants et métallurgistes, était une opération « mystérieuse encore inexpliquée ».

Dès 1860, Caron en établit la théorie complète dans une note très courte (1) avec une logique et une rigueur scientifiques qui resteront toujours comme un modèle. Caron affirme en effet que le composé qui cède son charbon au fer pour le transformer en acier est :

1° Un composé gazeux;

2° Un cyanure alcalin ou alcalino-terreux.

Dans un tube de porcelaine vernissée, il glisse au milieu de petits morceaux de charbon de bois, d'un centimètre cube environ, une barre de fer, et la chauffe au rouge à l'aide d'un feu de coke. Après deux heures de chauffe, il retire la barre et la trempe. Une série d'essais lui montre qu'aucun des gaz susceptibles d'être employés ou de prendre naissance dans les réactions métallurgiques ne cémente le fer : hydrogène, oxyde de carbone, air, azote, hydrogène carboné pur, acide carbonique. Dans certains cas et par endroits seulement, le fer acquérait une dureté superficielle que Caron n'hésite pas à attribuer à des impuretés du gaz, du charbon ou du fer, au lieu de s'entêter dans l'étude d'un problème insoluble.

Bien différente est l'action du gaz ammoniac sec. Après un essai de deux heures, la barre trempée présenta une cémentation régulière sur une profondeur de deux millimètres. Caron interprète aussitôt le phénomène, non pas en attribuant à l'azote les propriétés que Fremy lui reconnaissait, mais en supposant que l'ammoniac avait réagi au rouge sur le charbon pour former un cyanure qui, à son tour, cédait son carbone au fer et le transformait ainsi en acier.

Caron généralise aussitôt son observation et cherche à étudier l'action des autres cyanures alcalins. En imbibant les charbons de carbonate de potasse ou de soude, il constate qu'il y a encore une cémentation magni-

(1) C. R., t. L, p. 364, 1860.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fique et profonde en présence de l'azote atmosphérique. Poursuivant son étude des cyanures, il est conduit à essayer les terres, baryte, chaux et strontiane et les oxydes d'aluminium et de magnésie. Alors que tous pouvaient cémenter, la chaux, l'alumine et la magnésie restaient inertes, et, dans ce fait, Caron trouve une première confirmation de son hypothèse.

Ses études antérieures sur la préparation des cyanures lui avaient en effet permis de constater qu'au rouge le cyanure d'ammonium réagissait sur les alcalis mélangés de charbon, sur la baryte et sur la strontiane, pour former les cyanures correspondants, alors que dans les mêmes conditions il était impossible d'obtenir les cyanures de calcium, d'aluminium ou de magnésium.

Non content d'avoir établi la théorie de la cémentation, Caron cherche quel est le meilleur cément. Le cyanure d'ammonium, qui se dissocie facilement, cède trop vite son charbon au fer sous l'action de la chaleur et peut même le transformer à la longue en fonte. Avec le cyanure de potassium, il est difficile d'obtenir de la fonte. Le cyanure de baryum, moins décomposable, sera la matière aciérante la plus convenable.

Dès lors, quand on voudra obtenir une cémentation superficielle, il conviendra d'opérer avec les sels ammoniacaux ; au contraire pour réaliser une cémentation profonde sans altérer le noyau de fer par une chauffe prolongée, il faudra se servir du cément au carbonate de baryte qui permet d'opérer à une température beaucoup plus élevée et de ne pas prolonger l'opération longtemps.

Caron avait en effet observé que le carbone se diffusait d'autant plus dans le fer que la température était plus élevée. Ce résultat était conforme aux observations de Graham sur la diffusion des sels. Caron propose alors le cément qui, de nos jours encore, est considéré comme le meilleur et qui est formé de charbon et de carbonate de baryte naturel pulvérisés et mélangés dans la proportion de trois parties de charbon pour une partie de carbonate de baryte naturel. Ce cément presque inusable permet de réaliser la cémentation continue, que l'on avait cherché en vain à obtenir pour préparer l'acier en grandes quantités.

Mais le rôle de l'azote, si bien expliqué par Caron, était interprété de tout autre manière par Frémy, qui reprenait, pour son compte, l'opinion émise puis abandonnée par Schaffhaütl. Frémy soutenait en effet que l'acier était un azotocarbure de fer et non du fer simplement carburé. Saunderson, dans un mémoire paru en 1859, quelques mois avant la note

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de Caron, affirmait que le charbon, l'oxyde de carbone, l'ammoniaque, l'éthylène *purs et isolés* sont impropres à la fabrication de l'acier et que, pour cémenter, il fallait faire intervenir à la fois l'ammoniaque et le gaz oléfiant ; il ajoutait que si l'on n'avait pas su retrouver l'azote dans l'acier, il fallait attribuer ce fait à la maladresse des opérateurs ou à des idées préconçues. Caron ne pouvait qu'admettre la dernière partie des conclusions de Saunderson qui était conforme à ses propres observations, mais il attribuait l'action de l'ammoniaque, qui, en présence d'éthylène, cémentait le fer, à la formation d'un cyanure et non à une combinaison de l'azote avec le fer.

Fidèle à sa méthode, Caron cherche en effet à établir qu'il est possible de cémenter sans azote et il y arrive au moyen du gaz des marais, contrairement aux observations de Frémy. Il rappelle à propos de ces recherches que Mac Intosh établit en Angleterre la fabrication de l'acier au moyen du gaz d'éclairage. Höchstatter devait, à la même époque, cémenter au moyen des vapeurs de paraffine, et, de nos jours, les hydrocarbures lourds permettent d'aciérer à la condition de se conformer aux indications laissées par Caron. Le savant artilleur montra en effet que si l'éthylène ne peut pas cémenter, c'est qu'il se décompose à trop basse température et que les composés gazeux du carbone ne peuvent aciérer le fer que s'ils ne sont pas décomposés par la chaleur seule. Il faut que le fer au rouge réagisse sur le composé gazeux.

Le charbon seul ne cémente pas.

Un mémoire de Margueritte, publié trois ans plus tard, montrait que la cémentation pouvait se produire sans azote. L'auteur confirmait ainsi l'observation de Caron ; mais dans une autre partie de son mémoire, il soutenait que le charbon et l'oxyde de carbone étaient les éléments les plus actifs dans la cémentation industrielle. Caron dut se remettre à l'œuvre. Des expériences nouvelles lui permirent de confirmer les recherches premières et de montrer que ni le charbon ni l'oxyde de carbone ne pouvaient cémenter.

Margueritte avait répété avec plus de précision l'expérience de Guyton de Morveau et, en chauffant du diamant sur une lame de fer pur dans un courant d'hydrogène, avait pu sous l'action d'une température suffisante obtenir un globule de fonte. Il en concluait que le charbon pouvait transformer le fer en acier. Pour lui les céments perdaient leur activité parce que, sous l'action des chauffes successives, le charbon devenait de plus en plus dense.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Caron considère comme non avenues toutes les expériences où la température obtenue était suffisante pour amener la fusion du métal en présence du charbon, une telle opération n'ayant aucun rapport avec la cémentation. Au point de vue industriel, l'action du diamant sur le fer ne présente pour lui aucun intérêt pratique et il affirme que pratiquement le charbon seul ne cémente pas. Si Margueritte avait raison, les métallurgistes devraient prendre du charbon léger au lieu du charbon de chêne. Ce dernier, qui est le plus dense, cémente cependant très bien. Ceci tient, comme le montre Caron, à la présence, dans les cendres du charbon de chêne, d'alcalis en plus grande proportion que dans les autres charbons. En épuisant du charbon de chêne par un acide, on le transforme en un mauvais cément, alors que, par l'addition d'alcali ou de baryte, on lui communique de très grandes propriétés aciérantes. Le graphite de cornue à gaz qu'il étudie, sur les conseils de Regnault, ne cémente pas parce qu'il ne contient pas d'alcalis. Percy avait d'ailleurs montré, comme le rappelle Caron, que le charbon le plus pur renferme toujours des carbures d'hydrogène et qu'ils n'en sont débarrassés que par un chauffage prolongé à très haute température. Après avoir été ainsi chauffés, ils ne cémentent plus. Caron affirme avec raison que le charbon pur ne cémente pas et que pratiquement il n'est pas un élément important dans l'aciération.

Pour l'oxyde de carbone, Caron établit qu'il y a bien à basse température décomposition de l'oxyde de carbone au contact du fer. Mais le phénomène dont l'étude fut reprise plus tard par Gruner et qui est dû, comme nous le savons, à la décomposition du fer pentacarbonyle, ne rappelle en rien la cémentation. Dans aucune expérience, Caron ne put cémenter au moyen de l'oxyde de carbone.

Il ne pouvait pas se contenter de ces résultats négatifs et, en cherchant à concilier les résultats contradictoires obtenus par des savants également dignes de foi, il réussit à mettre en lumière le rôle des impuretés dans le fer. En particulier, il montra que le silicium, le phosphore, etc., chassent une partie du carbone quand on les introduit dans les carbures de fer (1).

« On reconnaît très facilement cette propriété en essayant de cémenter des fers fortement siliceux, sulfureux ou phosphoreux; quelque soin, quelque temps qu'on y mette, la cémentation pénètre peu ; le charbon à mesure qu'il se présente, semble être repoussé par ces métalloïdes ; on le

(1) Mémoire couronné par l'Académie royale de Belgique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

voit à la contexture du métal, lorsqu'on casse les barres après la cémentation, et l'analyse le constate également. »

Il y a plus, le siliciure de fer chauffé dans un courant d'oxyde de carbone produit de la silice et le carbone libre se combine au fer pour donner de l'acier. Ainsi s'expliqueraient les désaccords entre les savants affirmant que l'oxyde de carbone cémente et ceux qui soutiennent l'opinion contraire. Les premiers ont opéré sur du fer contenant du silicium et les seconds sur du fer pur.

L'étude des impuretés de l'acier ou plus exactement de l'influence des métaux étrangers sur les propriétés du fer et de l'acier conduisit Caron à s'occuper des matériaux réfractaires. Il montra le premier comment on pouvait réaliser des brasques solides en magnésie et il prépara avec cette base des creusets très réfractaires, bien supérieurs à ceux de chaux.

Vers l'année 1867, se pose pour le commandant Caron un nouveau problème, celui de l'éclairage. Gaudin avait montré que la magnésie pouvait prendre un éclat éblouissant quand elle était portée à très haute température. On cherchait à utiliser pour l'éclairage cette propriété de la chaux et de la magnésie ; de tous côtés surgissaient des procédés pour la préparation industrielle de l'oxygène. Caron étudie, à son tour, la question et dans ses nouvelles recherches il apporte la rigueur scientifique et les qualités d'ingénieur que nous avons appris à connaître.

A l'aide des régulateurs industriels de Maldant, il mesure la pression des gaz, et enregistre les volumes au moyen de compteurs. Son unité photométrique est la lumière d'un bec papillon de la Ville de Paris, dépensant 140 litres de gaz à l'heure sous une pression de 2 à 3 millimètres. Il s'aperçoit bien vite que, parmi les impuretés de la magnésie, celle qui affaiblit le plus l'éclat de la matière chauffée est la silice. Il semble cependant que, dans ces derniers temps, de savants expérimentateurs ont signalé, à leur tour, ce rôle fâcheux de la silice sans que là encore on ait songé à rappeler les travaux de Caron. Voici d'ailleurs comment il s'exprime (1) :

« L'influence des impuretés contenues dans la magnésie est bien plus à craindre pour les crayons employés à l'éclairage que pour les briques réfractaires ; une faible quantité de corps étrangers ne peut donner à la matière une fusibilité inquiétante : mais elle affaiblit la lumière et la colore souvent très sensiblement...

(1) *C. R.*, t. LXVI, p. 839, 1868.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Il est indispensable de choisir les morceaux les plus blancs et les mieux dépouillés de serpentine et de silice, sous peine de perdre les deux tiers et même les quatre cinquièmes de la lumière que donnerait la magnésie pure. C'est à la silice qu'est dû cet affaiblissement et non aux oxydes de fer et de manganèse contenus dans le carbonate. J'ai remarqué d'ailleurs que la silice combinée avec d'autres corps capables de devenir incandescents diminue et jaunit toujours la lumière qu'ils fourniraient dans l'état de pureté. »

Les crayons sont obtenus par compression comme les creusets, dans des matrices en acier trempé ou bien par voie humide. Dans ce cas la magnésie fortement calcinée est additionnée d'eau pure ou d'eau chargée d'acide borique et la pâte coulée dans des tubes en verre. Le cylindre est reçu horizontalement sur une plaque huilée, séchée et calcinée. Sa résistance est plus grande encore que celle des crayons obtenus par compression et l'acide borique n'amoindrit pas l'éclat de la flamme. Rien n'a été changé à ce mode de préparation.

Les crayons cassaient en dessous de la partie chauffée, Caron imagine de les suspendre et de rendre incandescente leur partie inférieure : l'usure devient moindre. Il établit en outre quel rapport doit exister entre le diamètre du crayon et la consommation des gaz. L'hydrogène permet bien d'augmenter la quantité de lumière, mais la magnésie est rapidement usée ; une cavité se produit sous l'action du jet de flamme et l'éclat diminue. En outre, la magnésie se volatilise.

Caron explique très nettement comment peut se volatiliser la magnésie. Laissons-lui encore la parole (1) :

« Cette usure, cette volatilisation de la magnésie ne seraient-elles pas dues à une *formation de magnésium réduit et sublimé se réoxydant ensuite sous l'influence des produits de la combustion?* Telle est la question que je me suis posée. On sait en effet, par les expériences de M. H. Sainte-Claire Deville, que l'oxyde de zinc, soumis au rouge intense, à un faible courant d'hydrogène, semble se transporter et vient cristalliser plus loin dans les parties moins chaudes de l'appareil ; et cependant à cette température l'oxyde de zinc n'est pas volatil. J'avais d'ailleurs quelque raison de croire, d'après certains faits cités plus loin, que le mélange gazeux nécessaire pour obtenir la lumière la plus grande devait toujours contenir un excès de

(1) *C. R.*, t. LXVI, p. 850, 1868.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gaz combustible et réducteur. Je pouvais m'en assurer de deux manières : la première consistait à mesurer, au moyen de compteurs, les volumes respectifs des gaz consommés, et à voir si un volume d'oxygène correspondait exactement à deux volumes d'hydrogène pur ; mais en employant ce dernier gaz, si difficile à conserver dans les appareils, il m'était impossible, avec les moyens dont je dispose, de me mettre à l'abri de fuites, peu importantes il est vrai, mais suffisantes pour infirmer le résultat de mes calculs. J'ai préféré opérer en vase clos et analyser les produits de la combustion correspondant au maximum de lumière. »

Du ballon où il opère, il ne retire par le tube de dégagement que de la vapeur, de l'hydrogène et des traces d'azote qui n'est qu'une impureté. L'atmosphère est donc nettement réductrice.

D'ailleurs l'aspect des oxydes chauffés dans le chalumeau oxhydrique l'avait averti : les acides titanique, tungstique, colombique et tantalique fondent en devenant noirs, preuve qu'ils renferment un oxyde au minimum. Caron essaie pour l'éclairage les oxydes de chrome, d'uranium, de cérium, de lanthane, d'aluminium qui tous fondent et ne conviennent pas.

Mettant à profit une observation de Berzélius, il emploie la zircone et trouve qu'elle brille d'un éclat éblouissant. Avantage plus grand, elle ne paraît pas se volatiliser.

« J'emploie journellement depuis plus d'un mois le même crayon de zircone, que je chauffe sur un angle vif et je n'ai pu trouver encore aucune trace d'usure, de volatilisation ou de réduction partielle ; ce fait est très important, car avec un jet de gaz aussi faible que celui de la lampe dont je me sers, la partie de la flamme qui donne la lumière est très restreinte, et il est nécessaire que la matière incandescente reste toujours à la même distance du bec ; à mesure que le crayon s'use, cette distance augmente et la lumière diminue de plus en plus. »

L'augmentation d'éclat obtenue avec la zircone est par rapport à la magnésie dans le rapport de 6 à 5.

Caron savait trouver la solution la plus pratique et, de même que pour éviter la rupture trop fréquente des bâtons de magnésie, il avait imaginé de suspendre le crayon de manière que le jet de la flamme ne le touche que sur une tranche, il prépare des crayons de magnésie avec une tranche en zircone, qui seule est exposée au dard de la flamme. Il économise ainsi une grande quantité de cette matière alors fort rare. De nos jours encore on se sert de zircone dans les mélanges portés à l'incandescence soit par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le courant électrique, soit par les chalumeaux oxyhydrique ou oxyacétylénique.

Si, par l'exposé peut-être trop rapide d'une partie des recherches de Caron, j'ai pu éveiller en vous le regret de ne pas connaître mieux l'œuvre de ce grand chimiste et le désir de lui voir enfin rendre justice, je suis heureux de vous annoncer que ses mémoires vont être réédités par les soins de la Société d'Encouragement. Dans trente notes d'une concision remarquable, les métallurgistes retrouveront bien des faits qui ont été publiés récemment comme nouveaux, et ils pourront y puiser encore des idées neuves et fécondes. Caron était, en effet, un précurseur, et il mérite d'être appelé le fondateur de la chimie métallurgique en France.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PRIX ET MÉDAILLES

DÉCERNÉS DANS LA SÉANCE GÉNÉRALE DU 22 JANVIER 1909

GRANDE MÉDAILLE

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.

La grande médaille des Arts mécaniques à l'effigie de Prony est attribuée pour l'année 1908 à M. **de Glehn**.

ARTS MÉCANIQUES

RAPPORT fait par **M. E. Sauvage** au nom du *Comité des Arts mécaniques* SUR L'ATTRIBUTION DE LA GRANDE MÉDAILLE DE PRONY à **M. A. G. de Glehn**.

Sur la proposition du Comité des Arts mécaniques, la Société décerne sa grande médaille d'or, portant l'effigie de Prony, à M. Alfred G. de Glehn, pendant longtemps ingénieur et directeur de la Société alsacienne de constructions mécaniques, pour ses travaux relatifs aux locomotives et aux constructions mécaniques en général.

Il y a vingt-cinq ans, les systèmes de locomotives en usage sur les divers réseaux français étaient très variés, et aucun de ces systèmes n'avait été généralement adopté. A cette époque commença en France une véritable révolution dans la construction des locomotives, qui substitua petit à petit un nombre restreint de types à l'ancienne variété. Cette révolution

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

correspond à l'emploi du système compound pour la locomotive, sous une forme spéciale, caractérisée par l'emploi de quatre cylindres, avec mécanismes de distribution séparés et commande directe de deux essieux différents, mais couplés. Depuis dix ou quinze ans, on ne construit plus guère d'autres locomotives en France, avec deux, trois et quatre essieux couplés.

Ces nouveaux types de locomotives, bien appropriés aux services qu'on leur demande, ont heureusement renouvelé le matériel moteur des chemins de fer français, et ont donné, comme vitesse et comme puissance de traction, des résultats bien supérieurs à ceux qu'obtenaient les chemins de fer anglais de leurs machines, autrefois citées comme modèles; si bien qu'aujourd'hui, après avoir hésité, un peu longtemps peut-être, à abandonner leurs anciennes locomotives trop légères, les chemins de fer anglais regagnent à peine l'avance perdue.

Hors de France, notamment en Allemagne, en Suisse, et dans bien d'autres pays, les locomotives compound à quatre cylindres, du même système, se sont aussi multipliées, sans devenir d'un emploi aussi exclusif qu'en France (1).

M. A. de Glehn a pris une part importante à ce renouvellement de

(1) Le nombre des locomotives compound à 4 cylindres, avec mécanismes séparés, en service ou en construction est, à la fin de 1908, voisin de 4 000, ainsi que le montre le tableau approximatif qui suit, probablement incomplet. La Société alsacienne de constructions mécaniques a exécuté 820 de ces locomotives.

		Nombre de locomotives.				
Pays.	Nombres totaux de locomotives.	à 2 essieux couplés.	à 2 essieux couplés type Atlantic.	à 3 essieux couplés.	à 4 essieux couplés.	à 5 essieux couplés.
France	2 748	399	112	1 691	516	30
Alsace-Lorraine	249	50	»	160	»	39
Allemagne	251	21	70	160	»	»
Grande-Bretagne	6	6	»	»	»	»
Belgique	112	12	15	85	»	»
Suisse	184	20	»	132	»	32
Espagne	10	»	»	10	»	»
Portugal	30	»	»	30	»	»
Grèce	5	»	»	5	»	»
Turquie	20	»	»	20	»	»
Roumanie, Bulgarie	20	»	»	20	»	»
Égypte	10	»	»	10	»	»
Chine	25	»	»	25	»	»
Indes Anglaises	2	»	2	»	»	»
Nouvelle-Zélande	20	»	»	20	»	25
Répub. Argentine	31	»	»	6	»	»
États-Unis	100	?	?	?	?	?
	3 853					

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

notre matériel de chemins de fer. En 1886, il construisit, pour la Compagnie du Nord, la première locomotive compound à quatre cylindres à deux essieux moteurs, mais sans accouplement. Elle fit un très bon service; son seul défaut était l'absence d'accouplement, qui fut ajouté à toutes les locomotives ultérieures. A la suite de cet heureux début, M. de Glehn étudia et exécuta, dans les ateliers de la Société alsacienne de constructions mécaniques, un grand nombre de types divers de compound à quatre cylindres pour les administrations françaises et étrangères de chemins de fer. Son nom se trouve ainsi attaché à l'un des perfectionnements les plus importants des machines locomotives.

M. de Glehn commence sa carrière en 1868, comme ouvrier ajusteur et monteur dans les ateliers Mazeline au Havre. En 1872, il entre, en qualité de dessinateur, dans le bureau des locomotives de la Société alsacienne de constructions mécaniques, à laquelle il demeure attaché jusqu'en 1905, s'élevant successivement jusqu'au rang d'administrateur-directeur en 1885.

La méthode de travail de de Glehn est celle des anciens ingénieurs, avant l'époque où ils disposaient de nombreux auxiliaires expérimentés: faire beaucoup par soi-même. C'est ainsi qu'il a dessiné de sa main les détails de la plupart de ses locomotives à quatre cylindres, et toujours suivi de très près ce qu'il ne pouvait exécuter lui-même. Il ne faudrait pas croire que l'unité générale des types exclue d'infinies variétés dans le détail, lorsqu'il s'agit de construire des machines pour des administrations très nombreuses.

Le danger de cette méthode, pour un esprit médiocre, serait de perdre de vue l'ensemble; mais quand tous les détails sont coordonnés en vue de créer un tout harmonieux, l'œuvre se présente avec une unité, avec un cachet personnel qu'on ne peut espérer quand on se contente de rassembler dans un cadre général les travaux indépendants d'un grand nombre de dessinateurs. Concevrait-on qu'un architecte se contentât de tracer une esquisse sommaire d'un édifice, et laissât ses auxiliaires en dessiner tous les détails? Il en est de même dans la locomotive, pour laquelle l'unité de conception, manifestée dans l'exécution comme dans l'assemblage des diverses parties, est une qualité primordiale.

De Glehn était bien au courant des nécessités pratiques du service des locomotives. En rapport constant avec des administrations très variées, dans des pays différents, recueillant des observations et des critiques souvent contradictoires, on conçoit qu'un ingénieur puisse acquérir

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ainsi une expérience pratique supérieure à celle que possède le praticien même, qui ne connaît qu'une espèce de locomotives, qu'un service spécial. A cette école, de Glehn a vite reconnu que, dans la locomotive, aucun détail n'était insignifiant et que tout devait être étudié avec le soin le plus minutieux, en tenant compte des conditions du service ; il reconnaît aussi qu'on ne peut s'écarter sans inconvénients de certaines dispositions usuelles, si ce n'est pour obtenir des avantages bien marqués, et c'est pourquoi, tout en doublant le nombre des cylindres et des mécanismes de distribution, il conserva autant que possible les pièces éprouvées par une longue pratique et auxquelles le personnel était habitué.

L'énorme travail que de Glehn a consacré à la locomotive, et les brillants résultats qu'il a obtenus, justifieraient la haute récompense que lui décerne la Société ; mais l'activité de cet infatigable ingénieur s'est portée sur d'autres branches de la construction mécanique. La construction seule des locomotives ne pouvait donner un aliment suffisant aux vastes ateliers que possède, en France et en Alsace, la Société alsacienne ; depuis longtemps, elle a dû chercher d'autres branches de travail, et c'est ainsi qu'elle a entrepris la construction des machines-outils, de l'outillage pour l'industrie textile, des moteurs à vapeur. A ces branches, de Glehn ajouta la construction des machines dynamo-électriques et des câbles électriques, en participation avec la maison Siemens.

C'est au cours de ces négociations qu'il fut appelé à faire partie du Comité créé à Berlin pour l'étude des voitures électriques à très grande vitesse, et il eut la bonne fortune de se trouver dans le véhicule qui pour la première fois atteignit la vitesse de 200 kilomètres à l'heure.

Pour bien apprécier son œuvre industrielle, il convient de mentionner un point de première importance sur lequel se portèrent ses efforts avec un grand esprit de suite, l'aménagement des ateliers de la société qu'il dirigeait.

Ces ateliers, anciens et devenus insuffisants, avaient été successivement établis sans plan d'ensemble : il s'agissait de les coordonner, de les réorganiser et de les compléter par des installations répondant aux besoins de la construction moderne. Pour la solution de cet important problème, de Glehn employa la même méthode que pour l'étude des locomotives : étudier minutieusement tous les détails en vue du résultat final à obtenir, du plan d'ensemble à réaliser. C'est une tâche qui demandait une attention soutenue pendant de nombreuses années, et dont de Glehn s'acquitta

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'une manière digne d'éloges. Les grands ateliers de montage des machines à vapeur à Mulhouse et à Belfort, ceux de Belfort et de Grafenstaden pour les locomotives, sont aujourd'hui parmi les plus remarquables du genre. Grâce à un double étage de ponts transbordeurs superposés, de puissances différentes, la manutention des pièces les plus lourdes comme des plus légères y est facile et peu coûteuse. La nouvelle chaudronnerie de Belfort peut être qualifiée d'atelier modèle ; l'atelier de montage des dynamos à Belfort est aussi des plus intéressants. Toutes ces constructions ont été étudiées par de Glehn ; les extensions et les développements successifs sont assurés par l'heureux emplacement des bâtiments.

Mener à bien cette tâche n'était pas aisé, à cause de l'absence totale de plan d'ensemble dans ce qui existait, et de la complexité des diverses branches de fabrication de la Société alsacienne.

Ajoutons qu'un sentiment artistique très prononcé n'a jamais abandonné de Glehn dans ses travaux d'ingénieur ; les qualités d'harmonie et d'esthétique des machines étaient pour lui des plus importantes, ainsi qu'il convient pour tout homme réellement épris de l'art qu'il pratique. Il a toujours aimé le travail : sa carrière si remplie le prouve ; il a surtout aimé à finir, et à bien finir, ce qu'il entreprenait. Toujours il a pratiqué un vieux précepte anglais :

« *Whatever your hand findeth to do, do it with your might.* »

(A tout travail qu'exécute votre main, appliquez votre puissance entière.)

PRIX FOURCADE

POUR LES OUVRIERS DES FABRIQUES DE PRODUITS CHIMIQUES

Le prix fondé par les exposants de la classe 47 à l'Exposition universelle de 1878 a été élevé à la somme de 1 000 francs par la libéralité de notre collègue M. Fourcade, et il est aujourd'hui désigné sous le nom de ce manufacturier regretté.

Le prix Fourcade « doit être remis chaque année, en séance publique de la Société d'Encouragement, et au nom des donateurs, à l'ouvrier en produits chimiques qui comptera le plus grand nombre d'années consécu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tives de bons services dans le même établissement, et qui aura été signalé à la Société par l'une quelconque des branches d'industrie ayant formé ladite classe 47 (classe des produits chimiques) ».

Nous décernons, cette année, le prix Fourcade à M. Achille **Delbecque**, qui compte cinquante-deux années consécutives au service des établissements Kühlmann à Loos, près Lille (Nord).

PRIX MELSENS

RAPPORT présenté par **M. D. Berthelot** au nom du *Comité des Arts économiques*, sur l'attribution du PRIX MELSENS à **M. le Dr Gréhant.**

Le prix *Melsens* est, aux termes du règlement, destiné à récompenser l'auteur d'une application de la physique ou de la chimie à l'électricité, la balistique ou l'hygiène. Votre Comité des Arts économiques vous propose de le décerner cette année au docteur *Gréhant*, membre de l'Académie de médecine et professeur au Muséum d'Histoire naturelle, pour ses travaux, fort importants au point de vue hygiénique, sur la lutte contre l'oxyde de carbone dans les locaux habités et contre le grisou dans les mines.

Le docteur Gréhant, qui débuta dans la carrière scientifique il y a quarante-trois ans comme préparateur de Claude Bernard à la Sorbonne, puis au Collège de France et au Muséum, puisa dans les exemples et les conseils de ce maître illustre le goût de la recherche et l'habitude de la précision. Il a apporté des contributions de la plus haute valeur à des chapitres très variés de la physiologie : circulation, respiration, sécrétion, propriétés du système nerveux ou du système musculaire, etc. Mais ce sont surtout ses recherches d'hygiène expérimentale relatives aux gaz toxiques des atmosphères confinées que nous vous proposons aujourd'hui d'encourager. Le docteur Gréhant est revenu à bien des reprises, au cours de sa belle carrière scientifique, sur les questions de cet ordre. Dès 1863, il abordait dans sa thèse de doctorat l'étude de la respiration de l'homme. En 1869, il imaginait, pour l'extraction des gaz du sang, un appareil, dont l'emploi est devenu classique dans les laboratoires. La question de l'absorption et de l'élimination de l'oxyde de carbone, étudiée par lui dès 1870, n'a pas cessé depuis

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de retenir son attention : il a fait connaître des méthodes physiologiques très ingénieuses, permettant de déceler par l'examen du sang d'un oiseau de faibles quantités du gaz toxique, et montré comment le spectroscope et le grisoumètre peuvent se prêter un mutuel appui dans ces analyses. Il a signalé les précautions à prendre dans l'emploi du chauffage des voitures, des poêles à combustion lente, des diverses variétés de gaz d'éclairage, d'acétylène ou d'arcs électriques. La Société d'Encouragement a entendu, le 10 décembre 1897 et le 9 décembre 1898, deux conférences très intéressantes de M. Gréhant : la première sur l'oxyde de carbone et le grisou, la seconde sur les produits de combustion du gaz d'éclairage. Le *Bulletin* du 9 juin 1908 reproduit une conférence qu'il a faite, cette année même, sur la lutte contre le grisou dans les mines de houille. L'Académie des sciences a sanctionné ces recherches par l'attribution de plusieurs prix; la Société d'Encouragement a décerné à M. Gréhant, lors de sa séance générale du 23 juin 1899, un prix Melsens, que nous vous proposons de renouveler aujourd'hui.

MÉDAILLE J.-B. DUMAS

En 1897, sur l'initiative de notre très regretté collègue Aimé Girard, la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale instituait la médaille Dumas en *faveur des ouvriers qui, sans quitter les ateliers, se sont peu à peu élevés jusqu'au rang de directeur d'usine ou de chef d'un service important dans un grand établissement agricole ou industriel.*

Le Conseil de la Société d'Encouragement à l'Industrie nationale a décidé d'accorder en 1908 la médaille J.-B. Dumas à M. Saugier, directeur de la forge de Morvillars dans les établissements Viellard-Migeon.

M. Saugier (Joseph), est particulièrement qualifié pour mériter la médaille J.-B. Dumas. Le 21 octobre 1849, il entrait, à l'âge de treize ans, comme apprenti dans les ateliers qu'il devait plus tard diriger. Aujourd'hui, âgé de soixante-douze ans, il s'acquitte de sa lourde tâche avec une ardeur que les années n'ont pas éteinte et un savoir qui inspire le respect et l'admiration. Les étapes de cette longue carrière de cinquante-neuf ans montrent les progrès dus au travail et les succès mérités par l'intelligence et le dévouement. En 1858, M. Saugier est chargé comme ajusteur de construire les premières machines automatiques à tarauder et fait preuve d'une rare dextérité dans l'établissement et le montage de ce nouvel outil-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lage. Il devient contremaître de la tréfilerie en 1866 et enfin directeur de la forge de Morvillars en 1875.

Depuis plus de trente-trois ans, il est à la tête d'une usine métallurgique qui est le point de départ de toute l'industrie des établissements Viellard-Migeon. La forge n'était en 1875 qu'une forge comtoise avec feux aux bois et petit train de laminoir; elle a été transformée en 1885 pour l'application du procédé Martin. La maison Viellard-Migeon fabrique elle-même toutes ses machines-outils; c'est dire l'importance de la forge de Morvillars et la variété des aptitudes dont M. Saugier a dû faire preuve pour s'acquitter à la satisfaction de tous d'une tâche lourde et difficile.

Le simple exposé de la vie si laborieuse et si méritante de M. Saugier, montre que nul n'est plus digne d'obtenir la médaille J.-B. Dumas. Une carrière si bien remplie est un honneur pour la maison Viellard-Migeon qui a su reconnaître les services rendus et les a justement récompensés ; la médaille Dumas vient consacrer par un témoignage public et solennel l'exemple si réconfortant donné par M. Saugier.

Ce sont là de hautes leçons bien faites pour soutenir les volontés chancelantes, ranimer l'ardeur au travail, soutenir dans des labeurs parfois ardus ceux que des débuts souvent difficiles risquent de décourager. La médaille J.-B. Dumas aura fait une œuvre sociale utile, puisqu'elle apporte un exemple et une espérance à tous les travailleurs.

MÉDAILLE BAUDE

Rapport de **M. Mesnager** au nom du *Comité des Constructions et Beaux-Arts*, sur l'attribution de la médaille Baude à **MM. Considère** et **Coignet**.

La médaille Baude doit être, d'après les volontés de son fondateur, décernée tous les cinq ans à l'auteur des perfectionnements les plus importants au matériel et aux procédés du génie civil, des travaux publics et de l'architecture.

Le Comité des Beaux-Arts a admis que cette médaille devait être décernée cette année pour des travaux relatifs au ciment armé, l'introduction de ce mode de construction constituant le plus grand progrès réalisé dans les derniers temps par les procédés du génie civil.

La question de savoir sur quelles considérations devait être basée la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

décision à prendre au sujet de la médaille Baude a déjà été examinée attentivement par le Comité des Constructions et Beaux-Arts. En particulier, doit-on récompenser l'inventeur d'une méthode nouvelle de construction ou celui qui a contribué le plus à la répandre?

L'inventeur du béton armé n'existe plus. Il ne peut s'agir actuellement que de récompenser celui ou ceux qui ont le plus contribué à sa diffusion ou à ses progrès, et, par diffusion on ne peut évidemment comprendre le nombre des constructions faites par un industriel, car il ne s'agirait dans ce cas que de s'enquérir du chiffre d'affaires des différentes maisons. Ce qu'on veut récompenser ce sont ceux qui, par les méthodes qu'ils ont instituées, ont contribué le plus à répandre le nouveau mode de construction ou lui ont fait faire des progrès décisifs. Dans sa lettre du 14 janvier dernier adressée au président de la Société d'Encouragement, M. *Coignet*, dans l'exposé de ses titres de candidat à la médaille Baude, conclut comme il suit : « En faisant connaître à tout le monde le résultat des études que j'avais entreprises et des nombreux essais que j'avais faits, entièrement à mes frais, je crois que je remplissais la condition principale que peut demander votre honorable Société à celui auquel elle décerne une médaille. »

A ce titre la candidature de M. Coignet nous a paru des mieux fondées. Nous n'examinerons pas les travaux fort anciens de son père, François Coignet, qu'il rappelle avec un sentiment de piété filiale très respectable, mais qui, ainsi que le démontre la lecture du livre publié en 1861, n'avaient pas de rapport direct avec le béton armé tel que nous le comprenons aujourd'hui.

Au contraire, la publication faite, en 1894, par M. Coignet et de Tédesco, dans le bulletin de la Société des ingénieurs civils, donne des règles de construction, incomplètes il est vrai, mais qui présentent une parenté étroite avec celles qui ont été adoptées par toutes les commissions officielles. Avoir formulé des règles rationnelles de construction immédiatement applicables dans la plupart des cas nous paraît un titre des plus sérieux.

D'autre part, toutes les personnes qui se sont occupées du béton armé connaissent les travaux d'un savant ingénieur dont les ingénieuses expériences ont permis d'expliquer les anomalies bizarres constatées dès les premières applications raisonnées de cette matière. On avait constaté que le béton armé résistait sans se perdre à des efforts qui, répartis entre le métal et le béton dans la proportion fixée par leurs coefficients d'élasticité,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

eussent dû entraîner la rupture du béton, on était donc porté à attribuer à cette alliance de matériaux hétérogènes des propriétés extraordinaires. M. *Considère,* déjà bien connu par ses remarquables travaux sur les métaux, a, par ses recherches, fourni l'explication du phénomène et montré que le béton était susceptible, sans accroissement de résistance, d'un *étirage* relativement considérable, jusqu'alors non soupçonné, qui expliquait très simplement les faits et permettait de les soumettre au calcul. (Comptes rendus de l'Académie des sciences, 12 décembre 1898 et 2 janvier 1899. Génie civil, 4 février 1899.) Depuis, son invention du *béton fretté* lui a permis d'obtenir avec le béton des résistances voisines de celles des métaux, grâce auxquelles il a pu résoudre de difficiles problèmes de construction devant lesquels tous les autres procédés étaient impuissants. Ses études et les applications importantes qu'il a réalisées comme chef d'une maison appliquant pratiquement ses procédés lui ont valu une notoriété et une autorité incontestées dans ce domaine.

Après discussion de ces différents points, le Comité des Constructions et Beaux-Arts a décidé qu'il y a lieu de décerner à MM. **Coignet** et **Considère,** chacun une médaille Baude en or de grand module.

GRANDE MÉDAILLE D'OR

RAPPORT présenté par **M. D. Berthelot**, au nom du *Comité des Arts économiques*, sur les TRAVAUX de **M. Ducretet**.

Le Comité des Arts économiques propose de donner cette année une grande médaille d'or à M. **Ducretet,** au moment où cet habile constructeur vient de prendre sa retraite après quarante-quatre années de services dans l'industrie.

Ce n'est pas la première marque d'estime que donne la Société à M. Ducretet : en 1888, elle lui décernait une médaille d'argent ; deux ans plus tard, une médaille d'or, et en 1892 un rappel de médaille d'or.

Né en 1844, M. Eugène Ducretet a été initié de bonne heure aux procédés les plus délicats de la mécanique de précision, car il entrait à l'âge de douze ans dans les célèbres ateliers de Froment.

A l'âge de vingt ans, il fondait la maison de construction qu'il a depuis dirigée sans interruption jusque dans les premiers mois de l'année 1908. Il y compta comme premiers clients quelques-uns des physiciens qui ont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le plus fait pour les progrès de la science et de l'enseignement : d'Almeida, le fondateur de la Société de physique ; Bertin qui, à l'École normale, forma de nombreuses générations de chercheurs ; Mascart enfin, dont la perte récente a été un deuil pour le monde scientifique tout entier. De 1864 à 1908, M. Ducretet n'a pas cessé d'établir avec un zèle infatigable une série d'appareils et de modèles qui ont rendu de grands services aux laboratoires et aux universités. Toujours à l'affût des nouveautés, il s'est efforcé de ne jamais laisser passer, ni en France ni à l'étranger une découverte physique importante sans chercher à construire les instruments destinés à la contrôler et à la répéter. Ses catalogues illustrés, ses notices spéciales ont assuré la diffusion des modèles qu'il a créés et sont bien connus de tous les techniciens. Depuis une dizaine d'années, M. Ducretet a consacré le meilleur de son temps et de son activité à la télégraphie sans fil. Le 8 juillet 1898, il présentait à la Société d'Encouragement les appareils qu'il avait créés en collaboration avec le professeur Popoff. Dès cette époque, il insistait sur les dispositifs ayant pour but d'établir un certain accord entre le poste transmetteur et le poste récepteur, et il préconisait à cet effet l'emploi du résonateur du docteur Oudin : curieux appareil qui, imaginé pour un but médical, a passé presque sans changement dans la pratique industrielle. Des dispositifs de ce genre sont universellement employés à l'heure actuelle dans les postes de télégraphie et de téléphonie sans fil des deux hémisphères. Un peu plus tard, M. Ducretet imaginait pour la marine, en collaboration avec le lieutenant de vaisseau Gaillard, des postes téléphoniques haut-parleurs. Tout récemment, le 14 février 1908, la Société a entendu l'intéressante conférence dans laquelle M. Ducretet a fait fonctionner devant elle les appareils perfectionnés de télégraphie sans fil dont il se sert aujourd'hui dans les postes d'études qu'il a établis rue Claude-Bernard et rue Custine, à Paris.

Aux grandes expositions industrielles qui ont eu lieu au cours des trente dernières années, tant en France que dans les autres pays d'Europe et d'Amérique, M. Ducretet a régulièrement obtenu les plus hautes récompenses.

Au lendemain du jour où il clôt sa carrière personnelle en laissant en pleine activité la maison qu'il a fondée, la Société d'Encouragement a tenu à décerner un dernier témoignage à un homme qui, malgré les efforts de jour en jour plus pressants de la concurrence étrangère, a contribué à maintenir au premier rang le renom de la construction française de précision.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MÉDAILLES D'OR

M. Belin (*Télestéréographe*). — Le Comité des Constructions et Beaux-Arts, prenant en considération l'importance de l'appareil fort ingénieux imaginé par M. Édouard Belin pour la transmission télégraphique de tous documents graphiques, et dont il a fait la description dans notre séance du 27 mars, a décerné à l'inventeur de cet appareil, dénommé le *Télestéréographe*, une médaille d'or, qui sera la juste récompense de ses intéressants travaux.

M. Ch. Bourdon (*Chaudière à lames d'eau*). — Les lames d'eau de la chaudière de M. Bourdon sont constituées par des panneaux de chacun deux tôles ondulées disposées verticalement au-dessus du foyer de manière à présenter une grande surface de chauffe sous un faible encombrement. Cette chaudière, bien étudiée, s'est présentée, aux essais, sous les aspects les plus favorables.

M. Crevat (*Travaux sur les irrigations*). — M. J. Crevat, agriculteur à La Biolierre (Ain), s'est attaché à l'étude expérimentale et à la définition rationnelle des principaux facteurs d'une irrigation agricole : dose et durée de l'arrosage coefficient d'absorption des terres pour l'eau, hauteur de la nappe d'eau ruisselante, vitesse du ruissellement, dimensions de l'unité parcellaire arrosée, module du canal, etc. Grâce à ces travaux, les praticiens seront à l'abri de nombreuses méprises, et ils rendront les plus grands services aux agriculteurs qui installeront des irrigations dans les contrées de notre pays qui en sont encore privées.

M. Delage (*Appareil de chauffage par radiations*). — Les appareils de M. Delage, ingénieusement combinés et bien construits, permettent d'obtenir dans de bonnes conditions un chauffage rapide, gai et facile à régler.

Sir Oliver Lodge (*Allumage électrique pour moteur à gaz*). — Cet allumage est basé sur l'emploi d'un circuit particulier, ou circuit tertiaire, qui permet d'obtenir des étincelles de très haute tension jaillissant même sous l'eau et au milieu des cambouis les plus épais, de sorte que les ratés deviennent à peu près impossibles. L'allumage peut, en outre, se régler avec une grande précision, et son entretien est presque nul.

MM. Mastain et Delfosse (*Hélice malaxeuse pour sucreries*). — Cette hélice permet l'obtention de la mélasse presque instantanément, toujours au même degré d'épuisement; elle simplifie considérablement l'extraction du sucre, diminue beaucoup la durée des opérations, les frais de main-d'œuvre et la dépense de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

combustible. Elle peut être employée aussi bien pour les produits de cannes que pour les produits de betteraves.

M. Meurisse (*Chaudière à tubes d'eau*). — La principale particularité de cette chaudière, très active et d'un faible encombrement, est la simplicité de la forme des tubes courbés suivant des arcs de cercle concentriques et disposés de manière à pouvoir être, chacun, visités par leurs deux extrémités dès que la chaudière est vide, et remplacés facilement sans qu'on ait à toucher aux tubes voisins. Tous les détails relatifs à la circulation de l'eau, au parcours des gaz et au séchage de la vapeur, sont bien étudiés. Ses essais de vaporisation ont été très satisfaisants.

M. le capitaine Nicolardot. — Les travaux de M. Nicolardot sur les métaux secondaires et les terres rares, ses nouvelles méthodes d'analyse et ses recherches considérables sur les cuirs, dont il a entretenu à plusieurs reprises la Société d'Encouragement, et qu'il poursuit sous le patronage de notre Comité de Chimie, justifient pleinement la récompense qui lui est accordée aujourd'hui.

M. Roger (*Lampe à pétrole*). — La lampe de M. Roger, construite par M. Bardeau, et qui nous a été présentée en séance le 28 février 1908, procure à bon marché un éclairage intense, stable et silencieux. Elle a reçu de nombreuses applications, notamment dans les gares et chantiers.

MÉDAILLES DE VERMEIL

M. André (Ouvrage sur la *Chimie agricole*). — Cet ouvrage renferme l'étude des phénomènes qui influent sur la production végétale; les questions de l'alimentation des plantes y sont traitées de main de maître, principalement leur nutrition azotée. C'est une œuvre à la fois scientifique et de haute vulgarisation mettant à la portée des agriculteurs la connaissance précise des phénomènes qui président à l'obtention des récoltes.

M. Boullanger (Ouvrages sur les *Industries agricoles de fermentation*). — Ces ouvrages : Brasserie, Distillerie agricole et industrielle, sont remarquables par la sûreté de leur doctrine, la précision et la clarté de leur exposition. Leur succès même démontre leur grande utilité et leur valeur scientifique et pratique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Cardin (*Photosculpture*). — Ce procédé permet une mise au point sculpturale précise, sur une matière quelconque pour la reproduction d'un objet en partant de photographies de cet objet prises soit par quatre objectifs distincts, soit par un seul appareil dont le fond est constitué par des miroirs appropriés. Il permet aussi de saisir instantanément un mouvement ou une expression sur un modèle vivant et de préparer à coup sûr, et sans faire poser le modèle, une masse modelée et suffisamment poussée pour que l'artiste n'ait plus, avec le modèle devant les yeux, qu'à lui donner le caractère artistique qui lui est personnel.

M. Combemale (*Filtrage de l'air*). — Le filtrage de l'air par les procédés de M. Combemale s'obtient au moyen d'appareils faciles à entretenir et à remplacer et d'une installation simple et peu coûteuse. Leur efficacité a fait ses preuves dans de nombreuses installations : hôtels, maisons particulières, hôpitaux, etc., ils suppriment complètement les poussières de l'air et résolvent un problème dont la solution est réclamée de plus en plus par les hygiénistes et les industriels.

M. Frois (*Captage, évacuation et utilisation des poussières industrielles*). — Ce qui fait la valeur de cet ouvrage, c'est, outre l'intérêt même de son sujet, qu'il a été fait dans les ateliers mêmes; chaque appareil décrit a été vu et étudié par l'auteur au cours de ses fonctions d'inspecteur du travail; enfin le mode d'installation et le fonctionnement sont présentés avec toutes les indications qui permettent à un industriel de l'adopter et d'en tirer tout son effet utile.

M. Gilbert (*Joint de tuyaux*). — Le joint de M. Gilbert comprend une couronne en plomb coulée entre les deux tuyaux consécutifs et une bague en caoutchouc serrée entre ces deux tuyaux. Cette bague assure l'étanchéité dans le cas où, par suite du déplacement relatif des tuyaux, l'adhérence du plomb à la fonte viendrait à faire défaut. Ces joints ont parfaitement résisté à des pressions hydrauliques très variables et permettraient de réduire notablement les fuites sans augmentation notable de dépense.

M. Le Soudier (*Bibliographie française*). — M. H. Le Soudier avait publié, il y a sept ou huit ans, une Bibliographie française. Il a continué ce travail sur un type nouveau, original et qui donne au recueil une beaucoup plus grande valeur, et il vient de publier un second volume qui comprend tous les ouvrages parus du 1er janvier 1900 au 31 décembre 1904. Le type est celui de la classification qui, sur sa proposition, avait été adoptée à l'unanimité au Congrès international des éditeurs tenu à Bruxelles en 1897. Cette classification

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

consiste à classer par ordre alphabétique et dans un seul alphabet non seulement le nom des auteurs avec le titre de leurs ouvrages, mais en outre les titres des ouvrages et, en troisième lieu, les principales matières sous la rubrique desquelles sont groupés les noms des auteurs qui ont traité cette matière. De cette façon, le lecteur a un double guide pour retrouver un ouvrage dont il connaît l'existence : le nom de l'auteur et le titre de l'ouvrage. Il a de plus une bibliographie des sujets importants qui est très précieuse pour le travail. Ainsi se trouve mon nom à son ordre alphabétique avec la liste des ouvrages que j'ai publiés dans cette période quinquennale; au mot « Classes ouvrières » je trouve le renvoi à mon nom; à « Ouvriers » je figure dans une longue liste d'auteurs. Le mot « Commerce » occupe presque toute une colonne et renvoie à plus de 80 noms d'auteurs et à une vingtaine d'autres matières. Dans un format aisément maniable, M. Le Soudier a réuni environ 100 000 titres. La commodité de ce recueil est incontestable. L'auteur le continue chaque semaine par le *Mémorial de la librairie* et, tous les cinq ans, il donnera suite au présent volume par un nouveau volume quinquennal.

Cet ouvrage, en raison, d'une part, de l'immense labeur de l'auteur, et d'autre part, en raison de sa nouveauté et de son utilité, mérite à tous égards la récompense que nous sommes heureux de lui décerner aujourd'hui.

E. Levasseur.

Manufacture d'horlogerie de Béthune (*Bascule automatique*). — La manufacture d'horlogerie de Béthune a présenté un système de bascule enregistreuse à curseur automatique construit par ses soins d'après l'idée première d'un horloger belge, M. Gérard, qui vendit son invention à MM. C. Gauvin, H. Cartier et Ed. Brunel, lesquels se firent breveter et cédèrent leurs droits à la Manufacture de Béthune, auteur à son tour de modifications et de perfectionnements qui firent l'objet d'un certificat d'addition au brevet primitif.

Ce genre d'appareil, très ingénieusement étudié, consiste en une romaine-bascule dont le curseur, au lieu d'être déplacé à la main, se trouve automatiquement poussé jusqu'au point voulu par l'intermédiaire d'un mouvement d'horlogerie, qui commande en outre un double système d'indication et d'enregistrement du résultat de la pesée.

L'établissement en est rationnel et robuste, le fonctionnement à la fois rapide et sûr, l'enregistreur qui en dépend précis et commode, et la manœuvre très simple de l'ensemble est à la portée des personnes même les moins exercées.

Pour ces divers motifs, votre Comité des Arts mécaniques a proposé d'attribuer une médaille de vermeil à la manufacture d'horlogerie de Béthune, en récompense

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du travail fort méritant de mise au point, de construction et perfectionnement dont témoigne le système de bascule soumis par elle à l'appréciation de la Société.

M. Monnoyer (*Cheminée en béton armé*). — Ces cheminées sont construites au moyen d'un système particulier de moules qui permet de se passer d'échafaudage. Les armatures en fer sont abritées des variations de température des gaz. Le fût de la cheminée, conique et pourvu de nervures longitudinales, présente une apparence légère et robuste. Ce système de construction se recommande par son bon marché, sa facilité d'exécution et son aspect satisfaisant ainsi que l'ont montré de nombreuses applications.

M. Noël (*Essoreuse pour produits chimiques*). — M. Noël, directeur de la Soudière de MM. Marcheville, Daguin et Cie, est l'inventeur d'un système d'essoreuse breveté et appliqué par la Société dans ses usines de La Madeleine, près de Nancy.

Cette essoreuse destinée à la filtration de liquides tenant en suspension des précipités, notamment du bicarbonate de soude, est automatique et continue, et caractérisée par l'application d'un dispositif mécanique actionné par l'arbre de l'appareil et commandant, par l'intermédiaire de cames, les opérations suivantes :

a) L'ouverture et la fermeture d'une valve permettant l'introduction d'une quantité de liquide à traiter ;

b) L'ouverture et la fermeture d'un robinet d'amenée du liquide destiné au lavage ;

c) La commande, d'un extracteur, ou couteau-racloire, destiné à venir s'appliquer contre la paroi de l'essoreuse pour détacher la matière essorée et en même temps l'ouverture et la fermeture de la trémie par laquelle s'écoule la matière essorée.

Ces essoreuses, installées en grand nombre dans l'usine en question, fonctionnent depuis trois ans à la satisfaction de la Société, où elles rendent les plus grands services.

A. Haller.

M. Rosset (*L'accumulateur au plomb ordinaire et allotropique*). — L'ouvrage de M. Rosset est très intéressant tant au point de vue théorique qu'à celui des applications industrielles pour lesquelles il est spécialement écrit.

MÉDAILLES D'ARGENT

M. Blix (*Chevalet pour reprisage*). — Cet appareil portatif, peu coûteux et très simple, permet d'exécuter des travaux de reprisage sans rester courbé dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une position fatigante. Il se prête à toutes les exigences du travail et le facilite grandement.

M. Biron (*Condenseur capillaire* Lawrence). — Ce condenseur est constitué par une série de doubles plaques ondulées en cuivre, constituant chacune une conduite séparée de vapeur, soudées sur leurs bords et sur des cadres juxtaposés qui communiquent entre eux. L'eau de refroidissement passe entre les doubles plaques dans lesquelles se condense la vapeur. Ces condenseurs, moins encombrants que les condenseurs à tubes et dont les joints sont moins nombreux, ont donné, aux essais, des résultats encourageants.

MM. Broquelet et Brégeaut (*Manuel complet de l'imprimeur lithographe*). — Le Manuel complet de l'imprimeur lithographe de MM. Broquelet et Brégeaut est fort bien présenté dans un format pratique et élégant. Il est bien complet et la lecture en est fort intéressante. Il a surtout pour but de faire comprendre à l'ouvrier qu'il a tout intérêt à ne plus exécuter son travail machinalement et qu'il lui importe au contraire de bien analyser ce qu'il fait et de concourir au progrès et au développement de son industrie.

Le but que se proposent les auteurs est atteint par une grande netteté, une grande clarté d'exposition, qui font de ce livre un guide précieux pour le lithographe.

Les jeunes ouvriers imprimeurs et conducteurs-lithographes y trouveront des notions très précises sur l'histoire de la lithographie, la manière de dresser et préparer les pierres, compositions et reports ; sur l'outillage, les soins à donner aux presses, les tirages d'épreuves, la manière de faire les reports, les moyens d'employer les noirs et les couleurs, l'impression de la chromolithographie, de la décalcomanie, etc.

Un tel petit livre mérite d'être répandu le plus possible et rendra de réels services.

M. Deloche (*Moteur à pétrole « Ixion »*). — Ce moteur est du genre dit à deux temps, ou fournissant une course motrice par tour. Sa distribution est faite très simplement sans aucune pièce mobile spéciale, uniquement par le mouvement du piston moteur et par la rotation de l'arbre. Ces moteurs se construisent avec un ou plusieurs cylindres et jusqu'à des puissances de 50 chevaux. Ils ont reçu de nombreuses applications sur les automobiles, des canaux, des batteuses agricoles... Leur rendement est satisfaisant et leur simplicité très remarquable.

M. Lemaire (*Appareil à rectifier par meulage*). — Cet appareil ingénieux et bien construit répond exactement à sa destination. Il est de nature à rendre de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grands services dans l'industrie en permettant l'emploi du meulage dans les plus petits ateliers.

M. Pacoret (*La technique de la houille blanche*). — Par sa documentation remarquable, cet important ouvrage constitue une mine précieuse de renseignements pour tous les ingénieurs qui s'intéressent aux usines hydro-électriques et aux transports d'énergie.

M. M. Picard (*Sélomètre*). — Cet appareil, portatif et d'un maniement des plus faciles, permet de mesurer rapidement et avec une grande précision les profondeurs des trous et creusures pratiqués dans des pièces telles, par exemple, que les platines de montres. Il est appelé à rendre des services très appréciables dans la petite mécanique, celle de l'horlogerie notamment.

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. Alby, séance du 10 janvier 1908. — *Société des Arts de Londres.*
Audouin, séance du 22 novembre 1907. — *Correction des rivières à fond mobile.*
Barsacq, *Bulletin* de mars 1908, p. 368. — *Les insecticides vénéneux.*
Lainé. — *Épuration des eaux d'égout par la tourbe.*
Commandant Janvier, séance du 8 mars 1908. — *Les automobiles à six roues.*
Commandant Renard, séance du 11 décembre 1908. — *L'aéroplane.*
Hersent, séance du 10 avril 1908. — *Mise au point de notre outillage maritime.*
Wallon, séance du 28 février 1908. — *La photographie en couleurs.*
Stanton. — *La féculerie en Hollande.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MÉDAILLES

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

MÉDAILLES D'OR

Nos d'ordre.	NOMS DES LAURÉATS.	NOMS DES RAPPORTEURS nommés par les comités.	INVENTIONS OU PERFECTIONNEMENTS qui ont motivé les médailles.
	MM.	MM.	
1	Belin.	Pector.	Télé-Stéréographe (1).
2	Bourdon (Ch.).	Bertin.	Chaudière (2).
3	Crevat.	Wéry.	Travaux sur les irrigations.
4	Delage.	Violle.	Chauffage par radiations.
5	Lodge.	Lecornu.	Allumage pour moteurs à gaz (3).
6	Mastain et Delfosse	Vincent.	Malaxeur pour sucreries (4).
7	Meurisse.	Bertin.	Chaudière (5).
8	Nicolardot.	Le Chatelier.	Ensemble de ses travaux.
9	Roger.	Violle.	Lampe à pétrole (6).

MÉDAILLES DE VERMEIL

	MM.	MM.	
1	André.	Muntz.	Ouvrage sur la Chimie agricole (7).
2	Boullanger.	Lindet.	Ouvrages sur les industries de fermentation (8).
3	Cardin.	Pillet.	Photosculpture (9).
4	Combemale.	Pillet.	Filtrage de l'air (10).
5	Frois.	Livache.	Ouvrage sur l'enlèvement des poussières (11).
6	Gilbert.	Sauvage.	Joint de tuyaux (12).
7	Le Soudier.	Levasseur.	Bibliographie française.
8	Manufacture d'horlogerie de Béthune.	Masson.	Bascule automatique.

(1) *Bulletin* de décembre 1908, p. 1442. — (2) *Bulletin* de juin 1908, p. 769. — (3) *Bulletin* de mars 1908, p. 353. — (4) *Bulletin* de décembre 1908, p. 1432. — (5) *Bulletin* de juin 1908, p. 778. — (6) *Bulletin* de janvier 1909. — (7) *Bulletin* de décembre 1908, p. 1546. — (8) *Bulletin* de novembre 1908, p. 1398. — (9) *Bulletin* de novembre 1908, p. 1281. — (10) *Bulletin* de décembre 1908, p. 1425. — (11) *Bulletin* de janvier 1909. — (12) *Bulletin* de mars 1908, p. 349.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nos d'ordre.	NOMS DES LAURÉATS.	NOMS DES RAPPORTEURS nommés par les comités.	INVENTIONS OU PERFECTIONNEMENTS qui ont motivé les médailles.
	MÉDAILLES DE VERMEIL (*Suite*).		
	MM.	MM.	
9	Monnoyer.	Mesnager.	Cheminées en ciment armé (1).
10	Noël.	Haller.	Essoreuse.
11	Rosset.	Fontaine.	Ouvrage sur les accumulateurs (2).
	MÉDAILLES D'ARGENT		
	MM.	MM.	
1	Blin.	Larivière.	Chevalet de reprisage (3).
2	Biron.	Brüll.	Condenseurs lamellaires (4).
3	Broquelet & Bregeaut	Belin.	Manuel de l'imprimeur lithographe.
4	Deloche.	Sauvage.	Moteur à gaz (5).
5	Lemaire.	Sauvage.	Appareil à rectifier par meulage (6).
6	Pacoret.	Fontaine.	Ouvrage sur la houille blanche.
7	Picard.	Toulon.	Sélomètre (7).

(1) *Bulletin* de novembre 1908, p. 1300. — (2) *Bulletin* de janvier 1909. — (3) *Bulletin* de mars 1908, p. 360. — (4) *Bulletin* de janvier 1909. — (5) *Bulletin* de janvier 1909. — (6) *Bulletin* de mars 1908, p. 345. — (7) *Bulletin* de mars 1908, p. 357.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MÉDAILLES

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

Nos d'ordre.	NOMS ET PRÉNOMS.	ANNÉES DE SERVICE.	ÉTABLISSEMENTS AUXQUELS ILS APPARTIENNENT.
	MM.		
1	Broihier (Généreuse)	32	Ouvrière à la *Cie Viellard-Migeon*, à Morvillars, canton de Belfort.
2	Charles (Victor)	25	Chef d'équipe à la *Cie du Chemin de fer d'Orléans*, à Bourges.
3	Collin (Charles)	40	Charron à la *Cie générale des Omnibus*, à Paris.
4	Coquelin (Georges)	24	Chef ajusteur à la *Cie des Chemins de fer de l'Ouest*, à Sotteville.
5	Delhaye (Madeleine)	53	Ouvrière chez *MM. Blanzy, Poure et Cie*, à Boulogne-sur-Mer.
6	Devos (Hippolyte)	45	Surveillant aux *Établissements Kühlmann*, à Lille.
7	Druart (Désiré)	46	Chef porion à la *Société anonyme des Mines de Meurchin.*
8	Duriez (Hippolyte)	33	Chef plombier aux *Établissements Kühlmann*, à Lille.
9	Gautier (Joseph)	36	Vérificateur aux ateliers de machines de la *Cie P.-L.-M.*, à Arles.
10	Jung (Jean)	36	Chef monteur au dépôt des Batignolles, *Cie des Chemins de fer de l'Ouest.*
11	Kauffmann (Laurent)	37	Contremaître-adjoint aux ateliers de la *Cie des Chemins de fer de l'Est*, à Epernay.
12	Laibe (Eugène)	33	Ouvrier à la *Cie Viellard-Migeon*, à Morvillars, canton de Belfort
13	Lheureux (Jean-Baptiste)	34	Ouvrier à la *Maison Egrot*, à Paris.
14	Louis (Jules)	36	Contremaître principal aux ateliers de la *Cie des Chemins de fer de l'Est*, à Mohon.
15	Marandet (Auguste)	46	Chef d'équipe aux *Usines de St-Jacques, Cie des Forges de Châtillon, Commentry et Neuves-Maisons*, à Montluçon.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nos d'ordre.	NOMS ET PRÉNOMS.	ANNÉES DE SERVICE.	ÉTABLISSEMENTS AUXQUELS ILS APPARTIENNENT.
	MM.		
16	Meurillon (Ursmar)	51	Contremaître à la *Société anonyme de Pérenchies*, à Lille.
17	Morand (Gilbert)	23	Contremaître des forges aux ateliers de la *Cie du Chemin de fer d'Orléans*, à Périgueux.
18	Muller (Jean)	40	Contremaître à la *Société française de cotons à coudre*, à Paris.
19	Pau (Jean)	39	Chaudronnier aux ateliers de voitures de la *Cie P.-L.-M.*, à Villeneuve-Saint-Georges.
20	Petitjean (Sébastien)	35	Ajusteur-mécanicien à *l'Imprimerie Chaix*, à Paris.
21	Pfeffer (Émile)	32	Surveillant des grues à vapeur, à la *Cie des Chemins de fer de l'Ouest*, au Havre.
22	Philippon (Jean)	46	Chef d'équipe aux *Usines de St-Jacques, Cie des forges de Châtillon, Commentry et Neuves-Maisons*, à Montluçon.
23	Roche (Nicolas)	40	Sous-chef aux ateliers de machines de la *Cie P.-L.-M.*, à Arles.
24	Rothe (François)	55	Ouvrier à la *Cie Viellard-Migeon*, à Morvillars, canton de Belfort.
25	Toussat (Charles)	39	Ouvrier monteur aux *Établissements Brouhot et Cie*, à Vierzon.
26	Vieillard (François)	53	Ouvrier à la *Cie Viellard-Migeon*, à Morvillars, canton de Belfort.
27	Violet (Napoléon)	35	Chef des travaux de Construction, *à l'Imprimerie Chaix*, à Paris.
28	Voisin (Antoine)	65	Ouvrier à la *Cie Viellard-Migeon*, à Morvillars, canton de Belfort.

Les Secrétaires de la Société,

HITIER ET TOULON.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MÉDAILLES

DÉCERNÉES AUX CONTREMAITRES ET OUVRIERS DES ÉTABLISSEMENTS MANUFACTURIERS ET AGRICOLES (voir le tableau p. 30 et 31).

C'est en 1830, il y a par conséquent soixante-dix-neuf ans, que la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale instituait un ordre de récompenses spéciales : *les médailles d'Encouragement pour les contremaîtres et ouviers des établissements industriels ou agricoles de toute la France*, dans le but de les exciter à se distinguer dans leur profession et d'encourager ceux qui se font le plus remarquer par leur bonne conduite et les services qu'ils rendent aux chefs qui les emploient :

Depuis cette époque, chaque année, la Société d'Encouragement a tenu à honorer, dans sa séance solennelle, en même temps que les savants et les ingénieurs dont les recherches contribuent si puissamment à la prospérité de l'Industrie et de l'Agriculture, les ouvriers et contremaîtres, ces modestes collaborateurs des agriculteurs et des industriels, estimant qu'ils doivent, eux aussi, et aujourd'hui plus que jamais, être comptés, comme nous le rappelait si bien notre président, « au nombre des meilleurs auteurs de la prospérité et de la réputation des maisons où leur vie s'est écoulée ».

Et souvent, du reste, Messieurs, parlant de la maison de leur patron, ces ouvriers et contremaîtres ne peuvent-ils pas dire avec une légitime fierté : *notre maison*. N'est-ce pas le cas, par exemple, de ces ouvriers et ouvrières de la maison Viellard-Migeon et Cie, de Morvillars?

Le directeur des forges de Morvillars, en nous adressant la liste des ouvriers et contremaîtres pour lesquels il sollicitait la médaille de la Société, nous écrivait :

« Nous avons l'honneur de vous remettre 13 dossiers concernant des ouvriers ayant tous plus de cinquante ans de services effectifs dans nos établissements. Si nous avions voulu soumettre à votre appréciation les dossiers de tous ceux qui nous ont fidèlement suivis depuis nombre d'années, nous aurions dû constituer un véritable volume.

« Sur 1 450 ouvriers environ que comptent nos établissements, 13 ont plus 30 ans de services, 50 plus de 40 ans et le double (soit 100) y travaillent depuis au moins 30 ans d'une manière effective, car dans ces chiffres nous ne comprenons pas le temps passé au service de l'armée. »

Nous avons sous les yeux les lettres des ouvriers de Morvillars nous exposant les services qu'ils ont rendus à l'usine, comment ils ont élevé leur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

famille, etc. : ces lettres, dans leur simplicité, sont vraiment éloquentes; vous en lire une, c'est vous les lire toutes :

« Je suis entré à la maison Viellard-Migeon en l'année 1852, où je travaille encore. J'ai travaillé comme poseur au balancier pendant quatre ans, puis j'ai été frappeur jusqu'en 1893; à partir de cette date j'ai travaillé comme cisailleur jusqu'à maintenant.

« J'ai élevé sept enfants, trois sont morts; le dernier laisse une veuve avec 4 enfants et les 4 autres travaillent encore chez ces messieurs. »

Vous remarquerez ces dernières lignes : les 4 enfants qui lui restent travaillent eux aussi à l'usine de Morvillars, — c'est la règle, chez MM. Viellard-Migeon. — « J'ai élevé 10 enfants, dont 4 sont morts, nous écrit un autre ouvrier, comptant 53 ans de service à l'usine, les survivants sont mariés et travaillent également chez MM. Viellard-Migeon. »

Vous vous associerez tous, Mesdames et Messieurs, avec le Conseil de la Société d'Encouragement pour unir dans vos applaudissements les patrons et les ouvriers des forges de Morvillars, et en particulier les cinq lauréats auxquels la Société décerne aujourd'hui la médaille.

MM. Voisin Antoine (56 ans de services); Laibe Eugène (55 ans de services); Vieillard François (53 ans de services); Rothe François (55 ans de services); Mlle Brohier Généreuse (52 ans de services).

C'est 53 ans de services à la maison *Blanzy-Poure et Cie* de Boulogne-sur-Mer que compte Mme Madeleine Delhaye. Depuis le 13 octobre 1855, date de son entrée à l'usine jusqu'à aujourd'hui, les patrons n'ont eu qu'à se louer de cette ouvrière qui est très assidue au travail et d'une bonne conduite.

M. Meurillon Usmar, né en 1836, entré le 29 novembre 1857 aux établissements de la *Société anonyme de Pérenchies* y est aujourd'hui contremaître, et un excellent contremaître pour lequel la Société de Pérenchies sollicite la médaille de la Société d'Encouragement.

M. Druart Désiré est entré comme ouvrier mineur à la *Société des mines de Meurchin* le 8 juin 1862; ne perdant aucune occasion de s'instruire il parvenait bientôt à savoir lire et établir lui-même un plan d'usine, aussi en 1878 fut-il nommé surveillant de fond, en 1886 fut-il promu porion et enfin chef porion en 1893, emploi qu'il occupe encore actuellement.

Il dirige plus de 700 ouvriers qui ne savent pas moins l'apprécier que les ingénieurs des mines de Meurchin n'apprécient eux-mêmes M. Désiré Druart.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A la *Compagnie des forges de Châtillon Commentry et Neuves-Maisons*, M. Jean Philippon compte 46 ans de services. Ouvrier habile, ayant fait preuve d'initiative dans les montages de tourelles et autres appareils, il est aujourd'hui chef d'équipe aux usines Saint-Jacques de Montluçon.

M. Marandet Auguste est également chef d'équipe aux mêmes usines. Il y compte actuellement 46 ans de services, et il y est toujours considéré comme un ouvrier extrêmement assidu et dévoué, qui sait s'acquitter d'une façon remarquable des travaux difficiles qui lui sont confiés.

M. Charles Collin, charron au dépôt de Plaisance, compte 41 ans de services à la *Compagnie des Omnibus*, c'est un excellent ouvrier sous tous les rapports.

Il en est de même de M. Toussat Charles, ouvrier monteur de batteuses à la *Société de Construction mécanique de Vierzon* (Cher), qui compte 39 ans et demi de services consécutifs chez MM. Brouhot et Cie.

M. Jean-Baptiste Lheureux compte maintenant 43 ans de services dans les ateliers de *M. Egrot*, comme perceur : M. Egrot le considère comme un ouvrier tout particulièrement méritant et très honorable, qu'il est heureux de signaler à la Société.

Les établissements Kuhlmann ont toujours à nous proposer de nombreux ouvriers et contremaîtres, très dignes des récompenses de la Société et par le fait de leurs longues années de services et par le fait du dévouement assidu et intelligent qu'ils ne cessent de montrer.

C'est ainsi que M. Hippolyte Devos est entré aux usines de la Madeleine depuis 43 ans; c'est un brave ouvrier qui a donné toujours toute satisfaction à ses chefs sous tous les rapports. Il a su élever une nombreuse famille dont 6 enfants sont encore vivants.

M. Hippolyte Duriez est entré à l'usine de Loos le 27 août 1876. D'abord ajusteur, chargé du montage et de l'entretien des installations d'élévation d'acide, il devint plombier, puis chef de l'atelier de plomberie depuis 1892.

En cette qualité de chef plombier, Duriez a rendu les plus grands services aux établissements Kuhlmann, en raison du rôle important que joue le plomb dans la grande industrie chimique.

Son esprit très ingénieux lui a permis d'imaginer un grand nombre de dispositifs que les établissements Kuhlmann emploient pour leurs circulations d'acides et élévation d'acides par appareils à air comprimé Il a trouvé égale-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment un grand nombre de dispositifs de sécurité pour la manipulation de l'acide sulfurique.

Plusieurs des inventions de M. Duriez, soumises à la Société industrielle du Nord de la France, lui ont valu une médaille spéciale de cette Société en 1903. Aujourd'hui la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale est heureuse de lui décerner sa médaille, comme à un des contremaîtres français qui s'est le plus distingué dans sa profession.

C'est également le type de l'ouvrier d'élite que M. Muller Jean, né à Sarreguemines (Moselle) en 1854, entré en 1868 à l'usine de Pantin de la *Société française des cotons à coudre*, et qui y compte maintenant par conséquent 40 ans de services.

« Très habile mécanicien, nous écrit l'administrateur délégué de cette société, M. Muller Jean s'est spécialisé dans l'étude, l'entretien et le perfectionnement des machines particulières à notre industrie des cotons à coudre, telles que machines automatiques à peloter et bobiner le fil de coton. Assidu aux cours du soir pour achever son instruction, il a conquis ses grades dans l'usine et est devenu contremaître de la manufacture. Connaissant admirablement le matériel, il y a apporté de réels perfectionnements; ses directeurs l'apprécient en outre hautement pour sa parfaite tenue et son grand dévouement. »

M. Violet Napoléon, entré en 1878 à la Société anonyme: *Imprimerie Chaix*, est, actuellement et depuis plus de 25 ans, chef des travaux de construction et d'entretien des bâtiments de la maison Chaix.

Par son intelligence et sa conscience, M. Violet a atteint aujourd'hui une véritable maîtrise pour la conduite de tout ce qui se rapporte aux métiers du bâtiment; les directeurs de la maison Chaix considèrent comme un collaborateur des plus précieux ce chef des travaux qui depuis 33 ans n'a cessé d'accroître son mérite et sa valeur professionnelle.

Depuis 33 ans également dans la même maison, l'*Imprimerie Chaix*, M. Petitjean Sébastien est occupé comme ouvrier ajusteur mécanicien; ouvrier modèle au point de vue professionnel comme au point de vue de toutes les qualités à désirer d'un ouvrier, M. Petitjean, aujourd'hui, grâce à son intelligence et à sa valeur des plus sérieuses, supplée, depuis de nombreuses années déjà, le chef mécanicien et le remplace à l'occasion.

Nos grandes Compagnies de chemins de fer possèdent un personnel d'élite et elles sont certes embarrassées pour faire un choix parmi les agents en faveur desquels elles sollicitent la médaille de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale. Non moins embarrassé se trouve votre rapporteur au

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

milieu de tant de sujets méritants pour en éliminer le plus grand nombre et n'en conserver que quelques-uns.

Cette année notre Société décerne sa médaille à trois agents de la *Compagnie P.-L.-M.* :

1° M. Roche Nicolas, actuellement sous-chef d'ateliers aux ateliers de machines d'Arles, entré à la Compagnie en 1867.

2° M. Pau Jean-Baptiste, entré à la Compagnie en 1867, occupé en qualité de chaudronnier aux ateliers des voitures de Villeneuve-Saint-Georges et qui s'y est tout particulièrement fait remarquer par son exactitude et sa conduite exemplaires.

3° M. Gautier Joseph, qui fait partie du personnel de la Cie P.-L.-M. depuis le 4 avril 1870 a été successivement occupé aux ateliers d'Arles en qualité d'ajusteur, de monteur, de chef monteur et enfin de vérificateur; dans toutes ses fonctions la Compagnie se plaît à reconnaître que M. Gautier lui a rendu de réels services.

A la *Compagnie de l'Ouest* (elle existait encore en 1908 alors qu'elle nous adressait ses propositions) nous n'avons pu retenir également que les noms de trois agents : 1° M. Pfeffer Émile, chef d'équipe de montage au dépôt du Havre, après y avoir débuté comme simple ajusteur.

2° M. Coquelin Georges, chef ajusteur aux ateliers de Sotteville.

3° M. Jung Jean, chef monteur au dépôt des Batignolles.

Ces trois chefs d'ateliers se sont toujours fait remarquer par leur exactitude, leur zèle, leur habileté professionnelle.

MM. Charles Victor et Morand Gilbert font partie du personnel de la *Compagnie d'Orléans*. — M. Charles est chef d'équipe à Bourges; très intelligent, actif et dévoué, il donne beaucoup de travail et sait en faire donner; il dirige d'une façon remarquable le personnel qui lui est confié.

M. Morand est contremaître à l'ajustage aux ateliers de Périgueux. Il s'est distingué tout particulièrement par l'ingéniosité déployée pour modifier diverses machines-outils en vue de permettre l'emploi des outils à acier rapide.

M. Louis Jules est contremaître principal aux ateliers de Mohon, *Compagnie de l'Est*, il a toujours apporté dans ses fonctions le plus grand zèle et le plus grand dévouement. L'ingénieur des ateliers de Mohon est heureux de signa-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ler cet agent comme ayant puissamment contribué à réaliser de réels progrès dans son art.

Enfin M. KAUFMANN LAURENT, né à Haguenau (Bas-Rhin) en 1860, est entré aux ateliers d'Épernay de la *Compagnie de l'Est* en 1872 comme apprenti tourneur, à 0 fr. 50 par jour; en 1885, nous l'y retrouvons en qualité de tourneur à 4 fr. 75 par jour. Le 1er novembre 1888 il est attaché à la Compagnie comme ouvrier principal tourneur commissionné à 5 fr. 25 par jour.

Le 1er mai 1901 il fut nommé chef tourneur à 8 francs par jour. Il est, depuis le 1er novembre 1902, contremaître-adjoint et son traitement a été porté à 3000 francs par an le 1er novembre 1907.

Telles ont été les étapes successives de notre dernier lauréat, de ce « bon ouvrier », qui a su toujours se faire remarquer de ses chefs par sa bonne conduite et son habileté, et a su se créer ainsi une situation parfaitement honorable à tous les points de vue.

Mesdames et Messieurs, je n'ose m'excuser d'avoir été trop long, car en définitive j'ai été trop court; j'aurais dû vous dire, mais beaucoup mieux que je ne l'ai fait, les mérites de nos lauréats contremaîtres et ouvriers; je n'ai pu ici, en ces quelques mots, que vous les rappeler, que vous les énumérer d'une façon succincte et brève, d'une façon qui certainement vous aurait paru fastidieuse et monotone, vous aurait fatigués, si jamais on se lassait, on se fatiguait, à entendre rappeler des exemples si éloquents dans leur simplicité, si encourageants surtout lorsque l'on songe que ce ne sont pas des exemples isolés mais que c'est par centaines et milliers qu'on les rencontre, heureusement, encore aujourd'hui, dans notre industrie et notre agriculture françaises.

H. HITIER.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES

Rapport, fait par **M. E. Sauvage**, au nom du *Comité des Arts mécaniques*, sur un appareil a sertir les tubes de chaudières de **M. Gallon**.

M. Gallon, contremaître au dépôt de la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest à Sotteville, a présenté à la Société un appareil destiné à sertir les extrémités des tubes à fumée des chaudières.

L'invention de M. Gallon est l'objet des brevets n° 53 903 du 8 mai 1908, n° 59 821 du 14 novembre 1908 et n° 6588 du 24 novembre 1908. Elle a été appliquée par son auteur à des chaudières de locomotives, mais elle peut convenir aux autres chaudières tubulaires.

Le procédé ordinaire de montage des tubes à fumée consiste en un mandrinage au *dudgeon*, qui dilate le tube en le faisant coller contre les parois du trou percé dans la plaque, puis en un sertissage ou rabattement de l'extrémité du tube qui dépasse légèrement la plaque (1), comme le montre la figure 1. Ce rabattement s'effectue généralement à l'aide d'un marteau et d'une petite chasse à gorge nommée *bordoir*.

Ce travail, procédant par chocs, a l'inconvénient d'ébranler le tube précédemment dudgeonné, qui se décolle de la paroi du trou de la plaque, de sorte que le rabattement du tube, s'il est une garantie contre le gonflement de la plaque tubulaire et transforme le tube en un tirant éventuel, en affaiblit la tenue dans la plaque. Quelquefois on fait suivre le rabattement de la collerette d'un second mandrinage au dudgeon ; mais alors le tube s'allonge un peu vers l'extérieur, et la collerette rabattue ne porte plus sur la plaque ; en outre, les mandrinages multipliés et souvent trop énergiques des nombreux tubes fatiguent la plaque tubulaire et la déforment d'une manière notable.

(1) Quelques constructeurs n'effectuent pas cette seconde opération et se contentent du simple mandrinage au dudgeon. Mais, surtout avec les pressions très élevées, la plaque tubulaire risque alors de ne pas être suffisamment maintenue en cas de relâchement des tubes ; en outre, la petite saillie non rabattue du tube est exposée à se brûler, et elle favorise la formation d'excroissances charbonneuses dites nids d'hirondelle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Habituellement, au lieu d'un second dudgeonnage, on se contente de resserrer l'assemblage par l'introduction de la virole ou bague conique représentée sur la figure 1. Le trou de la plaque est généralement percé suivant un cône correspondant.

Pour éviter les inconvénients du rabattement par chocs du tube, on a depuis longtemps construit des appareils à sertir analogues en principe au dudgeon : ces appareils sont munis de galets de forme appropriée agissant sur l'extrémité du tube. Mais l'usage d'aucun de ces appareils ne paraît s'être beaucoup répandu : ou bien ils étaient trop faibles et insuffisants, surtout avec les tubes en acier qui ont remplacé les tubes en laiton autrefois employés ; ou bien ils ne se prêtaient pas aux irrégularités que

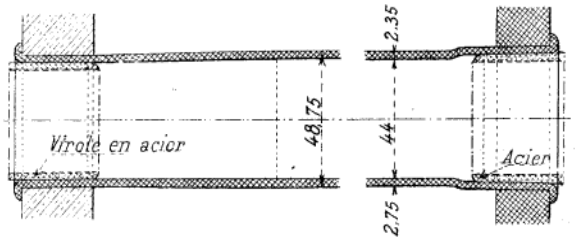


Fig. 1. — Tube à fumée de locomotive.

présentent beaucoup de plaques après un certain temps de service : ces plaques subissent de grandes déformations, surtout dans les foyers de locomotives, et sont loin de rester planes, de sorte que l'appareil, applicable aux chaudières neuves, ne l'était plus lors des remplacements de tubes.

Parmi ces appareils, on peut citer ceux de Brisse, en usage vers 1875 aux ateliers de la Compagnie des chemins de fer de l'Est à Épernay.

L'outil de M. Gallon (fig. 5, p. 290) consiste essentiellement en trois galets, qui peuvent rouler sur la circonférence du tube, et qui présentent chacun deux gorges : l'une pour sertir le bord du tube, l'autre pressée par une douille servant de chemin de roulement. Cette douille tourne autour d'un axe fixe, de sorte qu'en appuyant sur les galets, elle les fait rouler sur le bord du tube, qu'ils rabattent progressivement. Le profil des gorges est établi suivant la forme qu'on veut obtenir pour la collerette rabattue.

Le galet n'est pas porté par un axe ; il est complètement libre entre son chemin de roulement sur la douille et le tube à sertir ; les profils de ses

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gorges lui laissent toute liberté de se prêter aux inégalités de la surface sur laquelle se fait le sertissage ; il sertit un tube aussi bien dans un trou ovalisé et sur une plaque déformée, qui n'est plus perpendiculaire à l'axe du trou ni même plane, que sur une plaque neuve. C'est une propriété très importante pour l'entretien des chaudières.

De même que les galets de l'appareil dudgeon ordinaire, les galets du sertisseur Gallon sont emprisonnés dans une cage, qui n'a d'autre objet que de les maintenir à peu près en place, mais en leur laissant toute la liberté nécessaire,

L'axe de l'outil doit être solidement maintenu en place pour donner un appui à la douille qui presse les galets et les fait tourner. A cet effet, il porte à une de ses extrémités un mandrin extensible à griffes, qu'on peut coincer à l'intérieur du tube à sertir, au droit de la plaque tubulaire. Ces griffes laissent dans le tube de légères empreintes, qui n'ont pas d'inconvénients.

Pour réduire le frottement, M. Gallon a placé une couronne de billes entre la douille qui presse les galets et une autre douille, vissée sur l'axe, qui lui sert d'appui.

Restait à combiner le mouvement de rotation de la douille et le mouvement de serrage ou avancement suivant l'axe de l'appareil. La conjugaison automatique de ces deux mouvements ne paraît pas convenir, car le serrage par tour doit varier suivant la résistance, qui ne sera pas la même du commencement à la fin de l'opération, et qui est influencée par le diamètre, l'épaisseur, la nature du métal du tube.

M. Gallon a donné au problème une solution simple et efficace. Le mouvement de rotation de la douille presse-galets est commandé par un levier à cliquet, agissant sur une roue à rochet, levier que manœuvre l'ouvrier. Pour le serrage, il faut en outre faire tourner la douille-appui vissée sur l'axe. Cette douille peut être à volonté embrayée avec un anneau conique qui l'entoure, et qui porte une seconde roue à rochet actionnée par le levier unique de commande : il suffit, pour l'embrayage, que l'ouvrier fasse légèrement tourner un écrou moleté extérieurement, qui appuie l'anneau conique contre un cône correspondant de la douille à entraîner. L'ouvrier est ainsi complètement maître du serrage, qu'il produit graduellement suivant la résistance qu'il éprouve.

Le second cliquet, agissant sur l'anneau d'embrayage, est à double bec, de manière à pouvoir faire tourner en sens inverse la douille-appui, pour desserrer l'appareil une fois le sertissage terminé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Une description détaillée de l'appareil est donnée en annexe d'après une notice de l'inventeur, avec référence aux lettres que porte la figure 2.

Le fonctionnement de l'appareil est très satisfaisant ; il permet de sertir rapidement, d'une manière efficace, avec de larges collerettes, des tubes

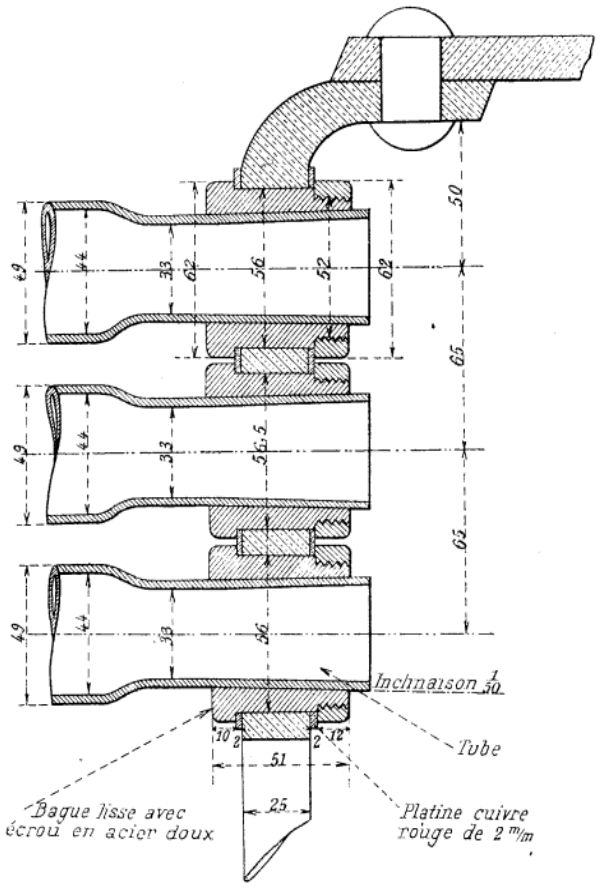


Fig. 2. — Réparation de plaque tubulaire par bague filetée.

en acier. Aussi plusieurs dépôts de la Compagnie de l'Ouest ont-ils été munis de cet outil, dont l'usage paraît destiné à se répandre.

Sur les locomotives de l'Ouest, le diamètre maximum des tubes est de 70 millimètres à l'extérieur, avec une épaisseur de 2 à 3 millimètres. La saillie des tubes avant sertissage est fixée à 8 millimètres pour ce diamètre, et à 6 millimètres pour les diamètres de 45 à 50 millimètres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Lorsqu'on introduit dans un atelier un outil réellement commode, on en voit fréquemment les emplois se multiplier pour des travaux autres que ceux prévus au début. Dans l'espèce, une application intéressante de son appareil sertisseur à la réparation des plaques tubulaires a été faite par l'inventeur lui-même.

Les plaques tubulaires des chaudières à tubes de fumée, spécialement dans les foyers des locomotives, sont exposées à des avaries qui les mettent rapidement hors de service, parfois après un petit nombre d'années d'usage.

Ces avaries consistent surtout en cassures entre les trous qui reçoivent les tubes. Ces cassures ne constituent pas un danger, dans les conditions de construction et de service des locomotives, parce que les tubes s'opposent d'une manière efficace à la rupture complète et à la projection des morceaux de plaque: la surface soumise à la pression est d'ailleurs réduite par la présence même des tubes. Pour obtenir une sécurité complète, il convient que l'adhérence de la plaque aux tubes soit énergique, et c'est un motif pour compléter l'action du mandrinage par celle du sertissage extérieur de la collerette. Néanmoins, ces cassures, si elles ne compromettent pas la sécurité, obligent à retirer la chaudière du service, à cause des fuites qu'elles occasionnent.

Devant la dépense très élevée du remplacement des plaques, on a depuis longtemps essayé ou appliqué divers procédés de réparation, pour en prolonger le service (1). Les principaux sont les suivants :

On a cherché à boucher les cassures par soudure autogène, mais avec des résultats médiocres.

On a rapporté, sur les parties cassées, des plaques de 10 à 15 millimètres d'épaisseur, formant couvre-joints et serrées par la rivure de bagues filetées, vissées dans les trous de la plaque tubulaire, ces couvre-joints étant au besoin en partie encastrés dans la plaque. Mais ces pièces étaient d'un ajustage difficile, résistaient mal à la chaleur du côté du feu, et la rivure des bagues filetées était insuffisante.

On a aussi recouvert les cassures en donnant une grande largeur aux

(1) On consultera utilement sur cette question :

La « Chaudière locomotive et son outillage », par G. Richard.

Un mémoire de M. Desgeans dans la « Revue générale des Chemins de fer », 1890, 2e semestre.

Un mémoire de M. Keromnès, dans le même périodique, 1892, 1er semestre.

Une note de la Compagnie du Chemin de fer de Paris à Orléans dans le « Bulletin de la Commission internationale du congrès des Chemins de fer », 1895, p. 2780.

Un mémoire de M. Ragno dans le même périodique, 1907, p. 405.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

collerettes rabattues des tubes, mais il est difficile de faire porter suffisamment ces larges collerettes sur la partie à cacher.

Un autre procédé consiste à percer un trou à l'endroit de la cassure, à le tarauder et à y visser un bouchon, soit tangent aux deux trous de tubes voisins, soit d'un diamètre plus grand, avec enlèvement ultérieur des parties débordantes du bouchon.

On peut citer encore l'ajustage de petites pièces en forme de 8, fixées à l'aide de deux vis par-dessus la cassure.

Un progrès important dans l'art de la réparation des plaques a consisté dans l'emploi de platines minces, de 2 millimètres environ d'épaisseur, à la place des anciens couvre-joints épais. Ces platines consistent en feuilles de cuivre découpées entre les trous de la plaque dans toute la région avariée, de manière à recouvrir complètement la surface restant entre les trous de tubes. A cause de leur faible épaisseur, ces platines se moulent exactement sur la plaque, malgré les déformations et irrégularités de la surface.

La question est alors de fixer convenablement ces platines. M. Ragno, ingénieur des chemins de fer italiens, place dans le trou de la plaque tubulaire un petit bout de tube en cuivre, qui en dépasse légèrement les deux faces, et il en sertit les deux extrémités, serrant ainsi entre deux collerettes les deux platines minces sur les deux faces de la plaque tubulaire. Le tube à fumée vient ensuite se monter, à la manière ordinaire, dans l'intérieur de la bague ainsi fixée.

Ce procédé a donné de bons résultats, notamment sur les chemins de fer italiens, et a permis de prolonger la vie des plaques tubulaires. Toutefois le sertissage par chocs des bagues n'est pas entièrement satisfaisant; de plus, ce mode de travail entraîne l'emploi de bagues en métal mou, comme le cuivre.

Aussi on était arrivé, dans les dépôts des chemins de fer de l'Ouest, à serrer les platines à l'aide d'une bague épaisse en acier (fig. 2) véritable boulon creux muni d'un écrou. On produisait ainsi un serrage énergique, mais avec des pièces coûteuses, massives et par suite exposées à se brûler, et en réduisant beaucoup le diamètre à l'entrée des tubes, qui se montent à l'intérieur de la bague. En outre, le serrage ne peut se faire que sur des surfaces planes parallèles, ce qui oblige à beaucoup diminuer l'épaisseur de certaines plaques.

L'outil sertisseur de M. Gallon, grâce à son action énergique, a permis de rendre encore plus efficace le système de réparation de M. Ragno, en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

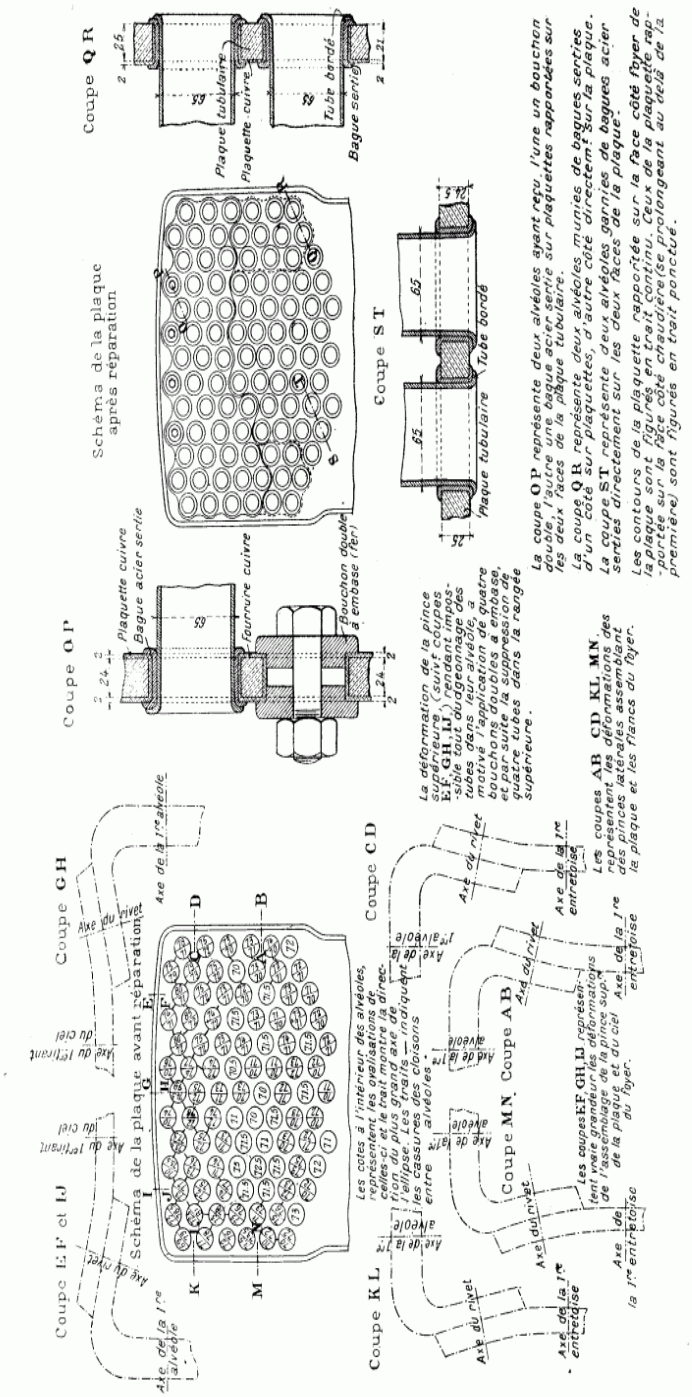


Fig. 3. — Plaque tubulaire de locomotive réparée par le procédé *Gallan*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

substituant aux bagues de cuivre des bagues en acier à larges collerettes

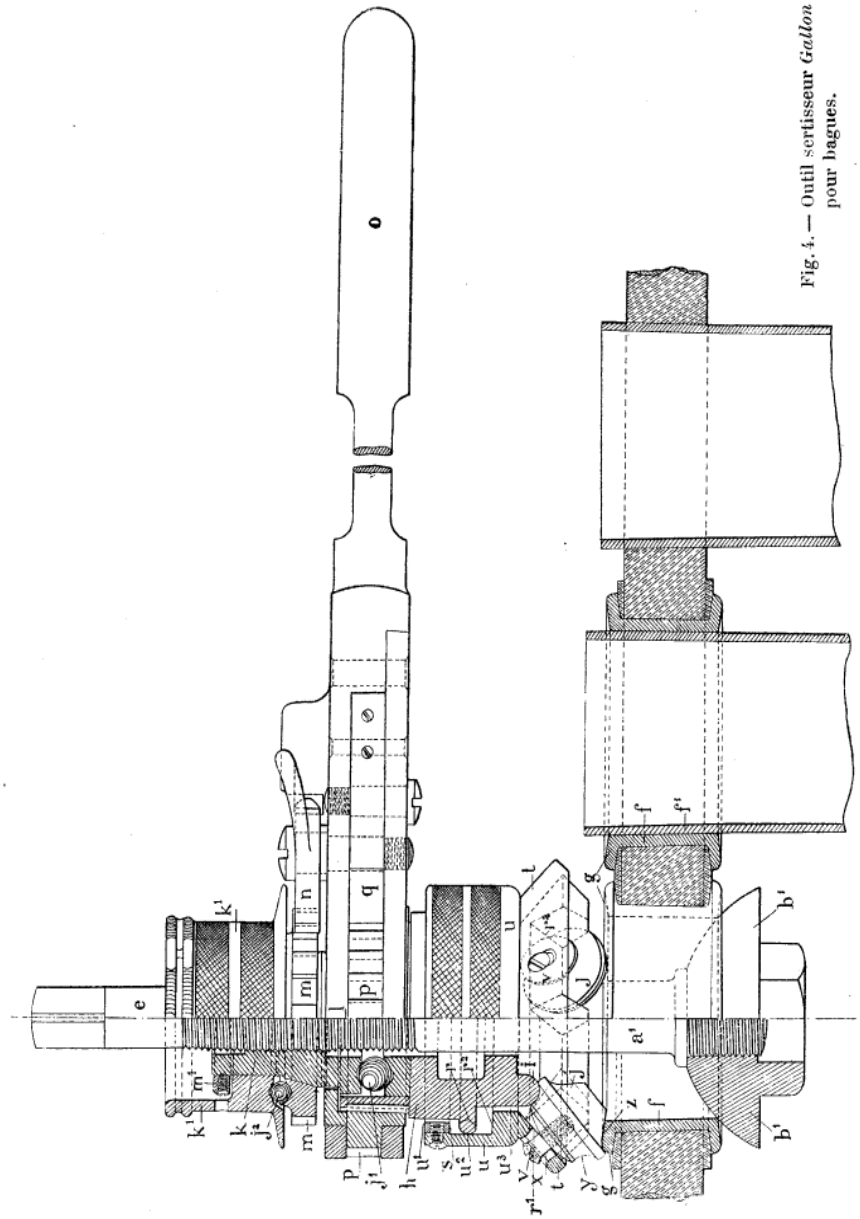


Fig. 4. — Outil sertisseur *Gallon* pour bagues.

fortement rivées. Ce procédé remplace alors avec avantage le système des bagues filetées de la figure 2,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La figure 3 représente une plaque tubulaire réparée de la sorte sur une grande partie de sa surface, Cette figure donne un exemple des énormes déformations que subissent en service les plaques tubulaires de locomotives.

Pour cette application, le mode de fixation de l'appareil a été modifié, en profitant de la facilité que donne la longueur réduite du tube à sertir, qui n'est plus qu'une simple bague : l'axe se visse (fig. 4) dans une embase sphérique qui prend appui sur une extrémité de cette bague pendant qu'on sertit l'autre. En outre, le profil des galets a été modifié en vue de la collerette plus large à obtenir. Le reste de l'appareil subsiste sans modification. On sertit en premier lieu la collerette située du côté intérieur de la plaque; il convient en effet, pour que le second sertissage ne contrarie pas l'effet du premier, de profiter de la forme conique des trous évasés vers l'extérieur. Le tube vient en dernier lieu se mandriner dans la bague ainsi rivée.

Le travail exige qu'on pénètre à l'intérieur de la chaudière, derrière la plaque tubulaire du foyer, ce qui est facile quand la tubulure est en grande partie enlevée. Dans le cas où quelques tubes seulement seraient démontés, on peut faire usage de bagues dont la collerette intérieure est faite d'avance.

Il n'est pas indispensable, pour aveugler la fuite, de monter une platine sur chaque face de la plaque : une seule suffit à la rigueur. La figure 3 montre que la platine extérieure a été supprimée sur certaines portions de la plaque, où elle risquait d'être trop rapidement altérée par l'action de la chaleur.

Le traçage sur place des platines et le découpage des trous se font rapidement à l'aide d'un outillage simple qui a été créé à cet effet.

Sur la figure 3, on voit le résultat d'une opération supplémentaire qu'on effectue parfois avant de monter les bagues rivées, et qui consiste à ramener à la forme circulaire les trous par trop agrandis et ovalisés : cela se fait simplement en y introduisant une bague en cuivre de forme convenable (ovale à l'extérieur, circulaire à l'intérieur); cette forme s'obtient aisément en martelant sur un mandrin un tronçon de tube cylindrique.

L'annexe numéro 2 donne un exemple du prix de la réparation d'une plaque avec le sertisseur Gallon, comparé au prix du procédé antérieurement appliqué.

En résumé l'appareil Gallon permet une réparation très efficace et peu

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

coûteuse des plaques tubulaires de locomotives, dont la durée est ainsi notablement prolongée.

En présence des bons résultats qu'il a obtenus, M. Gallon propose de garnir les trous des plaques tubulaires neuves de bagues d'acier serties aux deux bouts, bagues dans lesquelles se monteraient les tubes à fumée : il pense que cette application consoliderait les plaques et limiterait les déformations que cause souvent le mandrinage des tubes. Il constitue ainsi ce qu'il appelle une plaque tubulaire armée. Il est possible en effet que cette disposition présente quelque avantage, mais on ne peut encore donner un avis motivé à cet égard ; toutefois l'essai mérite d'être fait.

Votre Comité vous propose de remercier M. Gallon de son intéressante communication et d'insérer le présent rapport, avec ses figures et ses annexes, dans le *Bulletin* de la Société.

Lu et approuvé en séance le 12 février 1909.

Signé : E. Sauvage, *rapporteur*.

ANNEXE I

DESCRIPTION DE L'APPAREIL GALLON A SERTIR LES TUBES

L'appareil comporte (fig. 5), une tige centrale a dont l'extrémité inférieure porte un filetage conique b terminé par deux embases, sur lequel sont montés des disques fendus c, portant des anneaux élastiques d. La partie supérieure de la tige a porte une tête e, permettant de faire tourner cette tige.

En faisant tourner la tige a, on écarte les disques c, qui viennent presser énergiquement contre les parois du tube f', fournissant ainsi à l'appareil un point d'appui solide en même temps qu'ils soutiennent le tube et le préservent de toute déformation pendant le travail de rabattement du rebord g.

Le long de la tige a, peut se déplacer un fût h, qui porte à sa base un rebord circulaire i, formant le chemin de roulement sur lequel s'appuient les galets j pendant le travail. Ce fût présente à sa partie supérieure une cuvette dans laquelle sont disposées des billes j^1, recevant la pression d'un écrou de serrage k, se vissant sur un filetage l, et commandé par un rochet à friction m, recevant à son tour la pression d'un écrou à main moleté k'; par l'intermédiaire d'un second jeu de billes plus petites. Cet écrou moleté k', dont la course est limitée par une bague de butée m^1, permet de tourner l'écrou k à la main au début de l'opération.

Une roue à rochet p, commandée par un cliquet q, porté par le levier de manœuvre o, est clavetée sur le fût h et l'entraîne. Le fût h porte un rebord r, sur lequel s'appuie un rebord correspondant s de la boîte porte-galets u.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un certain jeu est ménagé en u^1 u^2 u^3, comme le montre le dessin, pour permettre à

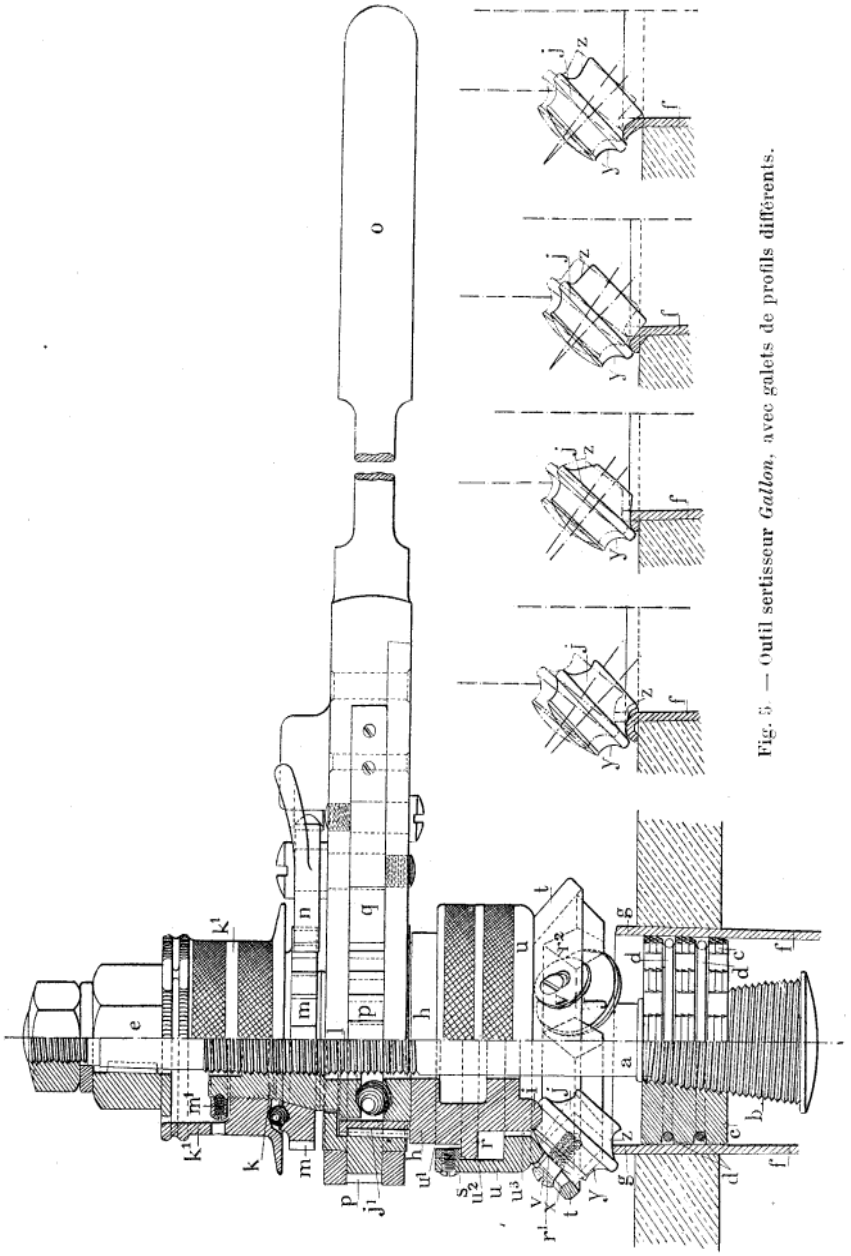


Fig. 5. — Outil sertisseur *Gallon*, avec galets de profils différents.

la boîte u de s'incliner plus ou moins sur l'axe du fût h. Les galets j, placés dans les logements pratiqués sur la nervure r^2 de la boîte u, sont munis d'axes v, qui peuvent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

jouer librement dans des fenêtres x d'un bord t de cette boîte u. Les galets j présentent une gorge y, qui s'appuie sur le chemin de roulement i, et qui a un profil correspondant, et une gorge z qui possède un profil étudié en vue de celui à donner au rebord du tube.

Fonctionnement. — Ayant mis l'appareil en place par le serrage du mandrin c, comme le montre la fig. 5, après avoir fait faire quelques tours à la main, si besoin est, à l'écrou k^1, on imprime un mouvement de va-et-vient au levier o. Le cliquet double n, convenablement tourné, agira sur le rochet m, obligeant l'écrou k à se visser sur la tige a, lorsque l'écrou moleté k^1 sollicité par la main provoquera le blocage du rochet m. L'écrou k fera à ce moment pression par l'intermédiaire des billes j^1 sur le fût h et sur les galets j. En même temps, le cliquet q fait tourner le rochet p et par suite le fût h; le chemin de roulement se met à tourner et fait rouler les galets j sur le bord g du tube f. Au moment où la pression produite par le vissage de l'écrou k sur la tige a devient suffisante, un léger desserrage à la main de l'écrou moleté k^1 amène le déblocage du rochet m. Au fur et à mesure que l'écrou k descend sur la tige a, les galets s'abaissent et opèrent peu à peu le rabattement du bord du tube comme il est représenté figure 2.

Lorsque l'opération est achevée, on change l'orientation du cliquet n, ce qui desserre l'écrou k; on fait tourner l'écrou e, ce qui détache le mandrin, et on peut retirer l'appareil pour passer au tube suivant.

D'après ce qui précède, on comprend que, pendant le travail, la boîte u peut s'incliner sur le fût h grâce aux jeux prévus. D'autre part, les axes v des galets permettent à ceux-ci de s'approcher ou de s'écarter du centre suivant les besoins, en s'inclinant sur l'axe du chemin de roulement. Dans ces mouvements, les galets s'appuient toujours sur la couronne de roulement i, et ils trouvent leur appui latéral contre les parois verticales de la boîte u où ils sont placés. De même, une butée de la nervure u^3 de la boîte u sur le rebord r du fût h se produit lorsque le déplacement maximum vertical de la boîte u est atteint, limitant ainsi l'inclinaison des galets j dans le cas où l'on opère à limite d'extension de l'appareil.

Renseignements sur le démontage. — Visite du chemin à billes supérieur ou de la portée du rochet m sur l'écrou k. Enlever la petite vis fixant la bague m^1, dévisser complètement cette bague m^1, dévisser la tige a à fond vers la partie supérieure, dévisser complètement l'écrou k^1. S'il agissait de détacher complètement ces pièces de l'appareil, démonter la tête e.

Visite du chemin à billes j^1. Il suffit d'ajouter au démontage précédent l'enlèvement des trois vis reliant le rochet p au fût h pour séparer ces deux pièces et retirer l'écrou k.

Visite du chemin de roulement i. Enlever les galets en dévissant complètement les trois axes v et renverser l'appareil. A ce moment, le rebord r^3 de la boîte u repose sur le rebord r du fût h, et il suffit de faire tourner à la main la boîte u pour découvrir successivement le pourtour entier du cordon i. S'il s'agissait de l'enlèvement de la boîte à galets, dévisser complètement les trois vis qui fixent la bague u^1 sur boîte u.

Substitution de galets. Il suffit de dévisser complètement les trois vis v pour que les galets quittent leur logement et se détachent de l'appareil.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE II

PRIX DES RÉPARATIONS DE PLAQUES TUBULAIRES

Plaque tubulaire, côté foyer, de la machine 2257 (Cie de l'Ouest).

Réparation à droite, comprenant 21 alvéoles, effectuée à l'aide de fourrures en acier doux, serties (procédé Gallon).

Réparation à gauche, comprenant 26 alvéoles, effectuée à l'aide de bagues lisses à écrous : acier doux.

NOUVELLE RÉPARATION, CD, FOURRURES

Main-d'œuvre.

	fr. c.	fr. c.
Rectification des deux faces de la plaque à l'endroit de la réparation :		
23 heures à 0 fr. 52	11,96	
23 heures à 0 fr. 46	10,58	
Alésage des alvéoles :		
12 heures à 0 fr. 46	5,52	
Découpage des 2 platines et alésage de celles-ci sur place :		57,22
15 heures à 0 fr. 52	7,80	
15 heures à 0 fr. 46	8,40	
Préparation, mise en place et sertissage des fourrures :		
12 heures à 0 fr. 52	6,24	
12 heures à 0 fr. 56	6,72	

Matières.

Cuivre rouge planche 2 mm. :		
6kg,500 à 1 fr. 90	12,35	14,55
Tube acier doux de 65/70		
4kg,700 à 0 fr. 47	2,20	
Total		71,77

Prix moyen par alvéole réparé

$\frac{71,77}{21} = 3$ fr. 41.

ANCIENNE RÉPARATION, CG, BAGUES LISSES

Main-d'œuvre.

	fr. c.	fr. c.
Rectification des deux faces de la plaque à l'endroit de la réparation :		
44 heures à 0 fr. 52	22,88	
44 heures à 0 fr. 56	24,64	
Alésage des alvéoles :		
14 heures à 0 fr. 46	6,44	
Découpage des 2 plaques et alésage de celles-ci :		
17 heures à 0 fr. 52	8,84	
17 heures à 0 fr. 56	9,52	98,66
Fraisage des platines pour la portée des embases des écrous :		
15 heures à 0 fr. 52	7,80	
15 heures à 0 fr. 56	8,40	
Rectification des bagues sur le tour :		
7 heures à 0 fr. 60	4,20	
Mise en place des bagues et serrage des écrous :		
5 h. 30 à 0 fr. 52	2,86	
5 h. 30 à 0 fr. 56	3,08	

Matières.

Cuivre rouge planche de 2 mm. :		
8kg,500 à 1 fr. 90	16,15	172,15
Bagues lisses avec écrous en acier doux :		
26 à 6 fr. (prix moyen)	156,00	
Total		270,81

Prix moyen par alvéole réparé

$\frac{270,81}{26} = 10$ fr. 41.

D'autre part, le remplacement de la plaque avariée par une neuve aurait coûté :

Main-d'œuvre.

Dépose de la vieille plaque	100 fr.	
Pose de la plaque neuve	300	400 fr.

Matières.

Plaque neuve et divers	1 100	»
A déduire, vieilles matières	600	500
Total		900

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES

Rapport présenté par **M. E. Sauvage**, au nom du *Comité des Arts mécaniques*, sur un appareil pour le sablage des roues de locomotives, par **M. Lambert.**

L'adhérence des roues de locomotives sur les rails n'est suffisante que lorsque le rail est sec ou au contraire abondamment mouillé ; mais les conditions atmosphériques, et parfois d'autres causes, rendent fréquemment les rails humides et gras, et l'adhérence devient insuffisante. On la rétablit par l'emploi du sable.

Mais l'opération, si simple en principe, qui consiste à amener du sable sur le rail devant la roue, n'est pas sans offrir quelques difficultés pratiques, et le fonctionnement des appareils employés à cet effet est loin d'être toujours satisfaisant.

La sablière ordinaire est une boîte munie de tuyaux de chute qui amènent le sable sur les rails devant les roues, quand on démasque l'ouverture des tuyaux dans la boîte. Pour éviter des obstructions trop fréquentes, surtout en temps de gelée, notamment par suite de l'emploi de sable humide ou mal criblé, on est conduit à donner aux passages de larges sections, d'où résulte un débit excessif. Quelquefois ce débit est contrôlé par une petite vis d'Archimède, qui prend le sable au fond de la boîte et l'amène au tuyau de chute : c'est une légère amélioration, mais la manœuvre de l'appareil est assujettissante quand elle se prolonge.

Dans la sablière à vapeur, un petit éjecteur, alimenté par la vapeur de la chaudière, aspire le sable et le projette entre le rail et la roue en très petite quantité : l'action en est très satisfaisante, pourvu que l'appareil soit en parfait état et que le sable soit suffisamment fin et bien sec : les traces d'humidité provenant des fuites de la robinetterie, paralysent facilement cet appareil. Bien que le robinet de manœuvre soit étudié en vue de réduire au minimum cette action fâcheuse des fuites, un entretien minutieux est nécessaire pour qu'on puisse compter sur la sablière.

Dans les sablières à air, le sable est entraîné par un jet d'air comprimé

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au lieu de vapeur : on diminue ainsi le danger de l'humidité, sans toutefois s'en débarrasser complètement, et le système demande encore beaucoup de soins.

M. Lambert, ingénieur de traction à la Cie des chemins de fer de l'Ouest, a imaginé un système amélioré de sablières, où il a conservé la rusticité des appareils primitifs (1). La disposition en est curieuse. Partant de ce principe que l'humidité est l'ennemi de tous les systèmes actuels, et qu'il n'est pas facile de s'en débarrasser avec certitude, M. Lambert a cherché une solution inverse de celles adoptées jusqu'à ce jour : il mélange au sable une grande quantité d'eau qui l'entraîne sur le rail. Le sable mouillé présente d'ailleurs certains avantages sur le sable sec : il se colle sur le rail et même sur les bandages des roues qui ont passé sur le rail sablé : il en résulte une action plus durable, et le sable versé devant une des roues couplées d'une locomotive sert aussi pour les suivantes plus que quand le sable est sec. Cette action s'étend même aux roues des wagons quand elles arrivent sur le rail sablé par la locomotive, ce qui augmente l'effet des freins.

C'est par des appareils simples que M. Lambert a réalisé son invention. Le fond de la sablière est en pente vers l'embouchure des tuyaux de chute *c* (fig. 1), mais la pente est assez faible pour que le sable n'y coule pas spontanément : au besoin, une chicane *d e f* devant l'embouchure empêche l'écoulement spontané. En outre, quand on remplit la sablière de sable, on doit mouiller la couche inférieure. Près du fond de la boîte *a*, se trouve un tuyau *g d'* percé de petits trous, par lesquels on peut envoyer de l'eau chaude prise à la chaudière, en ouvrant un robinet de manœuvre : l'eau, pénétrant dans la masse de sable, le divise et l'entraîne dans les tuyaux de chute.

A la description, le système paraît un peu grossier, mais en pratique il a donné de bons résultats. A la fin d'octobre 1908, 51 locomotives de l'Ouest étaient munies de la sablière Lambert, et l'application était en cours sur 120 autres. D'autres administrations mettent le système en essai, en France et à l'étranger.

Les sablières peuvent être placées au-dessus de la chaudière ou sur le tablier de la machine (fig. 1 et 2) ; la forme en tronc de cône représentée sur la figure 1, sans être indispensable, est recommandée par l'in-

(1) L'appareil Lambert est l'objet d'un brevet n° 392 469 du 26 septembre 1908.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

venteur comme s'opposant aux accrochages qui empêcheraient un sable

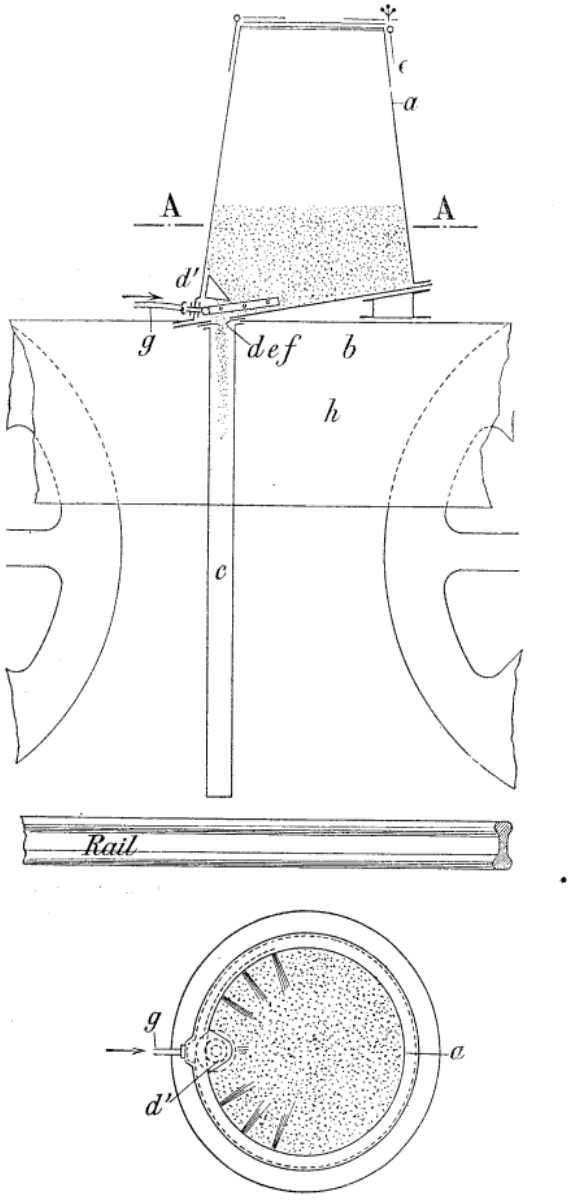


Fig. 1 et 2. — Sablière *Lambert* montée sur le tablier d'une locomotive.

argileux de descendre au fond de la boîte. Le tuyau de chute doit s'écarter le moins possible de la verticale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette disposition a, en principe, un inconvénient : le sable tombe sur le rail à une certaine distance en avant de la roue, de sorte que l'action n'en est pas immédiate; les sablières à vapeur et à air ont au contraire l'avantage de projeter le sable instantanément entre le rail et la roue. Toutefois l'inconvénient ne sera guère sensible qu'au départ même de la locomotive, et on y remédie facilement en prenant la précaution de

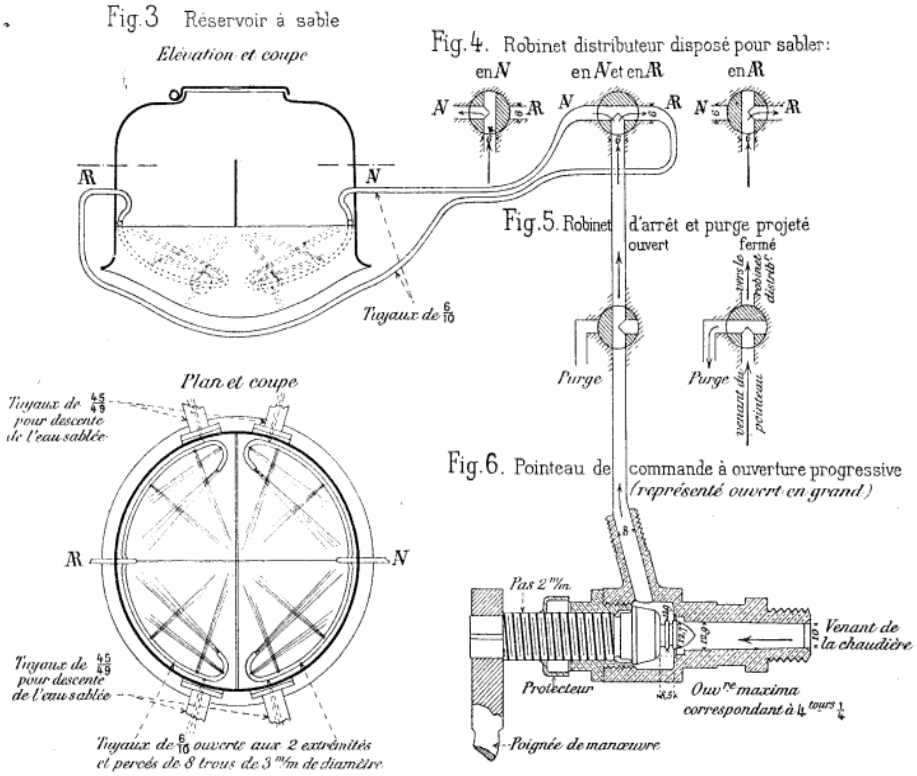


Fig. 3, 4, 5 et 6.

mettre la sablière en action un instant avant l'arrêt qui précède le départ, grâce à l'adhérence du sable aux rails et aux bandages signalée plus haut.

En ouvrant plus ou moins le robinet d'envoi d'eau chaude, on peut, dans une certaine mesure, régler le débit de sable; mais ce réglage est incertain et parfois l'appareil donne lieu à un écoulement excessif au point de vue de la consommation de sable; ce défaut est compensé par la persistance de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'effet produit : il suffit, quand l'adhérence est mauvaise, de faire fonctionner l'appareil par intermittences.

Fig. 7

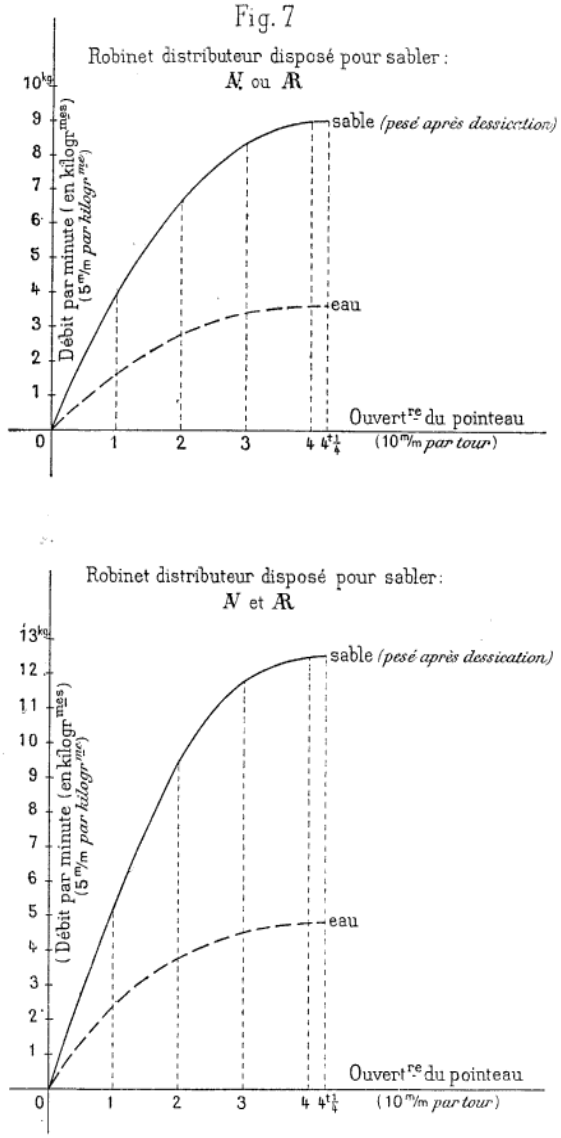


Fig. 7.

Toutefois l'adresse dans le maniement de l'appareil a une grande importance pour éviter la projection sur le rail de masses excessives de sable,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui semblent de nature à augmenter la résistance au roulement de tous les véhicules du train.

Il convient que le sablage des roues puisse être fait dans les deux sens de marche. Une solution complète consiste à placer des sablières en avant et en arrière du groupe des roues accouplées. On se contente souvent d'une sablière unique placée sur la chaudière (fig. 3), et munie de chaque côté de deux tuyaux de part et d'autre d'une roue, notamment de la roue milieu d'un groupe de trois roues couplées. Cela peut se faire sans donner aux tuyaux une pente exagérée. Deux tuyaux différents envoient l'eau dans la sablière suivant qu'on veut sabler en marche avant ou arrière ; on trouve même avantage, sur les machines à trois essieux couplés montées de la sorte, à envoyer à la fois du sable dans tous les tuyaux de chute : si l'un d'eux se trouve obstrué, le sable ne fait pas défaut sur un côté de la machine.

Ce montage a l'inconvénient de ne pas soumettre toutes les roues motrices à l'action du sable : mais cet inconvénient ne tient pas à l'appareil, et il existe aussi avec la plupart des sablières anciennes : pour ne pas encombrer la locomotive, on ne les multiplie pas autant qu'il serait nécessaire. La sablière Lambert se prête même mieux qu'une autre au sablage complet des roues motrices, puisqu'il suffit d'envoyer le sable en avant du groupe des roues motrices avec des sablières différentes pour chacun des sens en marche.

Des expériences ont montré que cet appareil était peu sensible à l'action de la gelée, l'eau envoyée pendant le fonctionnement étant très chaude et abondante. Cependant l'obstruction du tuyau paraît pouvoir quelquefois se produire par condensation prolongée de la fuite du robinet de manœuvre (fig. 6). Pour l'hiver, l'inventeur a prévu un robinet d'arrêt et de purge (fig. 5), qu'on maintient fermé lorsqu'on prévoit ne pas avoir besoin de sable pendant une longue période. Un troisième robinet, distributeur (fig. 4), peut être disposé pour sabler en marche avant, en marche arrière ou même dans les deux sens à la fois, pour le motif indiqué plus haut. Cette installation de trois robinets correspond aux tâtonnements du début, et devrait faire place, dans l'appareil définitif, à une robinetterie plus simple et plus compacte.

L'appareil Lambert n'exige aucun soin particulier dans le choix du sable : un criblage grossier sur des mailles de 7 à 8 millimètres suffit. Au contraire les sablières à air et à vapeur exigent un sable soigneusement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

choisi, non argileux, finement criblé, et desséché dans des fours spéciaux : cette préparation est assez coûteuse.

La figure 7 représente graphiquement les essais de consommation de l'appareil : en abscisses, sont portées les ouvertures du robinet de prise d'eau, en ordonnées les poids d'eau et de sable dépensés par minute. Un des tracés s'applique au sablage pour une seule direction, l'autre au sablage simultané par les tuyaux avant et arrière. On voit que la consommation peut atteindre $3^{kg},5$ d'eau avec 9 kilogrammes de sable par minute dans le premier cas, et $4^{kg},7$ d'eau avec $12^{kg},5$ de sable dans le second.

La sablière Lambert s'applique également au matériel des tramways.

La question de l'adhérence par tous les temps des roues de locomotives est d'autant plus importante que, dans les constructions modernes, l'effort de traction croît plus vite que le poids adhérent ; c'est un problème auquel M. Lambert apporte une solution pratique efficace, ainsi que le prouvent des applications déjà assez nombreuses et prolongées.

Différentes modifications ont été apportées aux systèmes de freins continus en vue d'en rendre l'action plus rapide : mais la mauvaise adhérence des roues sur le rail diminue l'efficacité des systèmes les mieux combinés. Aussi, serait-il fort intéressant de faire des expériences comparatives d'arrêts sur rails gras, avec et sans l'emploi de la sablière Lambert, qui paraît être l'une des plus efficaces à ce point de vue spécial. Il est probable que ces expériences indiqueraient une réduction des longueurs d'arrêt, bien que l'action du sable sur les différentes roues du train ne se produise que successivement lorsqu'elles arrivent au point où la locomotive a commencé à verser le sable.

Il serait intéressant de signaler à M. Lambert l'intérêt que présenteraient des expériences comparatives d'arrêts, et le Comité des Arts mécaniques exprime le vœu que ces expériences soient entreprises par une administration de chemins de fer faisant usage de son système de sablière.

Aussi Votre Comité vous propose de remercier M. Lambert de son intéressante communication et de publier, dans le *Bulletin* de la Société, le présent rapport, avec les figures qui l'accompagnent.

Lu et approuvé en séance, le 12 février 1909.

Signé : E. Sauvage, *rapporteur.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CONFÉRENCES SUR L'AVIATION

par **M. le commandant Renard**

2e CONFÉRENCE (23 JANVIER 1909)

L'air comme obstacle. – Le plan mince. — Coefficient de résistance de l'air. Les carènes aériennes.

MESSIEURS,

C'est la première fois qu'il m'arrive de faire une série de conférences; jusqu'à présent, je n'avais fait que des conférences isolées, et je dois à la vérité historique de dire que j'avais eu généralement un auditoire assez nombreux et très sympathique; mais, une fois la conférence terminée, je n'avais plus à m'inquiéter de ce qu'étaient devenus mes auditeurs d'une seule séance, tandis que l'autre jour, à la suite de la première de cette série, je me demandais avec une certaine anxiété si je retrouverais à la seconde, à la troisième conférence et aux suivantes un auditoire aussi nombreux que la première fois. La seule inspection de cette salle, en me dispensant de me livrer à un comptage précis, me rassure complètement, et mon premier devoir est de vous remercier de la satisfaction que j'éprouve à vous retrouver ici.

Je suis heureux de voir dans cette salle l'uniforme de l'École polytechnique, à un jour où nos jeunes camarades n'ont pas d'habitude de congé. Je sais qu'ils ont eu une prolonge, et, en me reportant à l'époque où je portais cet uniforme, je ne sais pas si j'aurais eu le courage de sacrifier une soirée théâtrale pour aller entendre une conférence scientifique; je vous suis donc particulièrement reconnaissant, mes chers camarades, d'avoir bien voulu assister à la réunion de ce soir.

Au début de la conférence de l'autre jour, j'avais prévenu mes auditeurs que j'étais prêt à répondre aux objections ou aux demandes de renseignements qu'on pourrait m'adresser : je n'ai reçu depuis la dernière fois aucune lettre, par conséquent je n'ai pas à donner de réponse particulière et je puis immé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

diatement entrer dans le sujet de la conférence d'aujourd'hui. Mais, auparavant, il n'est pas inutile de rappeler très brièvement ce que j'ai dit la dernière fois.

Nous nous sommes occupés des généralités concernant l'aviation. Nous avons d'abord rappelé ce principe que, pour réaliser la navigation aérienne, il faut résoudre deux problèmes : celui de la sustentation, qui consiste à se maintenir à une hauteur déterminée : et celui de la direction, qui consiste à se transporter d'un point à un autre dans le plan horizontal.

Le problème de la sustentation peut être résolu par deux procédés différents : lorsqu'on a recours au principe d'Archimède en constituant des corps plus légers que l'air, on fabrique des aérostats et on fait de l'aérostation ; lorsque, au contraire, on a la prétention de se soutenir dans l'air avec un corps plus lourd que l'air, c'est la sustentation dynamique, on fait de l'aviation. Mais, qu'on fasse de la sustentation statique avec des aérostats ou de la sustentation dynamique avec des appareils d'aviation, le mode de direction est le même : il faut pour se diriger avoir, dans le sens horizontal, une vitesse propre par rapport à l'air ambiant supposé immobile, vitesse propre supérieure à celle du vent au moment où a lieu le voyage aérien.

Si le mode de direction est le même, les difficultés ne sont pas les mêmes quand il s'agit d'aérostation ou quand il s'agit d'aviation. Lorsqu'il s'agit d'aérostation, on obtient la sustentation sans aucune dépense de travail dynamique, mais on a une difficulté énorme au point de vue de la vitesse, en raison de la place qu'occupe le ballon et de la masse d'air qu'il faut déplacer lorsqu'on se transporte dans le sens horizontal. Lorsqu'on veut faire de l'aviation, il faut, au contraire, dépenser un travail mécanique énorme pour arriver seulement à se soutenir ; mais, par contre, la résistance au déplacement est beaucoup moindre à raison des formes grêles de l'appareil, et lorsqu'on dispose de la puissance motrice suffisante pour arriver à se soutenir dans l'atmosphère, il suffit d'une très faible fraction de cette puissance pour se déplacer à des vitesses considérables. Cela est vrai pour tous les appareils d'aviation ; cela l'est surtout pour ceux qui sont le plus en faveur, pour les aéroplanes, car pour eux la sustentation n'est obtenue que grâce à un déplacement horizontal rapide ; quand ils possèdent la sustentation, ils ont en même temps la vitesse ; c'est une de leurs propriétés essentielles.

Le problème de l'aviation se réduit donc presque uniquement à la sustentation puisque l'on obtient la direction pour ainsi dire par surcroît ; il est par suite donc indispensable de connaître les lois de la résistance de l'air, et c'est à l'exposé de ces lois qu'a été consacrée la première conférence.

Quatre facteurs entrent dans le calcul de la résistance de l'air ; le premier

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est le poids spécifique de l'air au moment où l'on opère; la résistance de l'air lui est proportionnelle. Le deuxième est la vitesse. Il ne s'agit ici que de la vitesse relative, de la vitesse par rapport à l'air ambiant. La résistance de l'air n'est pas proportionnelle à cette vitesse, mais au carré de ladite vitesse. Le troisième facteur variable est la forme de l'appareil; on ne peut déterminer son influence ni par le calcul ni par le raisonnement; l'expérience seule peut nous donner des renseignements; pour chaque nature de surface il y a un coefficient qui est une caractéristique de cette forme: pour les sphères il y a un certain coefficient, pour les plans il y a un autre coefficient déterminé, pour les cylindres un autre encore; pour les formes allongées, analogues aux ballons dirigeables, il y en a un autre, et chacun d'eux caractérise la forme de la surface.

Enfin un quatrième facteur intervient, ce sont les dimensions des surfaces. En admettant que l'on compare des surfaces semblables entre elles, on admet, ce qui est à peu près vrai, que pour des corps semblables la résistance de l'air est proportionnelle au carré des dimensions homologues, ou, si l'on veut, à la surface de la section transversale, de la maîtresse section.

Lorsqu'on résume l'influence de toutes ces variables, on arrive à la formule : $R = \varphi SV^2$.

Après avoir énoncé ces lois, nous avons jeté un petit coup d'œil sur les méthodes qu'on a pu employer pour les découvrir; nous avons vu qu'il y en avait un certain nombre, qui peuvent se partager en deux catégories principales : celles qui procèdent par mouvements rectilignes, celles qui procèdent par mouvements circulaires.

Parmi celles qui procèdent par mouvements rectilignes, la méthode la plus simple est celle qui consiste à laisser tomber un corps dans l'air et à attendre le moment où il atteint une vitesse uniforme; à ce moment la résistance de l'air fait équilibre au poids de l'appareil. Les expériences de cette sorte permettent donc de déterminer le fameux coefficient que l'on a besoin de déterminer.

Ce procédé ne permet pas d'expérimenter à de grandes vitesses, à moins d'avoir une hauteur de chute considérable. M. Eiffel a dans ces temps derniers modifié la méthode en observant la chute de corps animés de vitesses variables : en tenant compte de l'accélération, il a pu arriver à posséder toutes les données du problème.

Un autre procédé consiste à atteler le corps dont on veut étudier la résistance à un véhicule se déplaçant horizontalement, tel qu'une voiture automobile, un canot automobile, un train de chemin de fer, marchant à une vitesse donnée.

Il y a encore la méthode du tunnel qui consiste à placer un corps fixe dans une galerie parcourue pour un courant d'air de vitesse déterminée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin, quant aux procédés par mouvements circulaires, ils consistent tous dans des manèges à axes horizontal ou vertical auxquels on adjoint des appareils dynamométriques.

Nous avons vu les avantages et les inconvénients de ces différentes méthodes; nous avons vu aussi qu'en tenant compte du rapport de la densité de l'air et de celle de l'eau, on peut obtenir des résultats intéressants pour l'aérodynamique en faisant des expériences d'hydrodynamique, en faisant déplacer des corps dans l'eau : de ce qui se passe dans l'eau on peut conclure avec une certaine chance de succès ce qui se passera dans l'air.

Puis, nous avons vu que la résistance de l'air, qui est le fondement de l'aviation, peut être envisagée sous trois aspects différents. Dans le premier cas on considère l'air comme un obstacle à vaincre et on cherche à s'arranger de manière que cet obstacle soit le plus faible possible. Dans le deuxième cas, on considère l'air comme un support; on cherche alors comment il faut s'y prendre pour employer la résistance de l'air à obtenir une poussée verticale de bas en haut qui fasse équilibre au poids de l'appareil qu'on veut maintenir en suspension. Dans le troisième cas, on considère l'air comme un point d'appui sur lequel on peut faire agir un propulseur qui est destiné à obtenir le déplacement horizontal et à avoir la vitesse propre qui est nécessaire à la direction et, dans certains cas, à la sustentation.

L'examen de ces trois points de vue différents fera l'objet des conférences qui vont suivre. Aujourd'hui nous allons commencer cette étude en examinant l'air à un point de vue spécial, en le considérant comme un obstacle à vaincre.

*
* *

Il est à peine nécessaire de vous dire que, lorsque nous parlons de ces conceptions, nous adoptons simplement une manière plus commode d'étudier la question, mais il est évident que la physique se moque absolument de la façon dont nous pouvons considérer les lois de la résistance de l'air; nous ne pouvons avoir la prétention de les modifier; nous ne pouvons avoir d'autre but que de chercher ce qui se passe dans certaines circonstances. Si nous trouvons que, certaines circonstances étant réunies, il se produit certains phénomènes, nous n'aurons qu'à provoquer la réunion de ces circonstances pour obtenir les phénomènes que nous voulons réaliser.

Nous allons donc examiner l'air simplement comme un ennemi, un obstacle à vaincre, et nous allons voir comment on peut évaluer l'importance de cet obstacle, c'est-à-dire la force qu'il faut développer pour déplacer dans l'air un solide d'une forme déterminée, et comment on peut s'y prendre pour réduire au minimum cette force nuisible.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Je vous rappelle la formule que nous avons donnée dans la précédente séance, formule qui est fondamentale : $R = \varphi SV^2$.

Lorsqu'il s'agit de corps de formes symétriques par rapport à un axe parallèle au sens du mouvement, la direction de la résistance de l'air nous est connue par une simple raison de symétrie; elle ne peut être, en effet, que celle du déplacement puisque le mouvement et la forme géométrique du corps sont symétriques par rapport à cette direction. Nous savons donc que, dans ce cas, et c'est le seul dont nous nous occuperons aujourd'hui, la résistance de l'air est directement opposée au sens du mouvement de déplacement du corps, si on considère le corps comme mobile dans l'air; elle est dans le sens du courant d'air si l'on considère le corps comme immobile et l'air se déplaçant autour. Ce que nous avons donc à connaître c'est la valeur du coefficient φ caractéristique pour chaque surface.

Or, voici la manière dont on envisage généralement cette question. On a déterminé une forme de surface-type et, pour cette forme de surface-type, on a cherché à avoir le coefficient de la résistance de l'air; pour cette surface particulière, au lieu de l'appeler φ on l'a appelée K; c'est le même coefficient, mais qui est appliqué à la surface étalon.

Pour savoir quel est le coefficient φ d'une surface donnée, on n'a pas jugé utile de mesurer directement l'effort qu'oppose chacune des surfaces, parce que les mesures directes d'effort se traduisant en chiffres absolus et précis sont assez difficiles à faire; on a pensé qu'il était préférable de donner tous ses soins à la mesure de la résistance de la surface fondamentale, d'obtenir, avec toute la précision possible, le coefficient K relatif à la surface étalon. Pour les autres, on a cherché simplement à avoir le rapport entre le coefficient φ de la surface considérée et le coefficient K de la surface étalon.

Nous allons donc décomposer cette étude en deux parties; dans la première, nous nous occuperons de voir comment on a pu déterminer le coefficient fondamental K de la surface étalon, et, dans la seconde, nous verrons comment on a pu comparer les coefficients des différentes formes géométriques.

Voyons comment on a pu déterminer le coefficient fondamental de la surface étalon. Et d'abord, définissons cette surface.

On a pris la plus simple des surfaces qui puisse exister, un plan d'une superficie déterminée. Comme nous avons dit que nous n'étudiions que des surfaces symétriques par rapport à l'axe de déplacement, on a supposé que ce plan se déplaçait perpendiculairement à lui-même, de manière à être frappé orthogonalement par le courant d'air, ou bien que le plan, immobile, était frappé par le courant d'air dans un sens normal.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mais l'expérience a démontré qu'il ne suffit pas, pour avoir le coefficient de résistance de l'air, de considérer ce qui se passe à l'avant, sur la face frappée par le courant d'air; il faut aussi voir ce qui se passe à l'arrière. Si vous prenez, par exemple, un plan circulaire d'un mètre de diamètre analogue à un disque de chemin de fer, et si vous exposez une des faces de ce plan à un courant d'air d'une vitesse déterminée, le résultat ne sera pas le même si vous munissez l'arrière de la surface d'un prolongement plus ou moins développé. Si, par exemple, à l'arrière du plan résistant, je place une demi-sphère, j'aurai une résistance différente de celle que je constaterais si je n'ajoutais rien; si je place une queue plus longue, la résistance sera encore modifiée. Il faut donc définir également la partie arrière de la surface étalon.

On la définit d'une manière aussi simple que la partie avant : cette surface est un plan parallèle au plan antérieur. Cela ne suffirait pas encore parce que l'effet n'est pas le même suivant que ces deux plans parallèles entre eux sont plus ou moins rapprochés; si le disque est la base d'un cylindre qui aurait, je suppose, trois mètres de long, la résistance ne sera pas la même que s'il était la base d'un cylindre de $3^{m},50$. Il n'a donc pas suffi de déterminer la forme de la surface arrière, il a fallu encore fixer sa position.

Finalement, on a considéré comme surface-étalon celle qui est composée à l'avant d'une surface plane et, à l'arrière, d'une surface plane parallèle aussi rapprochée que possible de la première, l'épaisseur étant réduite à ce qui est nécessaire pour que le plan se maintienne rigide pendant les expériences. On a donné à la surface-étalon ainsi définie le nom de *plan mince*. C'est donc un disque d'une forme quelconque, carrée, rectangulaire, ronde, mais constitué par deux surfaces parallèles entre elles et aussi rapprochées que possible l'une de l'autre.

Le coefficient fondamental de la résistance de l'air est celui qui s'applique à une de ces surfaces frappée perpendiculairement par le courant d'air. Cette notion est indispensable à retenir; c'est le coefficient que nous appelé K; on devrait l'appeler le coefficient de la résistance de l'air pour un plan mince frappé par un courant d'air perpendiculaire au plan.

A raison de l'importance particulière de cette constante, on lui a donné le nom de *coefficient de la résistance de l'air*. Cela ne veut pas dire coefficient de résistance pour un cône ou une surface quelconque, mais cela veut dire coefficient de résistance pour un plan mince. Ce coefficient est désigné par la lettre K, et pour le plan mince la formule devient : $R = KSV^2$.

Beaucoup de personnes ont cherché à trouver le coefficient K; on a employé les méthodes que je vous indiquais tout à l'heure, soit par des mouvements circulaires, par des manèges, soit par des mouvements rectilignes. Toutes les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

méthodes par le manège sont sujettes à caution, on ne doit pas leur demander de nous fournir des chiffres correspondants aux mouvements rectilignes parce que la force centrifuge vient modifier les données fondamentales; les choses ne se passent pas de la même manière quand un corps tourne que quand il marche en ligne droite.

Si l'on veut avoir des mesures du coefficient K, il faut s'arrêter à des expériences qui ont été faites par des procédés de mouvements rectilignes, les seuls bons. Les meilleurs résultats ont été obtenus par le procédé de la chute verticale; soit par le procédé de la chute avec mouvement uniforme, soit par le procédé de la chute avec mouvement variable.

Parmi les expériences qu'on peut citer comme les plus précises et les plus dignes de foi, il y a celles de M. l'abbé Le Dantec, qui ont été couronnées il y a quelques années par la Société d'Encouragement, et avec grande justice; elles ont consisté à observer la chute d'un corps, d'un plan mince horizontal descendant verticalement dans l'air jusqu'à ce que cette chute soit uniforme. Mais l'expérimentateur a voulu en quelque sorte obtenir le coefficient lui-même par l'expérience directe et il a cherché à avoir une surface unité et une vitesse unité. A cet effet, il construisit une surface d'un mètre carré et la chargea de telle sorte qu'elle descendît à la vitesse uniforme d'un mètre par seconde. Le poids total de la surface et de sa surcharge était numériquement égal au coefficient de la résistance de l'air.

Il a opéré dans l'ancienne chapelle qui sert de Musée au Conservatoire des Arts et Métiers, et, à la suite d'expériences réitérées, il a pu donner des chiffres qui méritent confiance. Mais, pour vous donner une idée de la délicatesse de ces expériences, pour vous montrer comment elles peuvent être faussées, par des circonstances bien insignifiantes en apparence, il est dit, dans le Mémoire de M. l'abbé Le Dantec, que lorsqu'on venait à ouvrir la porte de la salle des expériences, petite porte de deux mètres carrés de surface donnant sur ce grand vaisseau que vous connaissez, les expériences étaient faussées, la vitesse n'était plus la même : le petit courant d'air provoqué par cette ouverture de la porte dérangeait l'expérience et il fallait attendre même un certain temps pour la reprendre avec sécurité. Il y a évidemment un grand mérite, pour l'expérimentateur, d'avoir, malgré ces difficultés spéciales, pu trouver des chiffres précis. Mais c'est évidemment un des défauts de la méthode car, ainsi que je vous le disais dans la dernière séance, lorsqu'on veut arriver à obtenir la vitesse uniforme, on ne peut le faire dans la pratique que si la surface est très grande et la charge très faible, parce qu'il faut que le corps ait eu le temps de voir son accélération diminuer jusqu'à ce qu'elle soit complètement annulée; et si la surface est petite ou la charge grande, il faudra une hauteur de chute considérable, dont on ne dispose pas dans la pratique, pour avoir une vitesse uniforme.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les expériences faites aux environs d'un mètre par seconde ont été conduites avec beaucoup de soin, et voici les résultats qu'elles ont donnés : l'abbé Le Dantec a trouvé le coefficient de 0,080; comme, dans la formule, R est exprimé en kilogrammes, cela veut dire qu'un plan d'un mètre carré, animé d'une vitesse d'un mètre par seconde, oppose une résistance de 80 grammes.

Ainsi que je vous le disais dans la dernière conférence, M. Eiffel a appliqué la méthode de la chute verticale, mais en ne s'astreignant pas à obtenir la vitesse uniforme. Avant de vous indiquer les résultats qu'il a obtenus, je vais par quelques projections vous donner une idée de l'appareil qu'il a employé.

La figure 1 représente l'ensemble de l'appareil. — Un câble vertical descend de la deuxième plate-forme de la Tour Eiffel jusqu'au sol. Ce câble passe entre deux mâchoires demi-cylindriques reliées au bâti de l'instrument et lui servant de guide pendant sa chute. Afin d'éviter tous les coincements et de réduire au minimum les frottements sur le câble, il était nécessaire que le centre de gravité de toute la partie tombante fût dans l'axe de symétrie et passât, par conséquent, par le milieu du câble. A cet effet, l'appareil se compose de deux parties identiques se faisant équilibre de part et d'autre du câble.

La figure 2 représente avec plus de détail une des moitiés de l'appareil dont on observe la chute. Le dessin est pris au moment où l'instrument se trouve vers le bas de sa course, et vous remarquerez qu'à sa partie inférieure le câble a un renflement conique et se termine par une forme cylindrique de fort diamètre. Cette disposition a pour effet d'écarter les mâchoires guides sur lesquelles appuient de forts ressorts à lame et d'amortir progressivement la chute de manière à ne pas détériorer l'appareil à chaque expérience.

La surface pour laquelle on veut mesurer la résistance de l'air est placée horizontalement dans la partie inférieure de l'appareil. Dans la figure c'est un plan mince circulaire. Ce plan mince est porté par une tige verticale qui peut coulisser dans un tube fixé au reste de l'appareil. Pour abréger, nous désignerons la surface à exprimer ainsi que sa tige et les pièces qui peuvent y être inséparablement fixées sous le nom de partie mobile de l'appareil; le reste sera appelé l'obus.

A sa partie supérieure, la partie mobile se termine par une traverse horizontale attachée à l'extrémité supérieure d'un ressort à boudin dont l'extrémité inférieure est reliée à l'obus. Pendant l'expérience, la partie mobile peut donc se déplacer plus ou moins par rapport à l'obus en exerçant sur le ressort une tension plus ou moins considérable. A la traverse reliée à la tige verticale de la partie mobile est fixé un style qui peut tracer un trait sur un cylindre recouvert de noir de fumée. Ce style n'est pas relié directement à la tige, mais par l'intermédiaire d'un diapason que l'on peut mettre en vibration. Le cylindre cou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vert de noir de fumée a un axe vertical autour duquel il peut tourner grâce à un engrenage à vis sans fin. Cette vis est à l'extrémité d'un arbre horizontal

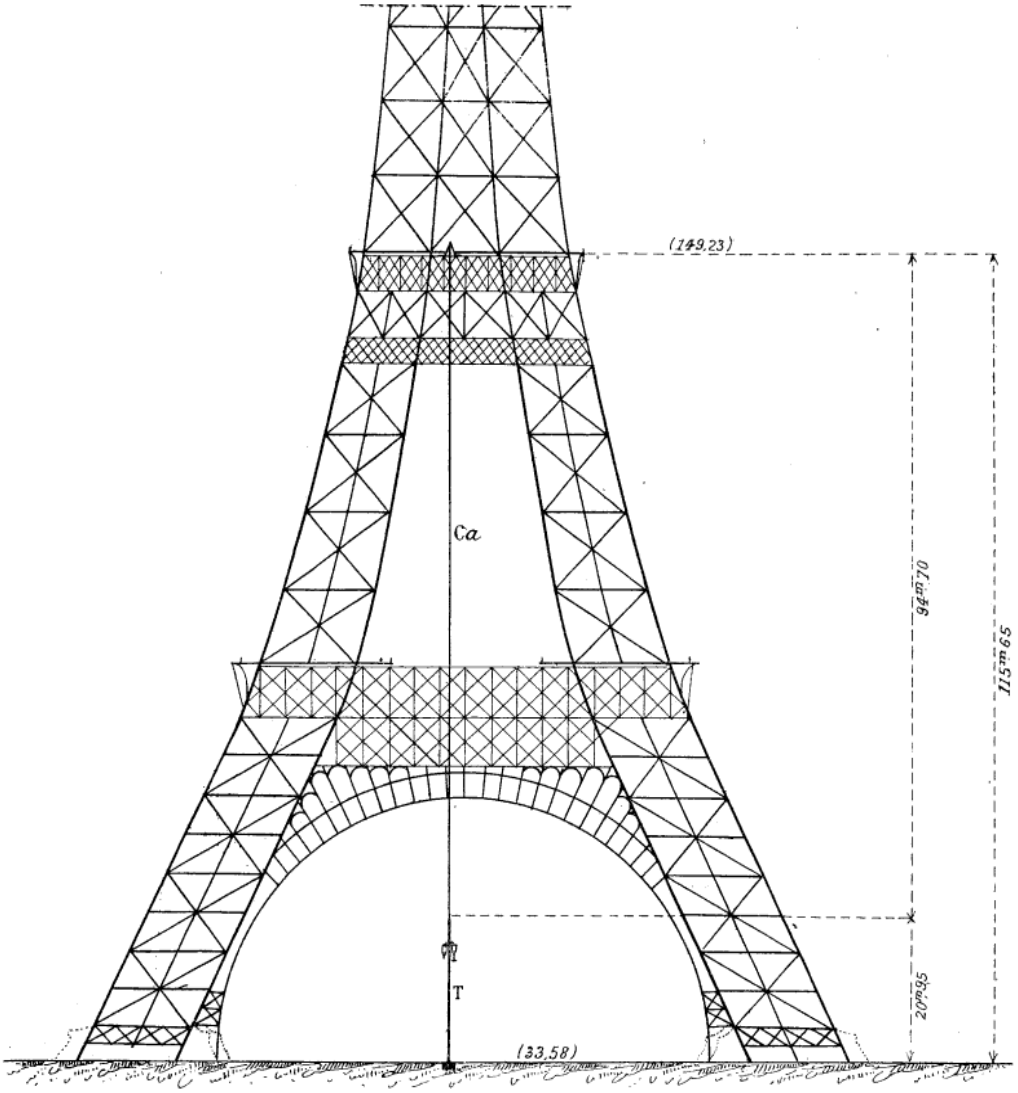


Fig. 1.

dont l'autre extrémité porte un galet qui vient frotter sur le câble guide; les déplacements rotatifs du cylindre sont donc proportionnels à la hauteur de chute de l'appareil.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

De ces différentes dispositions il résulte que si l'on ne mettait pas le diapason en vibration, le style tracerait sur le cylindre C (fig. 2) une courbe dont les abscisses seraient proportionnelles à la hauteur de chute et dont les ordonnées seraient égales à l'allongement du ressort à boudin r : celui-ci ayant été préalablement taré, les ordonnées permettraient de connaître la tension de ce ressort. Lorsqu'on met le diapason d en vibration, la courbe doit onduler de part et d'autre de celle qui aurait été tracée si le diapason était resté immobile. La hauteur moyenne des ondulations à leur extrémité correspond à l'ordonnée de la courbe précédente. Comme on connaît le nombre des vibrations du diapason (dans les expériences de M. Eiffel ce nombre était de 100 par seconde) chaque vibration correspond à un intervalle de temps déterminé, et plus la chute est rapide, plus les ondulations s'espacent, et plus elle est lente, plus les ondulations se resserrent. C'est ce que montre la figure 3, qui représente la partie initiale de la courbe.

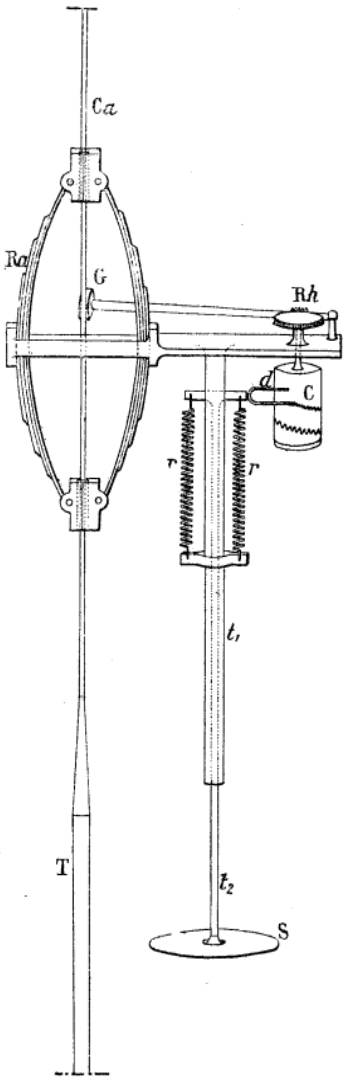


Fig. 2 (1).

On voit donc que cet appareil permet de connaître l'espace parcouru ainsi que la vitesse en chaque point. On peut, en observant les vitesses consécutives, connaître l'accélération. L'appareil indique aussi la tension du ressort. On peut donc obtenir, par l'examen de la courbe, toutes les données du problème.

Sans entrer dans le détail des calculs très compliqués auxquels s'est livré M. Eiffel, je puis dire qu'il avait fait le possible et l'impossible pour éviter toutes les causes d'erreur. La formule qui lui a servi à calculer le coefficient K est la suivante.

Il s'agissait de connaître la résistance de l'air par rapport à une surface donnée. La résistance de l'air est égale au poids p de la partie mobile, plus f

(1) Extraite, comme les figures 1, 3, 5, 6 et 7, de l'ouvrage de M. Eiffel : *Recherches expérimentales sur la résistance de l'air.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la force de tension du ressort, moins $\frac{p}{g}\frac{dv}{dt}$ la force d'inertie de la partie mobile de l'appareil. C'est ce qu'indique la formule $R = p + f - \frac{p}{g}\frac{dv}{dt}$.

Le mérite de M. Eiffel n'est pas d'avoir employé une méthode compliquée et de s'être livré à des calculs longs et laborieux, non; ainsi que je vous l'ai exposé dans la dernière séance, la méthode de la vitesse uniforme a un gros inconvénient, c'est qu'elle ne permet d'opérer que par de faibles vitesses; or ce que désirait M. Eiffel c'était d'opérer à de grandes vitesses, à celles qui nous intéressent, nous autres aviateurs ou aéronautes, à des vitesses de 30, 40, 50 mètres par seconde. Or, il est absolument impossible, au moyen de la chute avec vitesse uniforme, d'opérer jusqu'à ces vitesses que j'appellerais volontiers les vitesses aéronautiques, tandis qu'en opérant par sa méthode, sans attendre qu'il ait obtenu la vitesse uniforme, M. Eiffel pouvait, en tenant

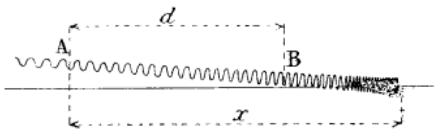


Fig. 3.

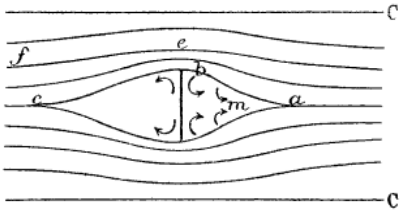


Fig. 4.

compte de la force d'inertie, obtenir des équations suffisantes, avoir toutes les données de la question qu'il cherchait à résoudre et cela pour les vitesses pratiquement intéressantes.

Avant ces expériences-là, quelle était la situation? Nous disions : la résistance de l'air est proportionnelle au carré de la vitesse. Comment le savions-nous? par des expériences de manège, par des expériences rotatives, où les choses ne se passent pas comme dans le mouvement rectiligne. Mais, était-ce proportionnel au coefficient fondamental? Ce coefficient fondamental avait été obtenu avec de faibles vitesses rectilignes. Avions-nous le droit de dire que c'était le même coefficient qu'il fallait employer à des vitesses rectilignes de 30 ou 40 mètres?

En résumé, la loi du carré de la vitesse n'était démontrée que par des expériences de manège, impuissantes à déterminer le coefficient fondamental. Il y avait là certainement quelque chose de choquant et de très bons esprits se demandaient si on avait vraiment le droit d'admettre ce coefficient qui n'avait été mesuré qu'à des vitesses très faibles.

Les expériences de M. Eiffel sont venues combler cette lacune, c'est son

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

principal mérite, et il a ainsi rendu un véritable service à tous ceux qui s'occupent de la question de la résistance de l'air.

Avant de vous donner les résultats obtenus par M. Eiffel au point de vue numérique, je vais mettre sous vos yeux quelques figures théoriques qui vous permettront de voir un peu le fond de cette question, sur laquelle je vous demande la permission d'insister, car elle est de première importance en aéro-dynamique.

Ainsi que nous l'avons déjà dit, nous avons admis qu'il y avait proportionnalité de la résistance de l'air à la surface exposée.

La figure 4 est une coupe théorique représentant un plan mince rencontré par des filets d'air perpendiculaires. Ces filets, arrêtés par le plan, sont obligés, pour passer, de se déplacer à droite et à gauche, en dessus ou en dessous. Plus ils sont près du bord, plus ce détour leur est facile, ceux qui sont au centre éprouvent une grande difficulté. Il doit donc y avoir vers la partie centrale une sorte de proue d'air à peu près immobile ou qui n'est l'objet que de déplacements intérieurs, de remous intéressant la même quantité d'air. A l'arrière un phénomène analogue se produit : il y a une poupe d'air sensiblement immobile entourée de toutes parts de filets qui après avoir été détournés par le plan mince cherchent à se rejoindre et à reprendre leur parallélisme. Il est naturel d'admettre que de part et d'autre de l'obstacle on trouve une région limitée par un cylindre parallèle aux filets d'air au delà de laquelle l'effet produit par la surface résistante est nul ; à l'extérieur de ce cylindre les filets d'air conservent leur direction rectiligne ; à l'intérieur, au contraire, ils sont d'autant plus déplacés qu'ils se rapprochent davantage de la surface solide.

C'est dans la partie centrale correspondant à la proue et à la poupe à peu près fixes que se trouve le siège principal de la résistance. A l'avant la proue doit exercer une pression, à l'arrière la poupe exerce une succion ou aspiration et c'est la somme de ces deux effets qui est égale à la force que l'on mesure. Il serait intéressant de savoir comment se répartit cette force entre la pression antérieure et la dépression postérieure. Certaines expériences ont été faites à ce sujet, mais les résultats sont peu concordants : parmi les spécialistes les uns disent que la dépression produit un cinquième, d'autres un tiers de l'effet total.

Il serait aussi très intéressant d'explorer les surfaces résistantes avec des dynamomètres et de se rendre compte de la répartition des pressions en différents points. Il est certain qu'elles sont plus faibles sur le bord que vers le centre. Vous voyez qu'il y a en aéronautique bien des lacunes encore à combler.

Un des résultats les plus intéressants est de constater la proportionnalité de la résistance au carré de la vitesse. La figure 5 représente le résultat des expériences de M. Eiffel à ce sujet. La courbe tracée a des ordonnées proportionnelles à la résistance de l'air pour une surface donnée, et des abscisses proportionnelles non pas à la vitesse mais au carré de la vitesse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si la formule : $R = \varphi FV^2$ était rigoureusement exacte, la courbe de la figure 5 serait une ligne droite inclinée passant par l'origine. Vous voyez que la courbe expérimentale diffère très peu d'une ligne droite.

Les différences constatées, bien qu'elles aient un air un peu systématique, sont des erreurs qu'on peut faire, et nous pouvons admettre que les expé-

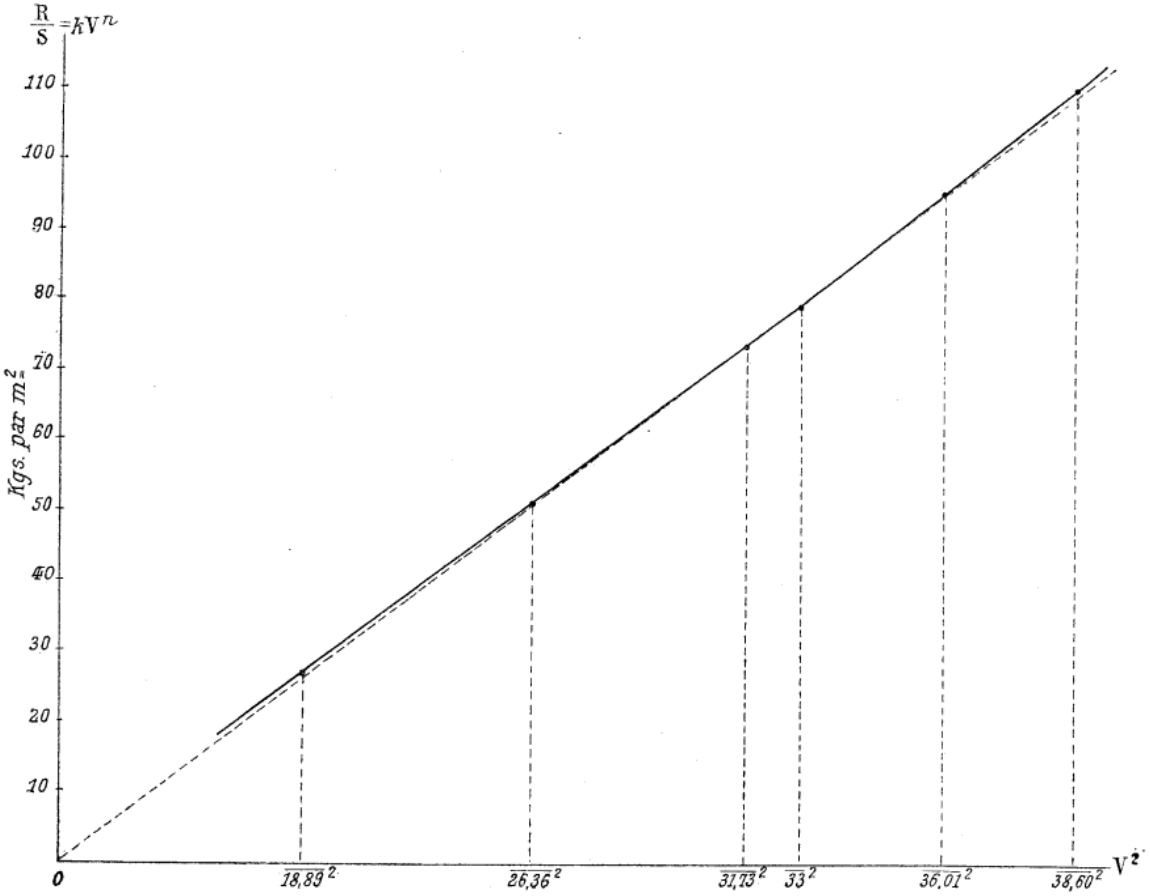


Fig. 5.

riences de M. Eiffel n'infirment pas ce qu'on admettait autrefois : que le coefficient de la résistance de l'air est proportionnel au carré de la vitesse. Nous l'admettrons donc sans y revenir davantage.

Un autre diagramme de M. Eiffel indique l'influence de la forme et de la grandeur du plan mince sur le coefficient de la résistance de l'air (fig. 6).

Il résulte de ceci que, pour des plans minces semblables, la résistance est plus faible pour les petites surfaces que pour les grandes. La loi de la pro-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

portionnalité de la surface n'est donc pas rigoureusement vérifiée : il y a plus de facilité pour les filets d'air à s'échapper par la tangente quand la surface est petite, mais cela n'a pas une influence énorme.

Il résulte de toutes ces expériences que pour toutes les surfaces possibles qu'on ait examinées, et il en est de même pour toutes les autres vraisemblablement, la résistance augmente légèrement avec la surface; mais à partir d'une surface d'une certaine valeur, elle devient proportionnelle et l'effet des bords devient de plus en plus faible.

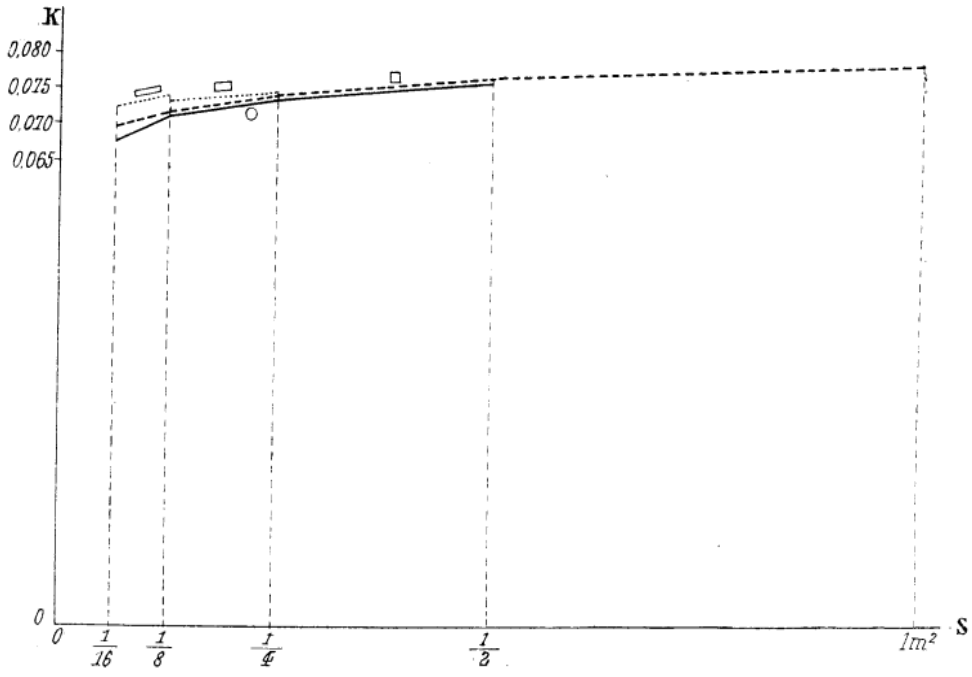


Fig. 6.

Mais, voici quelque chose qui semble en contradiction avec ce que nous venons de dire. Nous avons vu tout à l'heure que pour les petites surfaces la résistance était plus faible et nous disions : Cela tient à ce que l'air s'échappe plus facilement par les bords. Il serait donc tout naturel que, quand une surface déterminée a, en raison de sa forme, un périmètre plus développé qu'une autre, il devrait y avoir plus de facilité pour les filets d'air de s'échapper par les bords, et par conséquent que la résistance devrait être plus faible. Eh bien, c'est le contraire qui résulte de l'expérience.

Pour des surfaces semblables, la résistance augmente quand le rapport du périmètre à la surface diminue; mais pour des surfaces de formes différentes,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

celles qui de par leur forme ont un périmètre plus grand pour une superficie donnée, celles-là résistent davantage.

Ceci est assez difficile à expliquer : il faudrait faire des explorations dans l'étendue des surfaces pour se rendre compte des variations de pression et des causes des phénomènes; mais c'est un fait qui paraît hors de doute et dont la figure 6 donne une représentation graphique.

Voilà les résultats principaux des expériences de M. Eiffel; il s'agit maintenant de voir quelles sont les valeurs que nous admettrons.

Les expériences les plus anciennes que nous connaissons sont d'un ingénieur anglais Smeaton, qui a trouvé 122 grammes; quelques années après, en 1888, un autre Anglais, Hutton, trouvait 81 grammes, coefficient beaucoup plus faible. Ils avaient opéré l'un et l'autre au moyen des manèges, ainsi que tous les auteurs que je vais citer.

En 1828, le lieutenant de vaisseau Thibaut, qui avait fait des expériences en vue des voiles des bateaux, est arrivé au chiffre 100 : c'était un chiffre intermédiaire entre les 122 grammes de Smeaton et les 81 grammes de Hutton,

Puis arrive une expérience de 125 grammes par Goupil et par Marey; Manesmann, un Allemand, trouve 120; Lössl, un autre Allemand, trouve 103. On arrivait donc, il y a vingt ou trente ans à des chiffres supérieurs à 100 grammes. Les uns avaient opéré à des vitesses de 25 mètres, d'autres, à des vitesses de 2 mètres; un autre, Reichel, à 50 mètres, trouve 96 grammes. Puis d'autres expérimentateurs, en opérant toujours avec des manèges, trouvaient successivement 83 (1), puis 81 (2), puis 75 (3), puis 70 (4) grammes. Il y avait un fait constant c'est que plus on avançait, plus les méthodes devenaient précises, plus le coefficient de résistance de l'air semblait diminuer.

Mais, ce qu'il y a ici de remarquable, c'est que le deuxième expérimentateur, Hutton, avait trouvé 81 grammes, si bien que, pendant une centaine d'années, on pensait que les expériences d'Hutton étaient à rejeter, mais depuis, on a trouvé que c'étaient celles qui se rapprochaient le plus de la vérité. Toutes étaient d'ailleurs suspectes en raison du mouvement circulaire.

Les premières expériences rectilignes remontent à un certain nombre d'années, elles ont donné les chiffres de 110 (5) et 130 (6) grammes; il est évident cela devait tenir à des erreurs d'expériences. D'autres, plus récentes exécutées par MM. Cailletet et Colardeau, à la Tour Eiffel, au moyen de la chute uniforme, et sans avoir pris toutes les précautions nécessaires pour se mettre à l'abri des erreurs dues au vent, ont donné 70 grammes.

L'abbé Le Dantec a trouvé 80 grammes dans ses expériences du Conservatoire des Arts et Métiers. M. Canovetti, ingénieur italien, qui s'est beaucoup

(1) Dines. — (2) Langley. — (3) Hagen. — (4) Reknagel. — (5) Tiobert et Didion. — (6) Ricour et Desdouits.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

occupé de la question, a trouvé 76 grammes. Et enfin M. Eiffel, comme chiffre moyen de ses différentes expériences, oscille entre 66 et 79, il arrive au chiffre de 74 grammes. On a donc l'air de se fixer aux environs de 76 ou 74 grammes; il est certain que l'on approche du chiffre définitif. Le chiffre fondamental du coefficient de la résistance de l'air a donc toujours été en dimi-

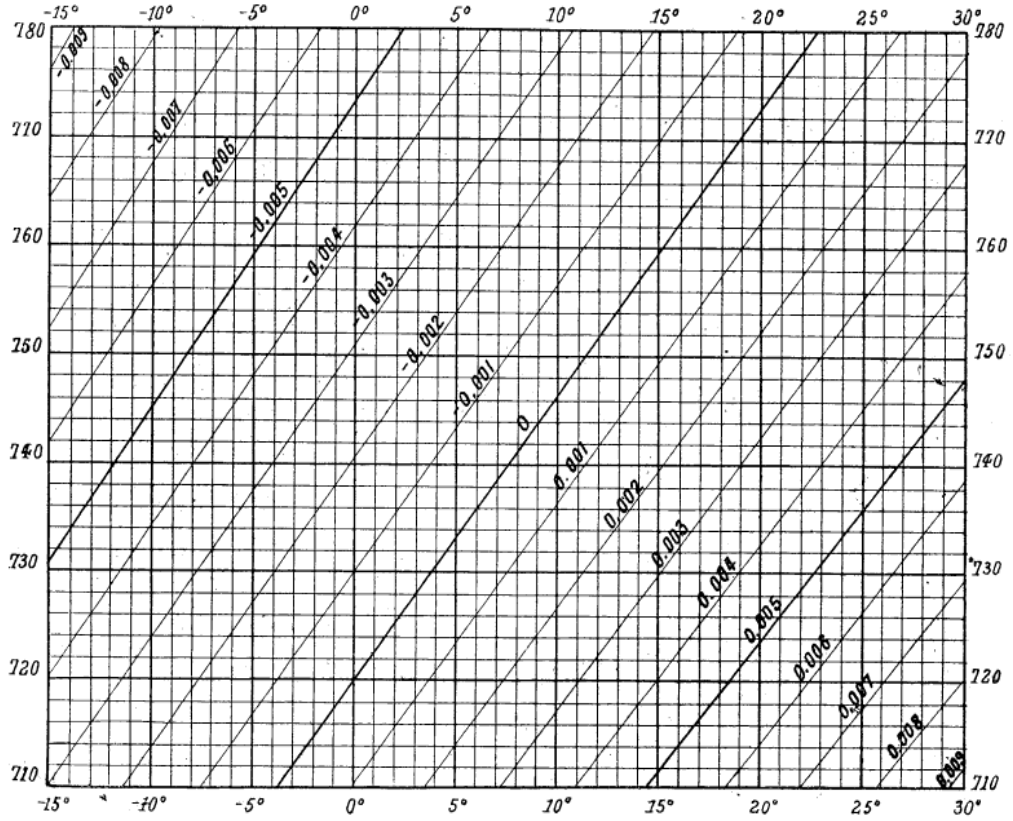


Fig. 7.

nuant depuis les anciennes expériences jusqu'aux nouvelles, et nous verrons tout à l'heure la conséquence que cela peut avoir.

Je vous ai dit dans la dernière conférence, et je vous ai répété dans celle-ci que, toutes choses égales d'ailleurs, le coefficient de résistance de l'air était proportionnel au poids spécifique de l'air; eh bien, il est bon de se rendre compte de ce que numériquement cela peut faire. Le graphique que l'on va vous projeter, et qui est extrait également de l'ouvrage de M. Eiffel, va nous permettre de nous rendre compte de l'importance de ces corrections.

La figure 7 est un abaque à double entrée dont les ordonnées correspondent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aux pressions atmosphériques et les abscisses aux températures. Les résultats des expériences de M. Eiffel ont été ramenés à un poids spécifique d'air constant correspondant à la pression barométrique de 760 millimètres et à la température de + 15°. Si l'on veut savoir quelle est la modification du coefficient de la résistance de l'air dans d'autres conditions, par exemple à la pression de 750 millimètres et à la température de + 20°, il suffit de suivre l'horizontale 750 jusqu'à sa rencontre avec la verticale + 20; leur point d'intersection se trouve entre deux lignes inclinées de l'abaque correspondant l'une à une correction de 0,002, l'autre à une correction de 0,003; il y a donc à retrancher au coefficient normal environ 0,0022.

Il vous semblera sans doute que ces chiffres très faibles sont en contradiction avec ce que je vous avais dit dans la dernière séance : les conditions météorologiques, vous disais-je, peuvent faire varier le coefficient de résistance de l'air d'un quart de sa valeur. Ici, nous ne voyons ajouter que des millièmes. Eh bien, il n'y a pas de discordance : Nous disions que cela pouvait faire varier d'environ un quart la valeur du coefficient ; mais ces millièmes ne sont pas des coefficients par lesquels il faut multiplier K, mais des chiffres absolus de millièmes à ajouter ou à retrancher et, quand la valeur moyenne de K est de 0,074, si on ajoute 0,009, on y ajoute un huitième de sa valeur.

En outre, si je vous ai dit que la variation pouvait atteindre un quart, c'est que j'avais supposé des variations de température et de pression sur une étendue plus grande que n'avait supposé M. Eiffel dans son graphique; M. Eiffel n'est allé que de — 15° à + 30°, tandis qu'en fait la température peut varier de — 60° à + 60° et même davantage à la surface du globe.

***

Nous allons maintenant aborder la deuxième partie de cette étude de l'air considéré comme un obstacle, et cette deuxième partie sera beaucoup plus courte étant donné qu'on possède le coefficient fondamental de la résistance de l'air. Il s'agit seulement de savoir comment ce coefficient peut se modifier pour des surfaces déterminées.

Pour chaque surface, symétrique comme nous le supposons toujours, le coefficient aura une certaine valeur φ, qui est différente de K; si nous prenons le rapport $\frac{\varphi}{K}$ et si nous le désignons par une certaine lettre σ, ce rapport sera le coefficient de réduction de la résistance d'un corps d'une forme déterminée par rapport au corps étalon, par rapport au plan mince. Si nous avons un coefficient $\sigma = \frac{1}{2}$ pour certains corps, cela veut dire que ces corps résistent moitié moins que le plan mince de même section transversale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour ces expériences de carènes de formes plus ou moins compliquées, il suffit d'avoir le rapport de la résistance d'une forme déterminée avec celle d'un plan mince de même section ; il n'est pas nécessaire alors de se livrer à des expériences aussi minutieuses que celles que l'on fait lorsqu'on veut avoir des chiffres absolus, et si les expériences de manège étaient à rejeter parce qu'elles n'auraient pas donné des chiffres absolus suffisamment exacts, elles peuvent être parfaitement admises lorsqu'il s'agit de n'avoir que des comparaisons, et il y a bon nombre d'expériences qui donnent des résultats très utiles et qui seraient tout à fait mauvaises si on voulait leur demander des chiffres absolus.

Par exemple, dans les tableaux de M. Eiffel, on cite le colonel Renard comme ayant déduit d'expériences de manège un chiffre de 85 millièmes pour le coefficient K; en réalité, il n'a jamais essayé d'établir ce coefficient par des expériences de manège, il l'a simplement déduit d'autres expériences qu'il avait vues dans certains auteurs et il donnait le chiffre de 0,085 comme étant le plus probable à cette époque, avant les expériences de MM. Cailletet et Colardeau et de M. Eiffel.

Ce qu'il avait fait, par contre, c'est un assez grand nombre d'expériences pour déterminer le coefficient de réduction σ; il n'était d'ailleurs pas le seul. Nous pouvons d'ailleurs citer, parmi les derniers, M. Eiffel, qui a fait tomber de sa tour des appareils de formes variées, mais il n'a pas poussé les choses très loin et il ne me paraît pas avoir eu l'intention de déterminer la résistance de carènes aériennes proprement dites; il a essayé des surfaces de formes particulières qui n'ont pas un grand intérêt en aviation. Il a néanmoins trouvé des résultats intéressants.

Il y a un auteur dont je ne puis me dispenser de vous citer le nom, c'est M. Canovetti, dont je vous parlais tout à l'heure, ingénieur italien qui a été récompensé par la Société d'Encouragement (1). Son procédé consistait à avoir un câble incliné qui partait d'un rocher situé à Brescia, où il résidait alors. Le long de ce câble il faisait glisser un petit chariot, une sorte de chemin de fer aérien, traînant sous lui un corps dont il voulait étudier la résistance.

Il a pu, avec des difficultés, arriver à obtenir des vitesses uniformes dans une partie du trajet et à déterminer les chiffres de résistance de différents corps. Il a obtenu des valeurs comparatives, et ces valeurs diffèrent très peu de celles qui ont été trouvées par le colonel Renard au moyen d'une méthode très différente que je vais vous exposer.

Ces résistances de carènes étaient naturellement une de ses principales préoccupations et, quand il s'est occupé des ballons dirigeables, il a cherché à savoir quelles étaient les carènes les moins résistantes. Dans ce but il a fait des expériences de différentes natures au moyen de corps de formes variées

(1) *Bulletin* de juillet 1899, p. 1024.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tombant dans l'eau ou s'élevant du fond d'un vase et venant à la surface de l'eau; cela donne déjà des résultats comparatifs qui ne sont pas sans valeur.

Il a fait faire aussi un certain nombre de petits ballons de différentes formes, mais qui, au lieu d'avoir leur axe horizontal comme les dirigeables que nous voyons, avaient leur axe vertical. Ces petits ballonnets étaient gonflés d'hydro-

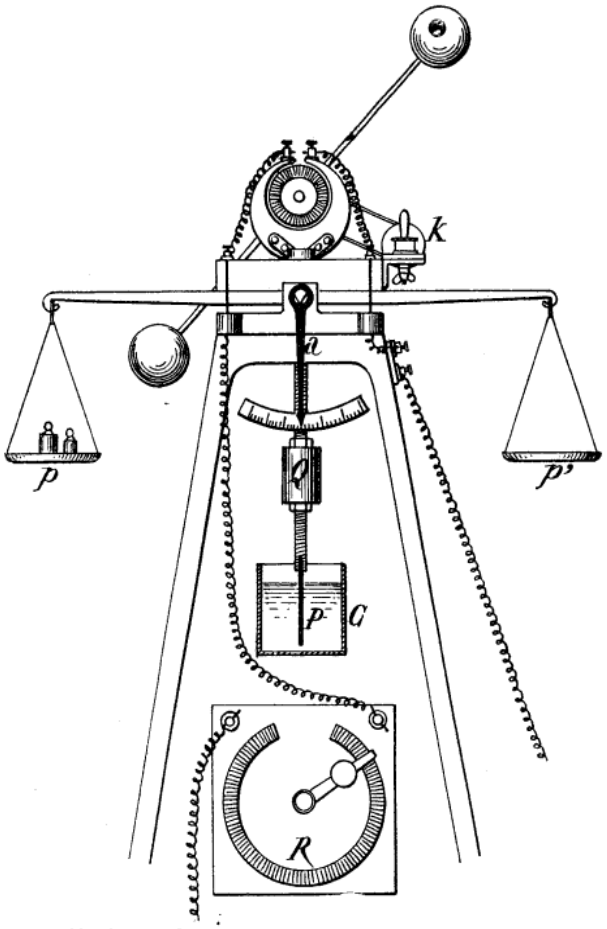


Fig. 8. — Balance dynamométrique du colonel *Renard*.

gène et convenablement lestés; ils montaient avec une vitesse qui devenait bientôt uniforme, ce qui permettait d'avoir avec une certaine exactitude leur coefficient de résistance.

Le colonel Renard a aussi imaginé une balance dynamométrique que je vais vous décrire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La figure 8 représente la vue schématique en élévation de cet appareil. Sur un bâti fixe repose une véritable balance pouvant osciller sur des couteaux. A l'extrémité de chaque fléau sont des plateaux où l'on peut mettre des poids. Sur le milieu du fléau et oscillant avec lui est fixé un plateau carré à rainures analogue à ceux qui servent à placer sur des machines-outils, perceuses, raboteuses, des pièces à usiner. Sur ce plateau on fixe une dynamo avec un train d'engrenages actionnant une sorte de manège à axe horizontal que nous désignerons sous le nom de moulinet. Au moyen de godets à mercure on peut amener le courant dans la dynamo jusqu'à une oscillation de la balance. Un rhéostat manœuvrable à la main permet de faire varier l'intensité du courant et, par suite, de la vitesse de rotation du moulinet. A l'extrémité des bras du moulinet, on fixe deux surfaces identiques dont on veut déterminer la résistance. Dans la figure ce sont des sphères. Une tige, invariablement reliée au fléau auquel elle est perpendiculaire et descendant vers le sol porte un contrepoids mobile qui permet de régler la sensibilité de la balance. Cette tige est terminée par une palette verticale parallèle à l'axe d'oscillation et plongeant dans un vase plein d'eau. Cette palette a pour but d'amortir les oscillations de la balance.

Lorsqu'on veut exécuter une expérience au moyen de cet appareil, le courant étant interrompu on place des poids dans le plateau de la balance jusqu'à ce que le fléau soit horizontal, ce qu'on constate au moyen d'une aiguille perpendiculaire qui doit marquer 0. On fait alors passer le courant. Le moulinet se met en mouvement en entraînant la surface à essayer. Ce mouvement s'accélère d'abord, puis, en raison de la résistance de l'air, il devient bientôt uniforme; mais en vertu du principe de l'action et de la réaction, la dynamo tend à tourner en sens inverse du moulinet, et le couple qui provoque ce mouvement de rotation est égal à celui qui agit sur le moulinet c'est-à-dire qui provient de la résistance de l'air que l'on veut précisément mesurer.

L'ensemble de la dynamo, du plateau carré, du fléau, etc., penche donc en sens inverse du mouvement de rotation du moulinet jusqu'à ce qu'il soit arrêté par des butoirs convenablement disposés. Pour ramener l'aiguille à 0, il est nécessaire d'ajouter dans un des plateaux de la balance un poids plus ou moins considérable. Si l'on multiplie ce poids additionnel par la longueur connue du fléau, on obtient un moment égal à celui du couple qui tend à faire pencher la balance dynamométrique, et, par conséquent, au couple que la résistance de l'air oppose au mouvement du moulinet et des surfaces portées par l'extrémité de ses bras. On peut, par une expérience directe, savoir quelle est la résistance du moulinet seul, et, par suite, connaissant la longueur des bras, on peut en conclure la résistance opposée au mouvement des surfaces en expérience.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les figures 9 et 10 représentent des photographies du même appareil. Dans l'une d'elles, le moulinet est muni de plans minces circulaires. Cette balance a l'avantage d'éliminer automatiquement les perturbations dues au frottement du mécanisme. Elle permet d'exécuter facilement un grand nombre d'expériences successives.

Au moyen de cet appareil, le colonel Renard a pu faire des études comparatives dont je vais vous donner les résultats.

Si on prend pour unité la résistance du plan mince orthogonal, on constate

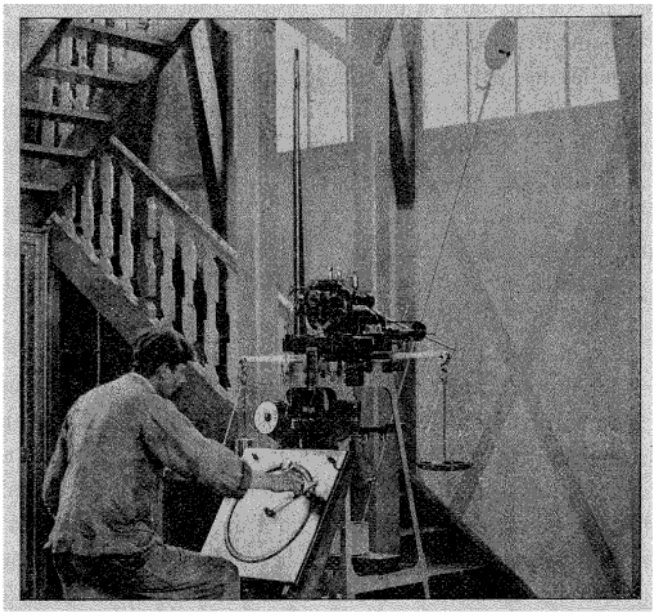


Fig. 9.

que la sphère a une résistance de 0,158; c'est-à-dire de moins de 1/6 de celle du plan mince de même section.

Si l'on prend une demi-sphère creuse, dont la concavité est tournée vers l'avant, cela résiste plus que le plan mince et le coefficient σ est de 1,283.

Si on fait marcher cette demi-sphère en sens inverse, la concavité en avant, on trouve un coefficient de 0,392. Or, vous remarquerez que le coefficient de la sphère est de 0,158; ceci vous démontre que la résistance de la sphère entière est moins élevée que celle de la demi-sphère, ce qui prouve l'influence de la forme de l'arrière.

Lorsqu'un cylindre circulaire s'avance transversalement, sa résistance est de 0,596, c'est-à-dire un peu plus de moitié de celle du plan mince, dont la sphère n'est que le sixième.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si nous examinons maintenant des formes analogues à celles des ballons dirigeables, par exemple une carène fusiforme et caractérisée par un allongement de deux, c'est-à-dire que la longueur de pointe en pointe est le double du diamètre de la maîtresse section, ce fuseau a une résistance de 73 millièmes seulement du plan mince; c'est donc une diminution énorme et ce n'est plus que les 46 centièmes de la résistance de la sphère de même diamètre.

Si nous passons à un ballon ayant un allongement de trois, la résistance n'est plus que de 32 millièmes de celle du plan mince, ou 1/31.

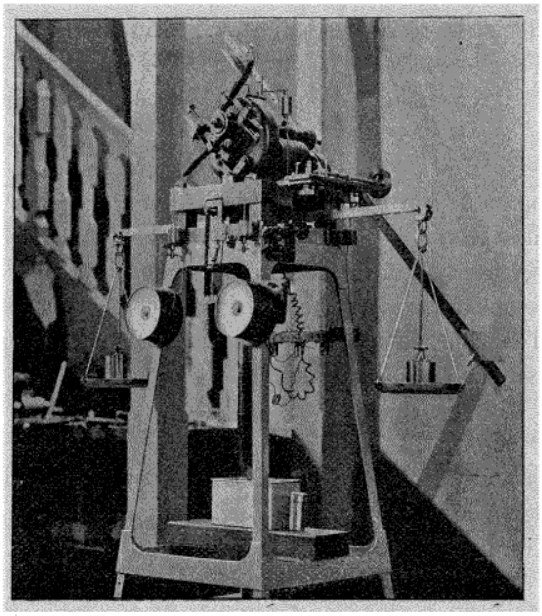


Fig. 10.

Cette diminution de résistance est considérable et le colonel Renard concluait qu'il est absolument inutile de chercher à allonger indéfiniment la carène des dirigeables; puisque vous n'avez déjà plus qu'un trente-et-unième de la résistance du plan mince avec un allongement de trois, vous n'avez pas grand'chose à gagner en allongeant davantage.

Si on allonge davantage, c'est plutôt par des considérations de stabilité que par des considérations de diminution de résistance, d'autant plus que ces réductions de résistance qu'on obtiendrait en allongeant davantage la carène, sont subordonnées à la condition que votre appareil veuille bien se mouvoir parallèlement à son axe. S'il s'incline, il devient très résistant.

Pour voir quelle peut être cette résistance, le colonel Renard a pris le même

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fuseau d'allongement deux, et, au lieu de le faire marcher par la pointe, il l'a fait marcher en travers. Au lieu d'obtenir 73 millièmes du plan mince, il a obtenu 433 millièmes du plan mince de même surface, c'est-à-dire un peu plus de deux fois et demie a la résistance de la sphère, tandis que ce corps résistait moins que la moitié de la sphère. Vous voyez donc que, quand on va en travers, on obtient une résistance considérable; il est donc facile de conclure que, quand le ballon s'incline, on a immédiatement une résistance énorme en raison de la grande surface qu'on présente à l'air.

Ces études paraissent se rapporter surtout aux ballons dirigeables et, en effet, les questions de résistance des carènes sont particulièrement intéressantes quand il s'agit de faire de l'aérostation; elles le sont plus qu'en aviation, parce qu'on a en aérostation à déplacer des carènes beaucoup plus volumineuses.

Mais la question n'est pas sans intérêt en aviation : les lois sont les mêmes; un fuseau allongé à 3 pour 1 aura la même résistance, proportionnellement à sa surface, qu'il s'agisse d'un ballon ou du fuselage d'un aéroplane. Aussi les constructeurs soigneux d'aéroplanes se sont-ils ingéniés à avoir, pour le corps renfermant le moteur, renfermant même presque complètement et cachant plus ou moins l'aviateur, des surfaces analogues à celles des ballons dirigeables; et il est intéressant de savoir ce qu'ils peuvent gagner en employant différents allongements.

Il y a une question dont je ne vous ai pas encore parlé et qui est très importante, c'est le degré de poli des surfaces. Je me rappelle qu'au moment où nous essayions de faire un premier dirigeable, en 1884, Dupuy de Lôme était venu nous voir : il s'était occupé de la question et avait bien voulu nous donner quelques conseils. Je me rappelle lui avoir entendu dire à peu près textuellement : « Quand on a déterminé la forme d'un bateau, en tenant compte de toutes les données de l'hydrodynamique pour diminuer la résistance de la carène, toutes vos prévisions peuvent être réduites à néant parce qu'une touffe d'herbe sera venue s'attacher à la coque. On ne saurait donc être trop soucieux d'avoir des surfaces lisses. »

Aussi, quand il a fait son dirigeable, Dupuy de Lôme avait supprimé le filet pour le remplacer par une housse épousant la forme du ballon afin d'avoir une surface plus unie.

Le colonel Renard, indépendamment des expériences qu'il avait faites avec sa balance dynamométrique, avait fait des expériences directes sur la résistance de l'air au mouvement des ballons sphériques : le coefficient de réduction se trouvait deux fois plus fort quand la surface était d'un poli insuffisant que quand elle était parfaitement lisse. Ceci est d'une importance capitale pour les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aéroplanes ; il est certain que pour toutes les surfaces, plus elles seront polies, lisses, mieux elles seront vernies, pour ainsi dire, il faut aller jusque-là, moins nous aurons de résistance à l'avancement, plus nous aurons de vitesse pour un travail donné. Pour toutes les surfaces également polies, le coefficient de réduction sera probablement le même, mais pour obtenir le coefficient le plus réduit, il faut diminuer toute résistance parasite.

*
* *

Nous avons vu tout à l'heure, en énumérant les différents chiffres obtenus pour le coefficient fondamental de la résistance de l'air, que plus on avançait dans le cours des années, plus ce coefficient allait en diminuant. Est-ce une bonne, est-ce une mauvaise chose pour les adeptes de la navigation aérienne?

Quand on considère l'air comme un obstacle, il est bon que le coefficient de résistance soit moins fort, mais par contre quand nous considérons l'air comme un point d'appui, nos hélices auront moins d'action si le coefficient de résistance de l'air diminue ; nous aurons moins de difficulté à nous avancer, mais nous aurons moins de prise pour faire avancer le navire aérien quel qu'il soit.

Ces considérations sont les seules qui intéressent les ballons dirigeables et, pour les constructeurs d'aérostats, il leur est à peu près indifférent que le coefficient de résistance de l'air soit plus grand ou plus faible. Pour les aviateurs, il n'en est pas tout à fait ainsi, parce qu'il y a quelque chose qui va diminuer avec la valeur du coefficient de résistance ; pour un navire aérien d'une surface et d'une forme déterminée s'avançant avec une vitesse déterminée, on obtiendra moins de sustentation que si le coefficient de résistance de l'air était plus fort.

Cela ne peut que dérouter les calculs des aviateurs en chambre, mais quant à ceux qui demandent à l'expérience tout ce qu'elle peut leur fournir, soit par le laboratoire, soit par le plein air, en plein vol, ils prennent le coefficient de résistance tel qu'il est ; ils savent qu'avec des surfaces déterminées ils obtiennent des résistances déterminées. Nous n'avons donc pas à nous préoccuper outre mesure de ce coefficient de la résistance de l'air, nous savons qu'on peut faire de l'aviation avec le coefficient tel qu'il est, nous n'avons donc qu'à nous en contenter ; mais, le développement des expériences de laboratoire, et de leur degré de précision nous permettra plus tard de faire des projets sans tâtonnements.

Il est donc très intéressant de savoir aussi exactement que possible quel est le coefficient fondamental de la résistance de l'air.

J'en ai fini avec cette conférence, encore un peu aride. Dans la prochaine, nous commencerons l'étude d'un sujet qui intéresse particulièrement, qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

intéresse même exclusivement l'aviation, c'est l'étude de l'air considéré comme support; nous verrons comment il faut s'y prendre pour obtenir la sustentation verticale, et, comme la question présente un intérêt capital, nous y consacrerons deux conférences entières.

Dans la première nous obtiendrons un résultat pour ainsi dire négatif: nous étudierons surtout la manière dont il faut ne pas s'y prendre pour obtenir la sustentation, et c'est plus important qu'on ne le croit; il faut connaître les mauvaises méthodes parce que cela permet de les éliminer et de ne pas recommencer les écoles qui ont été faites par nos devanciers. Nous verrons dans la conférence suivante quelles sont les bonnes méthodes pour obtenir la sustentation des appareils d'aviation. (*Applaudissements.*)

3e CONFÉRENCE DU SAMEDI 30 JANVIER

L'air considéré comme obstacle. — Le plan mince coefficient de résistance. Les carènes aériennes.

MESDAMES, MESSIEURS,

J'ai, depuis la dernière réunion, reçu une lettre d'un de mes auditeurs, M. Mignard, élève-pilote de la Ligue Nationale aérienne, qui me dit très modestement que, quoique élève pilote, il ne fait partie d'aucune de nos grandes écoles, qu'il n'est élève ni de l'École centrale, ni de l'École polytechnique ni d'aucune autre et qu'il désirerait beaucoup conserver la trace des conférences de la Société d'Encouragement sur l'aviation. Il m'offre le concours des auditeurs, parmi lesquels, dit-il, doit se trouver un certain nombre de sténographes qui accepteraient très volontiers de faire un roulement de manière à sténographier les conférences, pour que les auditeurs puissent ensuite s'en procurer le texte.

Je suis heureux de lui dire que la Société d'Encouragement n'a pas attendu que ce désir soit exprimé, et vous avez pu voir aux deux séances précédentes, et vous pouvez voir aujourd'hui même un sténographe qui est prêt à prendre le texte de cette conférence. Il y a déjà un commencement d'exécution, j'ai entre les mains les épreuves de la conférence du 14 janvier qu'on vient de me remettre pour les corriger. Ces sténographies imprimées paraîtront dans le *Bulletin* de la Société d'Encouragement. Ce *Bulletin* est extrêmement répandu et vous pourrez en prendre connaissance dans la plupart des Bibliothèques.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

*
* *

Dans la dernière conférence, nous avons considéré l'air à un point de vue spécial : comme obstacle au mouvement en avant de l'appareil aérien ; nous l'avons en somme regardé comme un ennemi qu'il fallait vaincre, et nous avons voulu nous rendre compte de la force nécessaire pour vaincre cet obstacle. Nous avons borné cette étude à la résistance de l'air au déplacement d'un corps supposé symétrique par rapport à un axe parallèle en mouvement.

Nous avons divisé cette étude en deux parties : l'une, l'étude de la résistance d'une surface étalon ; cette surface étalon est ce qu'on appelle le plan mince, elle se compose d'une surface plane à l'avant, plane également à l'arrière, les deux faces avant et arrière étant aussi rapprochées que possible l'une de l'autre, et ces faces se mouvant perpendiculairement à elles-mêmes de manière que celle d'avant soit frappée par un courant d'air orthogonal.

Le coefficient de résistance à l'avancement d'une semblable surface, qui devrait s'appeler coefficient de la résistance de l'air d'un plan mince frappé par un courant d'air orthogonal, a été considéré par tous les spécialistes qui se sont occupés de la question comme tellement important qu'on en a fait le chiffre fondamental, la constante fondamentale de toute l'aérodynamique, et on lui donne tout simplement le nom de coefficient de la résistance de l'air. Cela veut dire, en somme, le nombre par lequel il faut multiplier la surface d'un plan mince défini comme nous l'avons fait tout à l'heure, et le carré de la vitesse, pour avoir l'effort résistant au déplacement de ce plan.

Je vous ai indiqué avec quelque détail comment différents expérimentateurs, et en particulier M. Eiffel avaient procédé pour déterminer le coefficient fondamental de la résistance de l'air, et nous avons vu que le principal résultat de ces expériences avec été le fait suivant que je vous rappelle très brièvement :

La proportionnalité de la résistance au carré de la vitesse doit être considérée comme une loi que nous pouvons admettre malgré quelques très légères corrections, mais qui est suffisante dans les vitesses dont nous avons besoin, que j'ai appelées les vitesses aéronautiques, c'est-à-dire des vitesses qui n'atteignent pas ou ne dépassent pas 100 mètres par seconde, c'est tout ce qu'il nous faut.

D'autre part, les expériences ont vérifié d'une manière très approximative la proportionnalité de résistance à la surface avec quelques corrections pour les petites surfaces. Pour les petites surfaces, l'air a beaucoup plus de facilités à s'échapper par les bords, la résistance est un peu moindre que pour les grandes ; mais à partir de certaines dimensions, l'influence des bords devient négligeable et on peut admettre la proportionnalité de la surface.

Ce qui résulte des différentes expériences qui ont été poursuivies depuis

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus d'un siècle pour déterminer le coefficient de la résistance de l'air, c'est qu'à mesure qu'on avance ce coefficient semble diminuer.

Les premiers expérimentateurs ont trouvé 120, 130 millièmes, c'est-à-dire que si un plan d'un mètre carré s'avance à la vitesse d'un mètre par seconde, il doit d'après ces auteurs éprouver une résistance égale à ces chiffres ; certains autres expérimentateurs ont constaté 100, d'autres ont trouvé, 96, 90, 80; d'autres ont trouvé 70. Maintenant on est fixé aux environs de 74, 75, 76; le chiffre de M. Eiffel, qui me paraît un des plus dignes de foi certainement, est de 74. En sorte que nous arriverons probablement vers un chiffre définitif, nous ne devons pas en être extrêmement loin. Admettons donc le chiffre de 0,075 comme coefficient de la résistance de l'air.

Ce chiffre fondamental étant admis, nous avons ensuite passé à la deuxième partie de l'étude que nous avions à faire et qui consistait à connaître la résistance de corps de formes différentes tels qu'une sphère, une demi-sphère, une demi-sphère creuse présentant sa concavité à l'arrière, un cylindre, un corps allongé en forme de ballon dirigeable. Ces expériences ne sont pas très nombreuses et, pour ces corps, on ne s'est pas astreint en général aux mesures très délicates et très précises que nécessite la recherche d'un coefficient fondamental. On a seulement cherché à établir un terme de comparaison et comme, d'après les conversations que j'ai eues avec quelques-uns de mes auditeurs, la question n'a peut-être pas été très bien comprise, je vais y revenir un peu, non pas en faisant à nouveau l'exposé théorique de l'autre jour, mais en vous donnant simplement un exemple numérique.

La formule de la résistance de l'air est sur une surface quelconque :

$$R = \varphi S V^2.$$

La formule de la surface étalon, du plan mince.

$$R = KS V^2.$$

Eh bien, quand il s'agit de savoir la résistance d'une sphère, on ne s'est pas astreint jusqu'à présent — on pourrait le faire évidemment — à faire des expériences aussi précises, aussi délicates, aussi minutieuses que celles qu'on a faites pour trouver le coefficient du plan mince, mais avec des appareils plus sommaires tels que la balance dynamométrique du colonel Renard, dont je vous ai donné la description et expliqué l'emploi, on a fait mouvoir avec la même vitesse un plan mince d'un certain diamètre et une sphère du même diamètre.

Si on suppose que le coefficient de la sphère est égal au coefficient k du plan multiplié par un certain coefficient de réduction σ, c'est ce coefficient de réduction, le chiffre par lequel il faut multiplier la résistance du plan mince pour avoir la résistance de la surface considérée que l'on a cherché à obtenir

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par l'expérience. Nous avons vu que ces coefficients varient avec la forme de la surface dont ils sont une des caractéristiques. Celui de la sphère, par exemple, est de 158 millièmes, c'est-à-dire que la sphère ne résiste pas plus que 0.158 du plan mince de même section transversale ; pour la carène d'un ballon dirigeable, le coefficient est beaucoup plus faible ; pour un fuseau allongé à 3 pour 1, il est de 0,032 seulement.

Nous allons appliquer ces notions au calcul d'une résistance dans des conditions déterminées, et vous allez voir tout de suite le parti qu'on peut tirer des expériences de laboratoire. Les constantes que nous ont fournies les expérimentateurs nous ont rendu des services énormes et d'après l'exemple que nous allons traiter par le calcul vous apprécierez l'importance des résultats déjà connus, et l'intérêt qu'il y avait de faire de nouvelles expériences pour combler les lacunes qui se présentent constamment quand on veut faire des études d'aviation.

Nous avons, par exemple, un ballon dirigeable allongé à 3 pour 1, de 12 mètres de diamètre, et qui marcherait à 15 mètres par seconde. Sa maîtresse section est

$$\pi \times 12^2 = 113^{m2},10.$$

Voilà la surface perpendiculaire au mouvement ; c'est une surface considérable : c'est une mesure agraire, plus qu'un are, c'est un morceau de champ qu'on aurait redressé et qu'on émettrait la prétention de transporter à travers l'air, cela doit résister beaucoup quand la surface s'avance, comme je le suppose, avec une vitesse de 15 mètres par seconde. Pour obtenir la résistance il faut multiplier $113^{m2},10$ par le carré de 15 soit 225, ce qui donne 25 447,50.

Si c'était un plan mince, je devrais multiplier ce produit par le coefficient de la résistance de l'air, 0,075. La résistance qu'un disque de ce diamètre éprouverait à la vitesse de 15 mètres par seconde représenterait $1908^{k},562$. Voilà l'effort qu'il faudrait exercer pour faire avancer à 15 mètres par seconde un disque de 12 mètres de diamètre. Pour notre fuseau allongé dont le coefficient est de 0,032, il faut multiplier par ce chiffre la résistance du plan mince et l'on obtient $61^{kg},074$, en nombre rond 60 kilogrammes au lieu des 1900 kilogrammes.

Vous voyez que ces coefficients de réduction ont une influence énorme et cela justifie la conclusion par laquelle je terminais, c'est-à-dire qu'il n'est pas nécessaire d'avoir des allongements interminables ; dès que les allongements atteignent 3 pour 1, ils sont déjà très suffisants, il est inutile d'aller plus loin.

J'ai insisté également sur l'intérêt qu'il y a de polir les surfaces avec le plus grand soin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

*
* *

Cette revision rapide faite, nous allons maintenant entrer dans l'objet de la conférence d'aujourd'hui et commencer à examiner l'air à un point de vue tout différent, en ne le considérant pas comme un ennemi, mais, au contraire, comme un auxiliaire indispensable pour faire de l'aviation, en le considérant comme un support, comme quelque chose qui nous empêche de tomber par terre, à la condition de savoir nous y prendre.

Pour obtenir de l'air, au moyen d'un travail dynamique qu'il veuille bien soutenir un poids et l'empêcher d'obéir à la loi de la pesanteur, il faut munir ce poids de surfaces convenablement disposées dont la direction doit être assez voisine de l'horizontale, cela saute aux yeux a priori, lesquelles surfaces sont appelées *surfaces sustentatrices*, ou tout simplement *sustentateurs*; c'est un mot technique qu'il faut retenir.

Les sustentateurs aériens sont en nombre considérable ; on a imaginé de toutes les espèces, depuis des palettes qui s'abaissent jusqu'à des roues à aubes plus ou moins déguisées dont les aubes sont horizontales pendant la descente et se font verticales pendant la montée, des hélices à axe vertical, des plans inclinés comme dans les aéroplanes; tout a été imaginé et il n'y a rien à inventer de ce côté.

Pourtant on est assailli par des inventions qui arrivent plusieurs fois par semaines de gens qui ont imaginé de nouveaux appareils... il y en a tant qu'on voudra; en somme tout appareil qui prendra de l'air en haut pour le rejeter vers le bas déterminera une réaction qui pourra équilibrer le poids de l'appareil, et une pompe qui aspirerait l'air en haut et le ferait cracher par la partie inférieure constituerait un sustentateur.

Mais, parmi des sustentateurs, il y en a de bons et il y en a de mauvais. C'est une très bonne chose, quand on étudie une question, de savoir ce qui ne vaut rien, cela nous débarrasse d'une foule de recherches inutiles. Quand nous serons bien convaincus que tel système de sustentateur est mauvais, sans résultat possible, nous ne perdrons pas notre temps à l'essayer et quand nous verrons des projets qui seront basés sur des choses qui ne valent rien, nous pourrons les rejeter a priori sans les examiner en détail.

Un sustentateur absolument mauvais est celui qui est venu le plus naturellement à l'esprit de l'homme, c'est ce qu'on appelle le sustentateur *orthoptère*, de deux mots grecs qui veulent dire ailes perpendiculaires; mais cela veut dire en réalité ailes agissant perpendiculairement sur l'air.

Ces sustentateurs *orthoptères* consistent essentiellement en des surfaces horizontales qu'on fait mouvoir de haut en bas de manière que le courant d'air qui vient frapper la partie inférieure puisse agir sur l'appareil.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Vous vous rappelez que, dans les deux premières conférences, je vous ai parlé d'une des méthodes qui ont servi à trouver le cœfficient fondamental de la résistance de l'air; elle consiste à laisser tomber un corps verticalement dans l'air. Vous savez qu'un corps qui tombe dans l'air, au lieu de prendre, comme dans le vide, un mouvement uniformément accéléré, prend d'abord un mouvement accéléré, mais dont l'accélération va en diminuant parce qu'à mesure que la vitesse du corps augmente, la résistance de l'air augmente aussi, et comme le poids du corps reste constant, si la chute dure longtemps, il doit arriver un moment où le poids du corps se trouve compensé par la résistance de l'air : il continue son mouvement, mais dans les conditions d'un corps qui ne serait soumis à aucune forme, c'est-à-dire avec une vitesse uniforme.

Je vous disais que quand on a cherché le cœfficient de la résistance de l'air, on a fait tomber des corps, on a observé leur chute et, quand la vitesse est devenue uniforme, on a dit : la résistance est égale au poids de l'appareil.

Le premier sustentateur connu n'est en réalité autre que cet appareil d'expérience, c'est le parachute vulgaire; il y a un poids à soutenir, c'est celui de l'aéronaute et celui de la nacelle; on le soutient par une surface horizontale qui descend verticalement. La chute commence par s'emballer, c'est très impressionnant quand on part de très haut, d'un ballon qui a été enlevé en l'air, par exemple, mais au bout d'un certain temps la vitesse cesse de s'accroître, et quand le parachute est assez grand, que l'on a assez de surface, on obtient une vitesse modérée.

Je vais vous montrer en projection ces parachutes, ce sont les premiers appareils d'aviation qui aient existé.

Voici Normand (fig. 1) descendant de la tour de l'observatoire de Montpellier, qui existe encore, descendant avec un parachute qui est en réalité un grand parapluie. Il a dû, au début, avoir une vitesse un peu considérable, mais on prétend néanmoins qu'il s'est tiré d'affaire sans trop grand dommage.

Voici une autre image (fig. 2), faite absolument de chic, qui représente la descente d'un aéronaute en parachute. Ce qu'il y a d'étonnant et ce qui prouve que cette image a été faite par un dessinateur en chambre, qui n'avait jamais vu ni ballon ni parachute, c'est que le ballon a envie de descendre plus vite que le parachute, alors que d'ordinaire, le ballon débarrassé du poids qu'il transportait a généralement plutôt une tendance à monter; d'autre part, on peut observer que sa partie supérieure présente un affaissement, alors que, rempli d'un gaz léger, c'est généralement la partie supérieure qui est pleine et la partie inférieure qui est vide... à part cela, la dessin est exact.

Nous verrons tout à l'heure des dessins qui sont plus modernes et qui présentent un caractère de véracité un peu plus grand que ceux-là.

On s'est dit ; au lieu de compter sur la pesanteur pour abaisser la surface

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sustentatrice, ce qui nous donne une sustentation, mais très précaire et ce qui n'a pour effet que de nous faire descendre à une vitesse uniforme, mais ne nous maintient pas en l'air, nous allons, prendre ces surfaces sustentatrices et les faire descendre en les actionnant par un moteur. Nous avons par exemple un radeau; sur cette nacelle est installée une machine motrice et à cette machine sont appliquées des surfaces sustentatrices : la force de la machine tendra à les faire descendre; il y aura donc une réaction de bas en haut et, comme ce plan sustentateur est relié à tout l'ensemble de l'appareil, si la surface sustentatrice est assez grande et si la vitesse qu'on lui imprime est suffisante, on aura la sustentation, c'est-à-dire que la réaction de bas en haut sera égale au poids de l'appareil.

Comme on ne peut faire descendre indéfiniment la même surface, on a imaginé d'en avoir plusieurs se relayant les unes les autres : quand l'une est arrivée au bas de sa course, on la remonte en la plaçant verticalement, et, pendant ce temps, il y en a une autre qui est arrivée au bout de sa remontée et qu'on abaisse avec le plus de rapidité possible.

Voilà le sustentateur orthoptère et le nombre des variétés qu'on a inventées pour le réaliser est infini; il y en a de toutes les couleurs et de toutes les formes. Il y a des espèces de roues à aubes dont les palettes sont verticales quand cela monte et se placent horizontalement quand cela descend; il y a des persiennes dont les lames s'appliquent perpendiculairement contre leur armature quand cela descend et qui se relèvent verticalement quand cela remonte; il y a des parapluies qui s'ouvrent en descendant et qui se ferment en remontant; il y a toutes les sortes d'appareils qu'on peut imaginer. Je vais vous en montrer quelques-uns, qui vont vous donner une idée de ce qu'on a imaginé... Il n'est pas étonnant qu'on ait imaginé ce genre d'appareils, parce qu'on croyait que les oiseaux volaient ainsi.

La figure 3 en représente un qui date de la fin du XVIIIe siècle. On songeait avant tout, à cette époque, au côté décoratif plus ou moins gracieux : il y a là un oiseau avec un bec qui ne signifie pas grand'chose, mais ce qu'il faut remarquer ce sont des nageoires qui étaient des appareils qui s'abaissaient et qui devaient ensuite remonter.

En voici un autre (fig. 4), qu'on attribue à Blanchard, il est de la catégorie parapluie. Il y a là deux surfaces; on les représente toutes les deux ouvertes, mais dans la pratique l'une de ces surfaces se ferme pendant la montée, il y en avait toujours une qui pouvait soutenir l'appareil.

L'inventeur de cet appareil ne paraît pas avoir eu l'intention de se soutenir en l'air, mais il faisait une expérience dynamométrique; il avait suspendu son appareil à deux poulies et, au moyen d'un contrepoids il pouvait l'équilibrer. En laissant le sustentateur inactif il fallait évidemment un contrepoids égal au poids du navire aérien. En faisant agir le sustentateur, le contrepoids pour-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rait être plus faible. On ne doit pas trop reprocher à l'inventeur cette conception, c'était plutôt là un engin d'expérience.

Néanmoins, quelqu'un a voulu s'en servir et on retrouve sur une autre image (fig. 5) le même appareil associé à un ballon; on a sans doute pensé qu'il serait bon d'y ajouter un peu de force ascensionnelle.

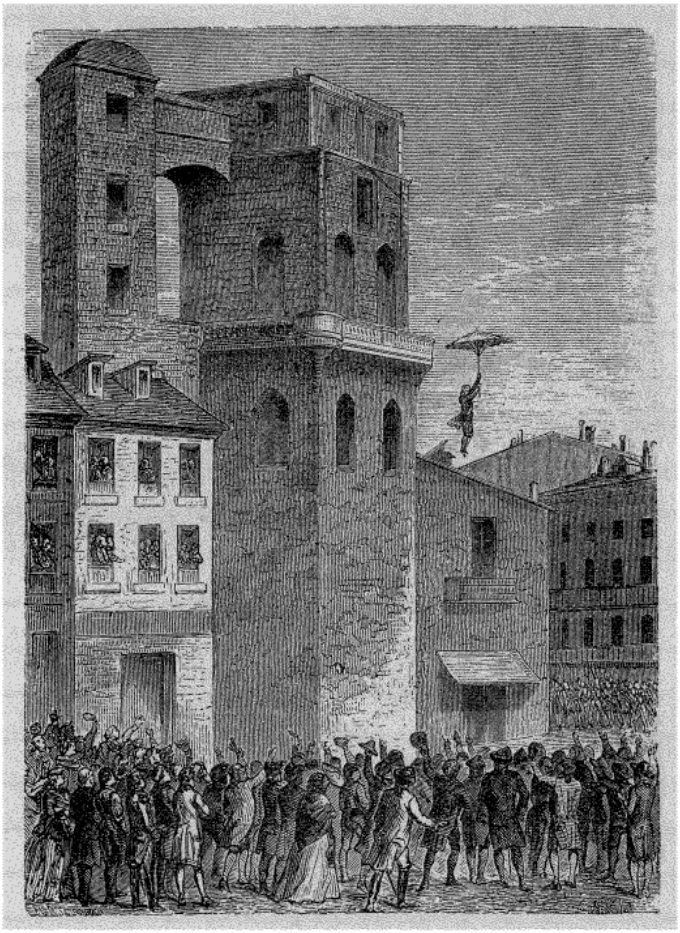


Fig. 1. (1)

Enfin, en voici un autre qui est, celui-là (fig. 6), antérieur d'une trentaine d'années à l'invention de Montgolfier, à l'invention des ballons, c'est ce qu'on appelle l'appareil volant de Besnier. Je ne vous vante pas le confortable de l'appareil, l'homme est suspendu, d'une part, par la force de ses poignets,

(1) Cette figure est, ainsi que les fig. 2 à 6 extraite des *Merveilles de la Science* de Louis Figuier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'autre part, au moyen de jarretières... mais en examinant ce dessin avec quelque attention, on voit que les palettes qui sont en train de s'abaisser sont représentées ouvertes, tandis que celles qui sont en train de se relever sont représentées fermées. Quand l'homme baissera le bras droit et relèvera le bras gauche,

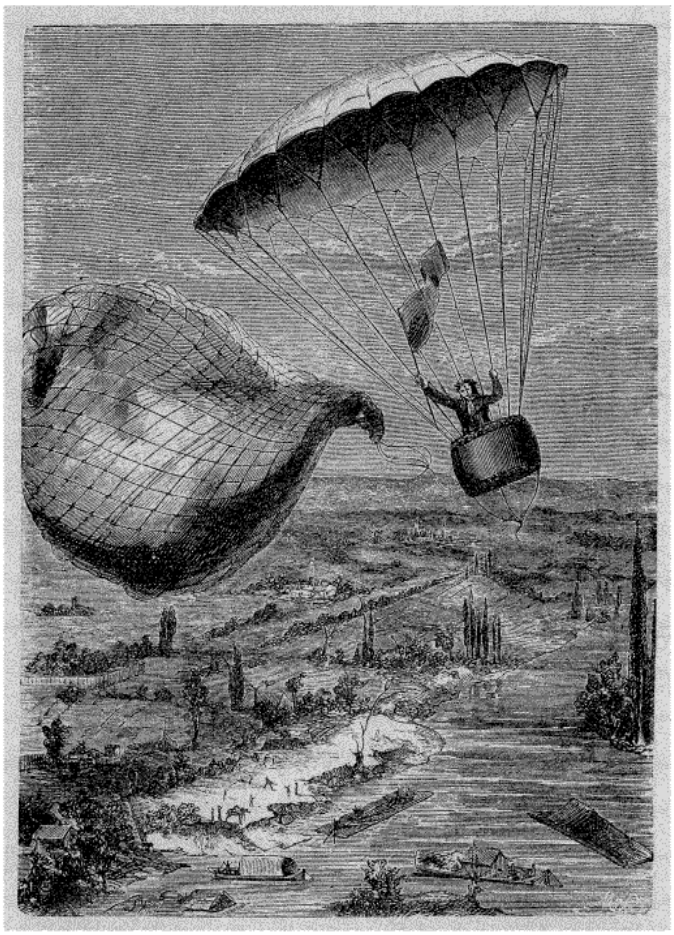


Fig. 2.

c'est le contraire qui se produira : ce sont les palettes qui sont fermées qui vont s'ouvrir, et vice-versa. C'est encore le même principe.

Nous nous sommes suffisamment amusés à considérer ces conceptions un peu enfantines; il faut nous rendre compte de ce que cela peut donner, et je m'empresse de vous énoncer tout de suite la conclusion : cela ne peut rien donner du tout de pratique, ainsi que nous allons le voir.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour cela, comme il s'agit de dépenser du travail dynamique, il faut savoir quel est le travail nécessaire pour soutenir un poids donné.

Si S est la surface du sustentateur, la vitesse avec laquelle on l'abaisse, et P le poids de l'appareil, on doit avoir :

$$P = KSV^2 \quad (1)$$

Le travail nécessaire est facile à calculer : c'est l'effort que la machine est obligée d'appliquer aux surfaces, c'est-à-dire KSV^2 multiplié par le chemin parcouru. Pendant l'unité de temps, ce chemin n'est autre que V. Le travail nécessaire dans l'unité de temps est par suite donné par la formule :

$$T = KSV^3 \quad (2)$$

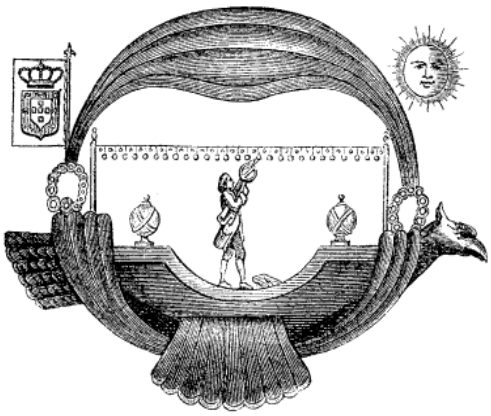


Fig. 3.

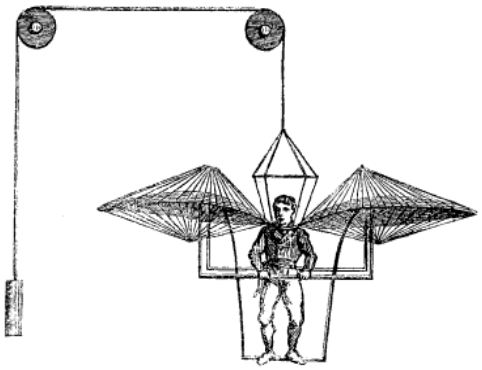


Fig. 4.

Pour avoir le rapport du travail au poids soutenu, il suffit de diviser T par P, et on a :

$$\frac{T}{P} = \frac{KSV^3}{KSV^2} = V, \quad (3)$$

ce qui était d'ailleurs évident *a priori* puisque nous avons obtenu T en multipliant P par V.

Le rapport $\frac{T}{P}$ pour un appareil donné est donc variable. Plus la vitesse est grande, plus il faut de travail pour soutenir un poids donné. Il semble donc qu'on aurait tout intérêt à abaisser les sustentateurs le plus lentement possible ; la sustentation paraît moins onéreuse au point de vue dynamique. Malheureusement, le poids soutenu P serait très faible ; on est donc obligé de choisir entre l'alternative de gaspiller l'énergie pour soutenir un poids notable, ou de ne soutenir qu'un poids insignifiant si on veut économiser la puissance motrice. Ces sortes de dilemmes se rencontrent assez souvent en mécanique.

J'ai insisté un peu sur cette équation, parce que cette fraction $\frac{T}{P}$ est évidem-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment très intéressante à connaître, car elle nous indique moyennant quelle dépense de travail on sustentera un poids donné. Eh bien, ce n'est pas la caractéristique de la valeur d'un appareil, attendu que ce rapport peut être modifié suivant la vitesse avec laquelle vous abaissez les plans sustentateurs.

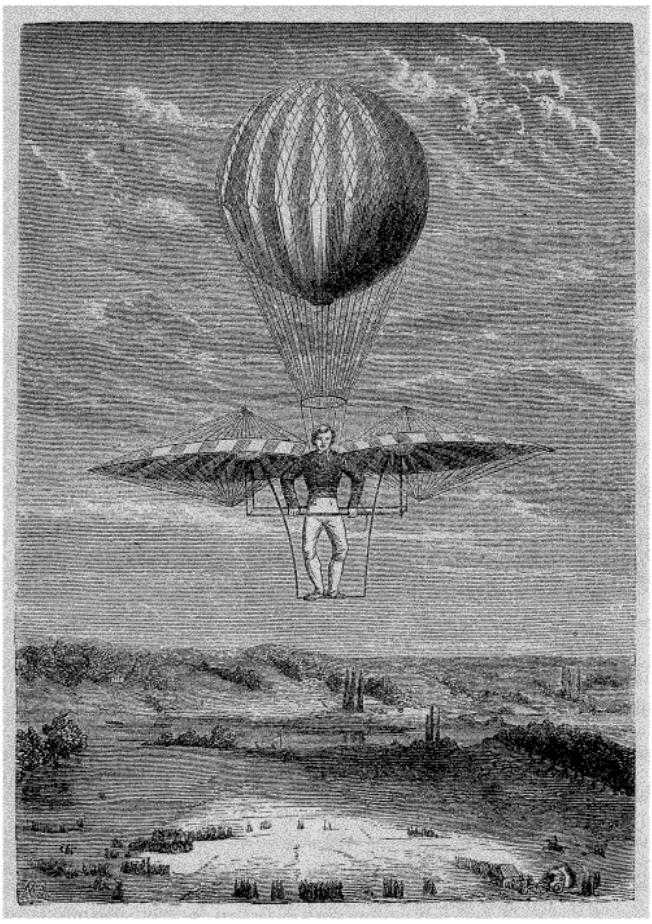


Fig. 5.

Il faut donc savoir ce qui peut caractériser un appareil sustentateur, et je vais vous le montrer par quelques formules, mais comme ces formules sont très importantes, je vais vous les montrer en projections :

Rappelons d'abord nos formules fondamentales (1) et (2) :

$$P = KSV^2$$

et

$$T = KSV^3$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour éliminer V entre ces deux équations, il suffit d'élever la seconde au carré et la première au cube et de diviser membre à membre. Il vient alors :

$$\frac{T^2}{P^3} = \frac{K^2 S^2 V^6}{K^3 S^3 V^6} = \frac{1}{KS} \quad (4).$$

Dans cette formule n'entrent plus que le travail, le poids à soutenir, le coefficient de la résistance de l'air, et la surface du sustentateur. Nous pouvons en conclure immédiatement que le rapport $\frac{T^2}{P^3}$ est indépendant de la vitesse, et ne dépend que des données de l'appareil, c'est-à-dire de la nature orthoptère du sustentateur, et de l'étendue de la surface sustentatoire. Si nous possé-

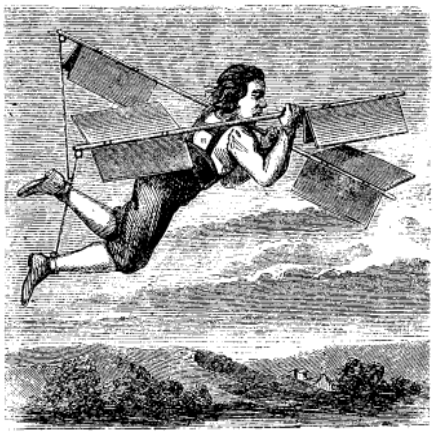


Fig. 6.

dons une véritable caractéristique de la valeur de l'appareil, il faut pourtant avouer que cette formule parle assez mal à l'esprit. Une fraction qui a pour numérateur le carré d'un travail et pour dénominateur le cube d'un poids, est égale à une autre fraction qui a pour numérateur l'unité et pour dénominateur le produit du coefficient de la résistance de l'air par une surface : c'est bien compliqué et cela ne nous dit pas grand chose. Moyennant une légère transformation de la formule, on peut la rendre plus claire, et susceptible d'une interprétation facile et intéressante. Multiplions les deux membres par P. Il vient :

$$\frac{T^2}{P^2} = \frac{P}{KS} \quad (5)$$

que j'écris :

$$\left(\frac{T}{P}\right)^2 = \frac{1}{K} \times \frac{P}{S}.$$

Ici nous voyons apparaître deux fractions correspondant à deux notions précieuses à acquérir.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

$\frac{T}{P}$ est précisément ce que nous voulions savoir en premier lieu, le rapport du travail dépensé au poids soutenu. C'est le quotient d'un travail pendant l'unité de temps divisé par une force. De par la définition même du travail, un tel quotient est un chemin parcouru pendant l'unité de temps, c'est-à-dire une vitesse.

En réalité pour toute espèce de sustentateurs, quels qu'ils soient, pour tous ceux dont je vous parle dans cette conférence et dont je vous parlerai dans les conférences suivantes, pour tout appareil d'aviation, $\frac{T}{P}$ a une signification très nette : c'est une certaine vitesse. Qu'est-ce que c'est que cette vitesse?

Cette vitesse a une existence réelle bien facile à voir quand il s'agit d'un sustentateur orthoptère qu'on abaisse verticalement; mais quand il s'agit d'un autre système de sustentateur il faut se demander ce que c'est; cette valeur est ce que nous appellerons la *vitesse fictive d'ascension*.

Supposez que cette vitesse soit par exemple de dix mètres par seconde, que le rapport $\frac{T}{P}$ soit égal à 10; qu'est-ce que cela veut dire? Cela veut dire que pour nous soutenir nous serons obligés de dépenser le même travail que si, au moyen d'un treuil ou d'une poulie ou d'un appareil de levage quelconque, nous voulions faire monter le poids de l'appareil avec une vitesse de dix mètres par seconde. Si donc nous avons $\frac{T}{P} = 10$, cela veut dire que pour ne faire aucun travail réellement utile, pour obtenir la simple sustentation, nous sommes obligés de dépenser la même quantité de travail que pour nous élever avec une vitesse de 10 mètres par seconde.

Si $\frac{T}{P} = 2$ cela veut dire que, pour obtenir la simple sustentation, nous serons obligés de dépenser la même quantité de travail que pour nous élever à la vitesse de 2 mètres par seconde. Nous appelons cette vitesse la vitesse fictive d'ascension ; plus elle sera petite, plus l'appareil sera bon ; plus elle sera grande, plus l'appareil sera mauvais; si on nous demande de fournir le même travail que pour nous élever de 2 mètres par seconde, ce ne sera pas grand chose, mais s'il faut dépenser l'énergie équivalente à celle qui correspondrait à une ascension de 10 mètres par seconde, ce sera épouvantable.

Il y a donc lieu de considérer la vitesse fictive d'ascension, plus cette vitesse sera faible, plus l'appareil sera parfait.

Passons au deuxième membre de l'équation. Qu'est-ce que $\frac{1}{K}$? C'est l'inverse du coefficient de la résistance de l'air; comme nous savons que le coeffi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cient de la résistance de l'air est égal à 0,075, il est facile d'avoir son inverse, qui est égal à 13,333.

Quant à $\frac{P}{S}$, c'est le rapport du poids à la surface sustentatrice; eh bien cela a un nom en aviation, on appelle ce rapport la *charge par mètre carré*. Il est évident que plus la charge est considérable, plus il doit être difficile de se soutenir; si vous voulez soutenir 10 kilos par mètre carré, il faut un travail plus grand que si vous avez seulement à porter 5 kilogrammes par unité de surface sustentatrice, cela saute aux yeux.

Cette dernière formule peut donc se traduire de la manière suivante : le carré de la vitesse fictive d'ascension est égal au produit de l'inverse du coefficient de la résistance de l'air multiplié par la charge par mètre carré.

Dans cette formule, nous avons la vitesse fictive d'ascension qui est l'inconnue et qui est l'inverse de la bonne qualité de l'appareil; nous avons aussi la charge par mètre carré, qui est une des caractéristiques de l'appareil en question et, en reprenant cette formule de tout à l'heure, et en extrayant la racine carrée des deux membres, nous avons

$$\frac{T}{P} = \sqrt{13{,}333} \times \sqrt{\frac{P}{S}}$$

et en effectuant le calcul :

$$\frac{T}{P} = 3{,}65 \sqrt{\frac{P}{S}}$$

Pour diminuer autant que possible $\frac{T}{P}$, c'est-à-dire pour améliorer l'appareil, nous n'avons d'autre ressource que de diminuer $\frac{P}{S}$. Or, pour diminuer une fraction, il y a deux moyens : diminuer le numérateur, ou augmenter le démonimateur. Le numérateur P, nous ne pouvons y toucher, c'est le poids à enlever, c'est une des données du problème.

Donc, dans le système orthoptère, on n'a qu'une manière d'augmenter la valeur pratique de l'appareil, c'est de diminuer la charge par mètre carré, et pour cela, il n'y a qu'un moyen, c'est d'augmenter la surface sustentatrice.

Cela paraît très simple en théorie, mais il n'en est pas de même du tout en pratique, attendu que lorsqu'on fait les calculs et lorsqu'on se demande quelles sont les charges qu'il faut avoir pour trouver un $\frac{T}{P}$ admissible, les surfaces deviennent tellement considérables que leur construction absorberait tout le poids disponible; elles deviendraient tellement lourdes qu'elles seraient d'un poids prohibitif, et qu'il ne resterait plus rien pour enlever ni l'aéronaute ni le moteur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour vous en donner une idée, je vais vous citer quelques chiffres d'un tableau dans lequel j'ai calculé la vitesse fictive d'ascension correspondant à diverses charges par mètre carré. Voici le tableau tout entier.

Je vais en commenter quelques chiffres.

Tableau des vitesses fictives d'ascension.

Noms des animaux volateurs.	Envergure en mètres.	Poids total en kilog.	Charge par m² en kilog.	Vitesse fictive d'ascension en mèt. par seconde.
»	»	»	0,500	2,39
Chauve-souris nyctinome.	0,243	0,006	0,637	2,92
»	»	»	1,000	3,65
Hirondelle	»	0,016	1,291	4,16
»	»	»	1,500	4,45
Alouette	»	»	1,583	4,60
Chauve-souris roussette.	0,484	0,053	1,748	4,82
Faucon crécerelle. . . .	0,740	0,181	0,968	5,11
»	»	»	2,000	5,15
Martinet	»	0,033	2,073	5,25
Tourterelle	»	0,110	2,133	5,33
Effraie	»	0,305	2,160	5,37
Milan.	»	0,640	2,226	5,44
»	»	»	2,500	5,77
Mouette.	»	0,280	2,709	6,02
»	»	»	3,000	6,32
»	»	»	3,500	6,83
Cigogne	2,080	2,440	3,536	6,86
Faucon Pélerin	1,035	0,580	3,773	7,08
»	»	»	4,000	7,30
Pigeon.	»	0,225	4,310	7,59
Caille	»	0,100	4,494	7,74
»	»	»	4,500	7,75
»	»	»	5,000	8,18
Procellaria	»	0,300	5,714	8,72
»	»	»	6,000	8,94
»	»	»	7,000	9,68
Vautour fauve	2,560	7,301	7,486	9,78
Vautour oricou.	2,660	8,152	7,323	9,89
»	»	»	8,000	10,33
»	»	»	9,000	10,95
»	»	»	10,000	11,53
»	»	»	11,000	12,12
Canard.	0,720	0,925	11,050	12,16
»	»	»	12,000	12,63
»	»	»	15,000	14,13
»	»	»	20,000	16,32
»	»	»	30,000	19,97
»	»	»	50,000	25,81
»	»	»	100,000	36,50

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si la charge par mètre carré est de 500 grammes, ce qui est extrêmement faible, il faudrait une vitesse fictive d'ascension de 2m,59 par seconde, ce qui est déjà sérieux.

Avec une charge de 637 grammes par mètre carré, — et voici pourquoi je vous donne cette charge, c'est que c'est celle d'un animal qui vole assez bien, la chauve-souris nyctinome — elle serait condamnée à dépenser, pour se soutenir, le même travail que pour monter avec une vitesse de 2m,92 par seconde; si nous prenons un kilogramme par mètre carré il faudrait avoir une vitesse fictive de 3m,65.

L'hirondelle, qui a une charge de 1kg,291 serait astreinte à une vitesse fictive d'ascension de 4m,16. Voyez-vous cette pauvre petite bestiole condamnée à dépenser ce travail extraordinaire!

Je passe un certain nombre de termes et j'arrive à des animaux plus gros. Supposons par exemple une charge de 2 kg, 500 par mètre carré : il faudrait une vitesse fictive d'ascension de 5m,77. Il y a un animal qui est peu près dans des conditions analogues; c'est la mouette, qui est chargée de 2kg,709 par mètre carré et qui serait condamnée à faire autant de travail pour s'élever à raison de 6m,02 par seconde.

Passons à des animaux plus grands : la procellaria, qui est chargée de 5kg,714 par mètre carré a 8m,72 de vitesse fictive d'ascension.

Le vautour fauve qui pèse 7kg,500 en tout et qui est chargé de 7kg,180 par mètre carré serait condamné à 9,78 de vitesse fictive.

Le canard sauvage, qui est chargé de 11kg,050 par mètre carré, devrait avoir une vitesse fictive d'ascension de 12m,16.

Les aéroplanes actuels sont chargés d'environ 10 kilos par mètre carré, ce qui correspond à 11m,53 de vitesse fictive d'ascension. Avec des charges de 15 kilogrammes qu'on est en train d'atteindre, la vitesse fictive d'ascension serait de 14m,13; elle atteindrait 16m,32 pour 20 kilogrammes, 19m,97 pour 30, 25m,81 pour 50 et 36m,50 pour une charge de 100 kilogrammes par mètre carré.

Or, savez-vous ce que peut faire un bon alpiniste? Il monte de 400 mètres en une heure; comme il y a 3600 secondes en une heure, cela fait à peu près 11 centimètres par seconde. Voilà donc un homme fort, bien entraîné, vigoureux, qui peut s'élever pratiquement et peut soutenir ce métier-là pendant assez longtemps à cette vitesse, et vous voudriez qu'un vautour soit condamné à la vitesse de 12 mètres! c'est absolument invraisemblable.

Quand on fait l'anatomie de ces animaux, on voit bien que ce n'est pas possible et qu'il ne peut y avoir une différence pareille. Les petits animaux, comme la petite chauve-souris qui pèse 6 grammes en tout, serait condamnée à faire le même travail que pour monter à la vitesse de 2m,92 quand un homme ne peut faire que 11 centimètres par seconde! c'est invraisemblable.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si le système orthoptère existait et était le seul qui permette de voler, nous devrions renoncer à faire des appareils d'aviation et il y a longtemps que les oiseaux auraient dû renoncer à voler, parce que le métier ne serait pas tenable.

Je vous ai cité un certain nombre d'animaux et je vous ai dit qu'ils avaient une certaine charge par mètre carré ; ce n'est pas moi qui me suis livré à ce travail, je ne suis pas un naturaliste, mais il y a quelqu'un qui l'a fait et c'est à lui que j'ai emprunté ces renseignements, c'est Mouillard qui a publié un livre intitulé *l'Empire de l'air*. Il avait habité l'Algérie et l'Égypte, des pays où il y a de beaux oiseaux, de beaux volateurs ; il s'était passionné pour cette étude du vol ; il avait eu la marotte, mais la marotte fort heureuse, d'en capturer, de s'arranger de manière à les mesurer, et par conséquent à savoir quelle était leur surface sustentatrice ; ces surfaces constituent un élé-



Fig. 7. — Chauve-souris nyctinome.

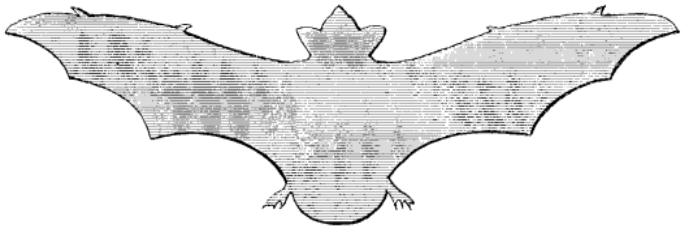


Fig. 8. — Chauve-souris roussette.

ment précieux de renseignement à ce point de vue. Pour vous donner une idée de son travail, je vais projeter un certain nombre de figures qui représentent la surface sustentatrice de différents animaux.

Voici d'abord la chauve-souris nyctinome (fig. 7) ; elle pèse 6 grammes et a quelques centimètres d'envergure ; c'est ce petit animal qui serait condamné à faire le travail que je vous indiquais comme si elle devait fictivement monter à $2^{m},92$ par seconde.

Voici une autre chauve-souris (fig 8), un peu plus grande, c'est la chauve-souris roussette ; c'est un animal qui pèse 53 grammes, il a 48 centimètres d'envergure, il porte une charge modérée.

Voici un animal un peu plus grand, le faucon crécerelle (fig. 9), c'est un très beau volateur qui a une charge de $1^{kg},968$ par mètre carré, il pèse 181 grammes et a 74 centimètres d'envergure.

Vous voyez qu'il est très facile, étant donné le soin avec lequel ces surfaces ont été prises, d'avoir la dimension des ailes.

Voici un animal volateur tout à fait remarquable c'est la cigogne (fig. 10) ; c'est une sorte d'aéroplane vu au-dessus... avec une longue queue ; il trouve

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'il n'est pas encore assez allongé, il allonge ses pattes en arrière et son cou et son bec pour fendre le vent; son poids est de $2^{kg},10$, son envergure de $2^{m},08$,

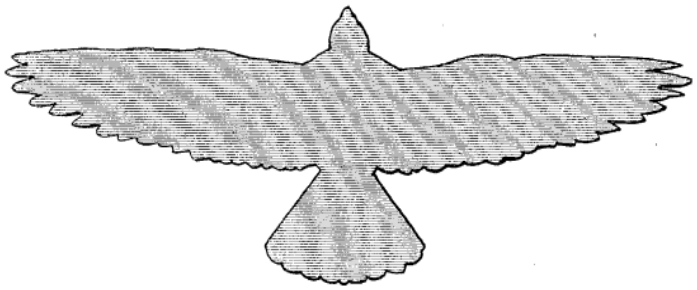


Fig. 9. — Faucon cricerelle.

sa charge par mètre carré de 3^{kg}, 536 ce qui correspondrait à $6^{m},86$ de vitesse fictive d'ascension.

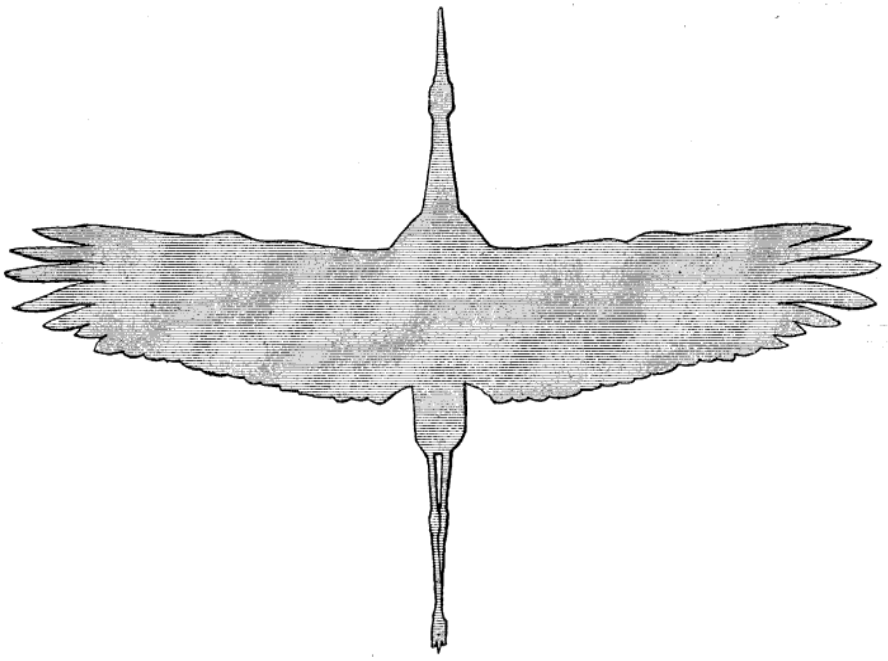


Fig. 10. — Cigogne.

Un autre volateur un peu plus grand : le faucon pélerin (fig. 11)... mais il est représenté sous une forme qui n'est pas celle du vol naturel.

Voici le même avec ses ailes étendues (fig. 12) : il tend son bec au vent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

comme pour fendre l'air, il développe toute sa surface sustentatrice, il porte $3^{kg},773$ par mètre carré, un peu plus que la cigogne, mais son poids total est bien plus faible : 580 grammes seulement. Il a $1^{m},035$ d'envergure.

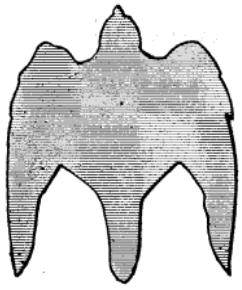


Fig. 11. — Faucon pèlerin.

Voici un gros oiseau, celui-là (fig. 13), il pèse $7^{kg},500$ c'est le vautour fauve, un oiseau d'Égypte. Il ne déploie pas ici ses ailes d'une manière complète.

Ici, il les développe (fig. 14) complètement; il prend un point d'appui extrêmement sérieux sur l'air; il rappelle un peu l'aéroplane de Wright, car sa queue est réduite à fort peu de chose, et vous voyez la partie effilée qu'il présente en avant. Son envergure est de $2^{m},56$; nous avons vu que sa charge par mètre carré est de $7^{kg},180$, ce qui le condamnerait à une vitesse fictive d'ascension de $9^{m},78$ par seconde, s'il faisait du vol orthoptère. Heureusement pour lui qu'il n'y a jamais songé!

Ce livre de Mouillard est extrêmement intéressant et on y trouve des ren-

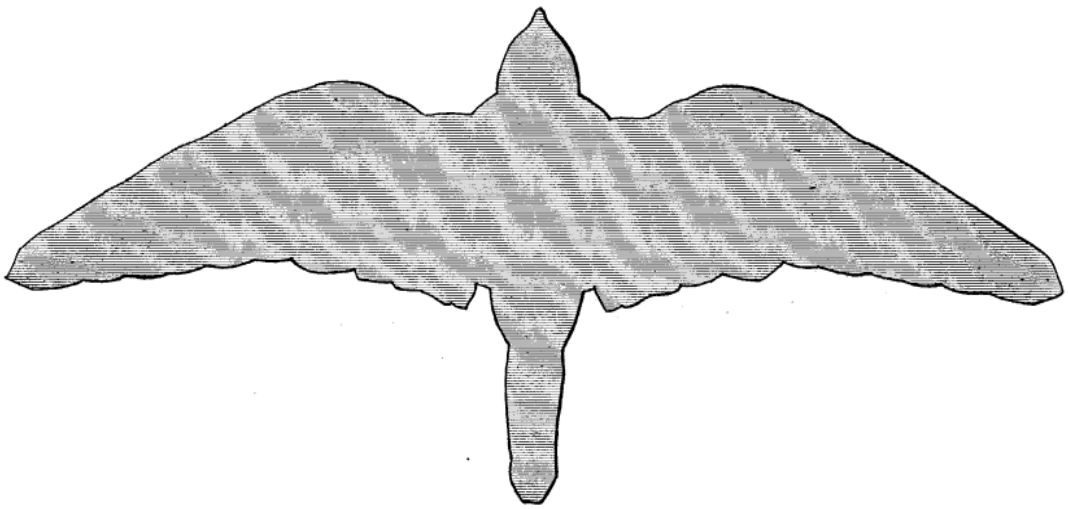


Fig. 12. — Faucon pèlerin ailes étendues.

seignements très précieux; mais, comme je vous le disais au début de la première conférence, tous ces naturalistes ont pu faire des observations de premier ordre, mais ils sont d'une ignorance vraiment trop grande en mathématiques et en mécanique. Ces figures que vous venez de voir, si on vous demandait comment vous les appelez, vous diriez que ce sont des projections horizontales d'oiseaux, des contours apparents; eh bien, Mouillard appelle ces figures

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'ombre d'une chauve-souris ou d'un vautour, c'est la seule manière qu'il emploie pour s'exprimer.

Pour en revenir à cette question de la sustentation orthoptère, je vous ai

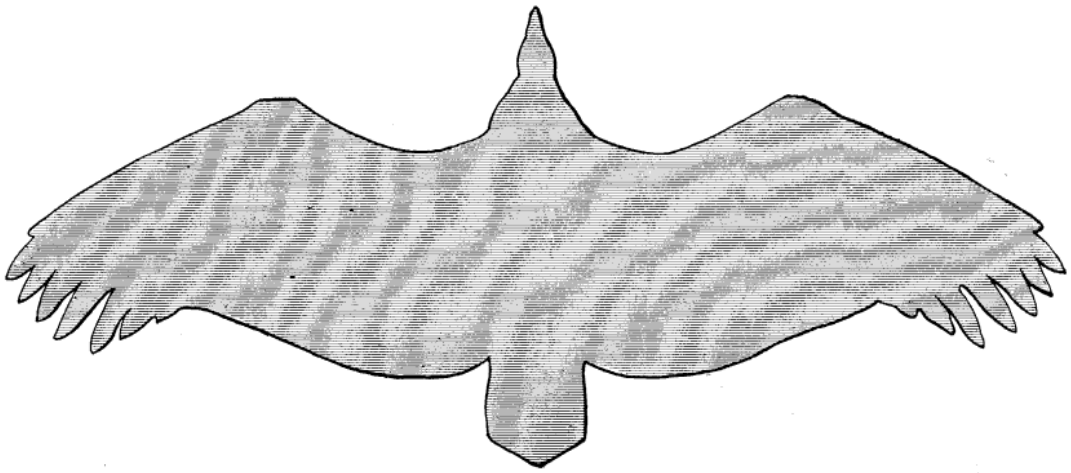


Fig. 13. — Vautour fauve.

donné tout à l'heure quelques chiffres indiquant la vitesse fictive d'ascension nécessaire avec certaines charges par mètre carré; je vais maintenant vous

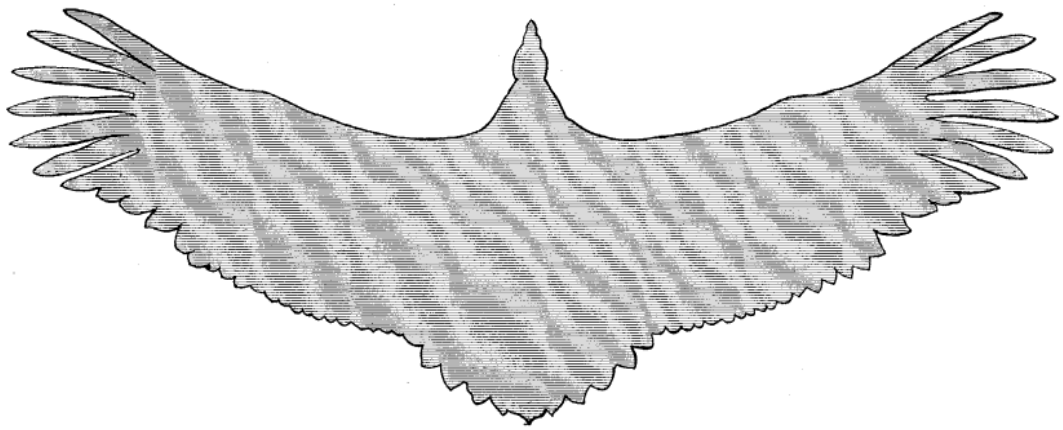


Fig. 14.— Vautour fauve ailes déployées.

indiquer le poids qu'il serait nécessaire de donner au cheval-vapeur dans les hypothèses suivantes.

On consacre le quart du poids de l'appareil au moteur et ce moteur a un rendement d'un demi. Dans ces conditions, voici le tableau des poids par cheval correspondant à diverses valeurs de la charge par mètre carré.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau du poids maximum du cheval-vapeur pour réaliser la sustentation orthoptère avec différentes charges par mètre carré.

Charge par mètre carré en kilogramme.	Poids du cheval-vapeur en kilogramme.	Charge par mètre carré en kilogramme.	Poids du cheval-vapeur en kilogramme.
0,500	3,620	7,000	0,969
1,000	3,210	8,000	0,906
1,500	2,568	9,000	0,856
2,000	1,820	10,000	0,810
2,500	1,625	11,000	0,773
3,000	1,483	12,000	0,742
3,500	1,373	15,000	0,663
4,000	1,284	20,000	0,573
4,500	1,211	30,000	0,470
5,000	1,146	50,000	0,363
6,000	1,049	100,000	0,257

Il est invraisemblable, n'est-ce pas, qu'on puisse réaliser des moteurs comme ceux-là et il faudrait renoncer à l'aviation parce qu'on ne pourrait pas espérer avoir des moteurs suffisamment légers, à moins d'avoir des surfaces sustentatrices exorbitantes. Représentez-vous un appareil de 500 kilogrammes chargé à raison de 0 kg. 500 par mètre carré, il faudrait une surface de mille mètres pour le soutenir, alors que l'appareil de Wright qui pèse à peu près ce poids a une surface de 100 mètres carrés; ce n'est évidemment pas réalisable et il faudrait encore bien plus, parce que mille mètres carrés pèseraient un poids formidable, et on serait obligé d'augmenter la surface dans le seul but de soutenir son propre poids.

Voici un tableau faisant connaître la puissance dont devraient disposer certains animaux s'ils faisaient du vol orthoptère.

Tableau faisant connaître la puissance motrice nécessaire pour un certain nombre de volateurs en supposant qu'ils pratiquent le vol orthoptère.

Noms.	Poids total en kilogr.	Charge par m² en kilogr.	Vitesses fictives d'ascension en mètres par seconde.	Puissance nécessaire en kgm. par seconde.	Puissance en chevaux.
Chauve souris nyctinome.	0,006	0,637	2,92	0,018	0,00024
Hirondelle.	0,016	1,291	4,16	0,067	0,0009
Faucon crécerelle.	0,181	1,968	5,11	0,925	0,012
Mouette.	0,280	2,709	6,02	1,686	0,022
Faucon pélerin.	0,580	2,773	7,08	4,106	0,055
Canard	0,925	11,050	12,16	11,248	0,150
Cigogne.	2,140	3,536	6,86	14,680	0,195
Vautour oricou.	8,152	7,323	9,89	80,624	1,075

On voit que la petite chauve-souris dont je viens de parler, qui pèse 6 grammes, avec 2 m. 92 comme vitesse fictive d'ascension, serait obligée de produire 0,018 de kilogrammètre par seconde.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Passons à un animal un peu plus gros, à notre canard, de 11 kilogrammes par mètre carré, mais qui ne pèse en tout que 925 grammes, ce canard, avec sa vitesse fictive d'ascension du 12 m. 16, serait condamné à un travail de 0,15 de cheval, avec environ un peu moins d'un kilo. Pour faire 0,15 de cheval, il faudrait fournir le cheval à raison de 7 kilos, ce n'est pas un poids extrêmement faible. Mais le canard n'est pas du tout un moteur à pétrole, il est infiniment plus lourd par cheval, et il faut compter dans le poids disponible, non seulement le moteur, mais le poids du canard tout entier avec les accessoires qui ne sont pas employés comme force motrice.

Quand au vautour oricou, il pèse 8 kil. 053 et il faudrait qu'il donne une force d'un cheval et une fraction. Nous arrivons donc à ce fait que l'animal devrait être un moteur ne pesant que 8 kilogrammes par cheval. Si on le compare à l'homme, celui-ci ne fournit qu'un dixième de cheval et il pèse 70 kilos. Admettons que les animaux soient meilleurs moteurs que l'homme, je le veux bien, mais on ne peut admettre qu'ils soient cent fois plus puissants à poids égal, et c'est pourtant ce qu'il leur faudrait pour réaliser le vol orthoptère.

*
* *

Il y a une considération aussi sur laquelle je vais appeler votre attention avant de passer à des idées un peu plus consolantes que celles que nous examinons maintenant, c'est la considération du poids de l'air et de son influence.

Vous vous rappelez que, dans le coefficient K, intervient comme facteur le poids spécifique de l'air; je vous ai dit, en effet, qu'on admet en aérodynamique, et le fait est vérifié par toutes les expériences possibles, que la résistance de l'air est proportionelle au poids spécifique de l'unité de volume du fluide, au poids du mètre cube. Or, pour ne pas encombrer la formule, on a écrit : $R = KSV^2$, en réalité $K = \gamma a$, γ étant un coefficient et a le poids spécifique de l'air.

Si l'on revient à la formule de la sustentation orthoptère.

$$\left(\frac{T}{P}\right)^2 = \frac{1}{K}\frac{P}{S}, \text{ elle serait } \left(\frac{T}{P}\right)^2 = \frac{1}{\gamma a}\frac{P}{S}$$

et

$$\frac{T}{P} = \sqrt{\frac{1}{\gamma a}}\ \sqrt{\frac{P}{S}}$$

Nous voyons que si le poids de l'air vient à augmenter, ce qui arrive en hiver par les fortes pressions, la vitesse fictive d'ascension diminue, mais c'est le contraire en été.

Cela ne serait pas encore très grave, parce que les variations du poids de l'air dues aux circonstances météorologiques sont assez limitées; mais il y a

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quelque chose de très intéressant, c'est de savoir ce qui se passera quand nous voudrons, avec des appareils d'aviation, monter à une certaine hauteur.

Eh bien, le poids de l'air va diminuer, il diminue même assez rapidement et le résultat c'est que la vitesse fictive d'ascension devra augmenter dans une certaine proportion. Il est facile de se rendre compte par la formule précédente qu'elle devra augmenter en raison inverse de la racine carrée du poids spécifique de l'air. Le tableau suivant donne pour certaines altitudes la valeur de cette augmentation :

Tableau faisant connaître l'augmentation de la vitesse fictive d'ascension avec l'altitude.

Altitude en mètres au-dessus du niveau de la mer.	Rapport de la vitesse fictive à celle du même appareil au niveau de la mer.	Altitude en mètres au-dessus du niveau de la mer.	Rapport de la vitesse fictive à celle du même appareil au niveau de la mer.
0,000	1,000	3 000,000	1,208
100,000	1,005	4 000,000	1,285
200,000	1,015	5 500,000	1,414
500,000	1,030	18 400,000	3,162
1 000,000	1,063	36 800,000	10,000
2 000,000	1,131		

Ce n'est pas cela qui empêche les appareils orthoptères de fonctionner; et comme ce que je vous ai dit est semblable pour tous les appareils, le jour où nous serons capables de voler on volera aussi bien à 1 000 mètres qu'au niveau du sol.

Quand nous arriverons à 2 000 mètres, cela ira un peu moins bien, mais jusqu'à 3 000 mètres, l'augmentation sera d'environ 1/5.

Enfin, à 5 500 mètres..... pourquoi vais-je prendre cette hauteur plutôt que 5 000 mètres? C'est que 5 500 est une hauteur classique en aéronautique, c'est la hauteur à laquelle on a au-dessous de soi la moitié de l'atmosphère, la pression atmosphérique est égale à la moitié de ce qu'elle est au niveau de la mer... A cette hauteur donc la vitesse fictive d'ascension sera égale à celle qui serait calculée par le niveau de la mer, multipliée par $\sqrt{2}$; c'est donc une majoration de 41,4 p. 100.

Ainsi, avec un appareil de sustentation quelconque le travail nécessaire pour soutenir un poids donné augmentera à raison inverse de la racine carrée du poids de l'air, il sera donc notablement plus fort quand on arrivera à une certaine hauteur.

*
* *

Quoiqu'il en soit, d'après tout ce que nous venons de voir, les appareils orthoptères ne peuvent pas voler, les oiseaux ne pourraient pas voler davantage dans ces conditions-là et les hommes, malgré les bons moteurs qu'ils possèdent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aujourd'hui ne pourraient pas non plus faire d'appareils viables s'ils s'en tenaient à ce système.

On avait pensé, et c'était assez naturel, en voyant les oiseaux battre des ailes, qu'avec des mouvements alternatifs analogues on réaliserait leur vol; mais si on peut dire que nous avons aujourd'hui des appareils d'aviation qui marchent, qui fonctionnent bien, c'est qu'il y a autre chose que le vol orthoptère, il y a une considération qu'il faut faire intervenir, et cette considération, c'est la notion à laquelle le colonel Renard, qui excellait dans l'art de trouver des expressions heureuses a donné le nom de *qualité sustentatrice*.

Qu'est-ce que la qualité sustentatrice? Je vais vous en donner une définition aussi exacte que possible et ce sera la fin de la conférence d'aujourd'hui. Il s'agit de voir de quelle manière on peut espérer améliorer la sustentation.

Considérons un sustentateur orthoptère dans lequel le travail, le poids et la surface sustentatrice sont représentés par T, P et S.

Considérons un sustentateur d'un autre système par lequel les mêmes quantités sont représentées par P′, T′ et S′.

Dans le système orthoptère, on a:

$$\left(\frac{T}{P}\right)^2 = \frac{1}{K}\,\frac{P}{S}.$$

Dans l'autre système on a:

$$\left(\frac{T'}{P'}\right)^2 = \frac{1}{\lambda}\,\frac{P'}{S'}.$$

On démontre, en effet, que dans tous les systèmes de sustentation, la loi qui relie la vitesse fictive d'ascension à la charge par mètre carré est générale, à condition de remplacer K par un coefficient λ qui caractérise le système.

Je suppose que dans les deux systèmes la vitesse fictive d'ascension est la même, c'est-à-dire qu'on a:

$$\frac{T}{P} = \frac{T'}{P'}.$$

Mais il y a un autre facteur qui intervient, c'est le facteur $\frac{P}{S}$ la charge par mètre carré. Dans l'un des cas, c'est $\frac{P}{S}$, dans l'autre cas, c'est $\frac{P'}{S'}$.

Je dirai que les deux systèmes sont équivalents si on a:

$$\frac{P}{S} = \frac{P'}{S'}$$

Mais en général il n'en est pas ainsi, et on a:

$$\frac{P}{S} \gtrless \frac{P'}{S'}$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les charges par mètre carré ont donc entre elles un certain rapport Q, et c'est à ce rapport :

$$Q = \frac{\frac{P'}{S'}}{\frac{P}{S}}$$

que le colonel Renard a donné le nom de qualité sustentatrice. Si dans le deuxième système la charge par mètre carré est 2 fois plus grande que dans le système orthoptère, la qualité sera 2, si elle est 10 fois plus grande elle sera 10 et ainsi de suite.

Si l'on a la même surface sustentatrice dans les deux cas :

$$S = S' \text{ et } Q = \frac{P'}{P},$$

Le poids soutenu, pour un même travail et une même surface, est donc proportionnel à la qualité sustentatrice. On a :

$$\text{Si } P = P' \text{ on a } Q = \frac{S}{S'}.$$

Pour un même travail et un même poids les surfaces sustentatrices sont en raison inverse de la qualité sustentatrice.

Vous voyez l'importance que cela peut avoir ; cela nous permettra, pour une surface donnée, de soulever des poids d'autant plus considérables que la qualité sustentatrice sera meilleure ; cela nous permettra par conséquent, pour soulever un même poids, d'avoir des surfaces beaucoup plus faibles, d'autant plus faibles que la qualité sustentatrice sera elle-même supérieure.

Vous voyez donc que si on ne peut rien faire par le système orthoptère, il y a quelque espoir d'obtenir quelque chose en améliorant la qualité sustentatrice, en arrivant à rendre le sustentateur plus fort, en arrivant à faire que le mètre carré puisse être chargé impunément d'un poids plus fort sans augmenter pour cela le travail nécessaire, sans augmenter la vitesse fictive d'ascension.

Vous pouvez retourner la question comme vous l'entendrez, en somme cela revient à ceci, c'est qu'on pourrait, pour ainsi dire, augmenter le coefficient de résistance de l'air au point de vue seul de la sustentation, en le laissant tel qu'il est au point de vue de la résistance à l'avancement et de la propulsion.

Dans un système, j'ai :

$$\left(\frac{T}{P}\right)^2 = \frac{1}{K}\frac{P}{S}.$$

Dans un autre système, j'ai :

$$\left(\frac{T'}{P'}\right)^2 = \frac{1}{K}\frac{P'}{S'}.$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La qualité sustentatrice est différente.

Mais si je m'arrange de manière à avoir le même travail sustentateur, ce qui donne la même vitesse fictive d'ascension, pour comparer les deux appareils, j'aurai :

$$\frac{1}{K}\frac{P}{S}=\frac{1}{\lambda}\frac{P'}{S'}$$

ou

$$\frac{\frac{P'}{S'}}{\frac{P}{S}}=Q=\frac{\lambda}{K}$$

d'où

$$\lambda=KQ.$$

Dans le système de qualité Q, les choses se passent donc, au point de vue du travail de sustentation et de la vitesse fictive d'ascension, comme si le coefficient de la résistance de l'air était multiplié par la qualité sustentatrice.

Si on possédait ce secret merveilleux qui permettrait, dans le système orthop-

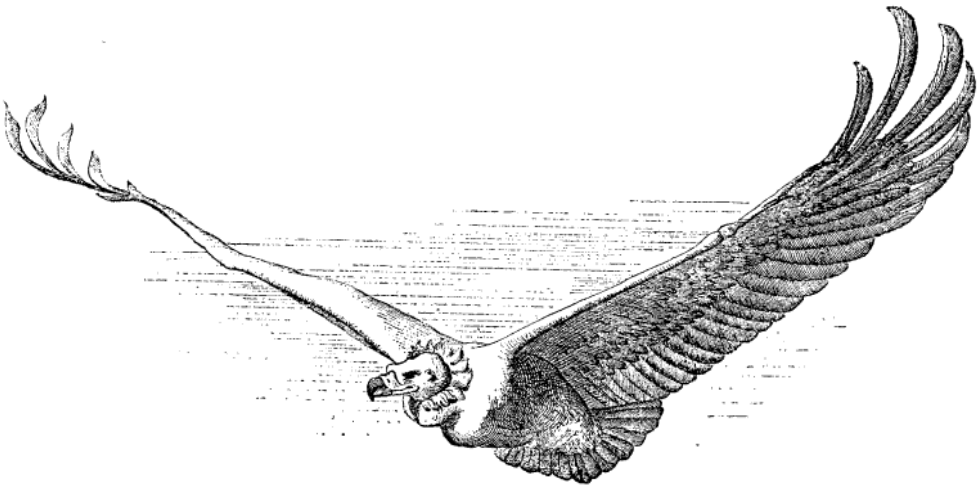


Fig. 45. — Vautour oricou.

tère d'augmenter le coefficient K, on arriverait à réaliser plus facilement le problème de la sustentation ; mais, le coefficient K nous échappe, il faut le prendre tel qu'il est.

D'ailleurs, si nous avions ainsi une qualité sustentatrice meilleure, cela nous rendrait aussi l'avancement plus difficile et nous perdrions, de ce côté, ce que nous gagnerions de l'autre ; mais quand on améliore la qualité sustentatrice par la disposition géométrique pure et simple, par le mode de construction, on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

obtient le même résultat que si on avait augmenté le coefficient de la résistance de l'air, c'est-à-dire diminué son inverse et par là-même la vitesse fictive d'ascension, et cela sans avoir l'inconvénient d'augmenter la résistance à l'avancement.

C'est la qualité sustentatrice qui est le véritable secret de l'aviation et, dans la prochaine conférence, nous verrons comment on peut augmenter la qualité sustentatrice. Mais, avant de terminer celle-ci, je vais vous montrer un appareil qui a une qualité sustentatrice considérable et qui a pu servir de modèle aux aviateurs, c'est le vautour oricou (fig. 15), qui est l'emblème de la Ligue Nationale aérienne. C'est en l'observant que des gens comme Mouillard et d'autres ont mis les chercheurs sur la voie de ce qu'il fallait faire pour obtenir de bonnes qualités sustentatrices.

Les aéroplanes qu'on fait maintenant ne sont que des imitations plus ou moins bonnes de ce volateur qui est un des meilleurs que l'on connaisse, et et c'est avec raison que la Ligue aérienne l'a pris comme emblème. Cet animal n'a pas l'air extrêmement commode, il ne paraît pas de relations très agréables, mais néanmoins, en terminant cette conférence, nous le saluerons comme la colombe de l'arche, car c'est lui qui nous permet d'arriver à la sustentation par des moyens mécaniques; c'est en comprenant bien comment il fait, qu'on peut y arriver.

(*A suivre*).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMMERCE

L'IMPÉRIALISME ÉCONOMIQUE EN GRANDE-BRETAGNE, par **M. Maurice Alfassa** (1).

CONSÉQUENCES RELATIVES AU ZOLLVEREIN

Les *Tariff Reformers* espèrent que la Préférence sera le premier pas fait dans la voie de la création d'un Zollverein Impérial.

Plusieurs raisons à notre sens s'y opposent.

Tout d'abord, que les promoteurs de la mesure le désirent ou non, elle n'est que l'une des formes multiples de la Protection. Sous son action, des intérêts privés déjà existants dans les Colonies, avec lesquels les gouvernements ont à compter, se fortifieront, d'autres se créeront, en Grande-Bretagne notamment : intérêts que l'on aura volontairement développés ou fait éclore, et qui motiveront indiscutablement une opposition irréductible le jour où l'on voudrait supprimer les droits en question. Tout l'Empire se lèvera d'un même mouvement, manufacturiers et ouvriers, pour demander leur maintien : manufacturiers pour défendre leurs intérêts, ouvriers bien que souffrant de l'état de choses régnant, du coût élevé de l'existence, de crainte que momentanément au moins la demande de main-d'œuvre soit réduite, et que le chômage et la misère augmentent.

L'Angleterre n'est pas dans d'autres conditions que les autres pays, sous ce rapport, la mentalité des hommes est la même et elle devrait s'instruire par les exemples nombreux. L'expérience montre en effet que jamais des droits protecteurs, une fois imposés, n'ont été supprimés et qu'ils ont presque toujours été augmentés, par le fait que les intérêts qui s'étaient créés à l'abri de ces droits, se trouvaient menacés par les progrès des concurrents étrangers qui modifient leurs méthodes en vue de réduire leur coût de production. Des industries nouvelles se fondent, grâce aux barrières douanières ; leur existence artificielle exige qu'elles soient élevées et étendues afin d'avoir accès sur le marché protégé.

C'est un fait, et l'Empire Britannique ne saurait y faire exception, d'autant plus que la situation créée à ses divers éléments par la Préférence Chamberlain sera très différente pour chacun d'eux.

Or, l'essence même des propositions, quand on s'inspire de leur esprit, est l'équivalence de Préférence, et l'ancien ministre ne les a pas soumises à l'Empire comme représentant le maximum des concessions de la Grande-Bretagne, mais au contraire

(1) Voir les *Bulletins* d'avril, mai, juin, juillet, octobre, novembre et décembre 1908 et janvier 1909.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

comme une base de discussion pour engager les Colonies à faire à leur tour des sacrifices.

C'est bien ainsi d'ailleurs qu'elles les ont entendues, et dans toutes les discussions qui ont eu lieu tant dans la presse que dans les milieux politiques, on ne s'est guère occupé du barème des droits non plus que de leur affectation.

Ce que l'on a vu, c'est la **Préférence**, et la question qui s'est posée a été : « Que feraient les Colonies en échange d'une **Préférence substantielle** que leur accorderait la Métropole ? »

Or, il faut bien le reconnaître, l'inégalité des traitements réservés aux diverses Colonies, la faveur marquée dont, par la force des choses, jouirait le Canada avec les droits sur les denrées alimentaires et les produits manufacturés, ne tarderaient pas à obliger le gouvernement britannique à accorder, à titre de compensation, aux autres Colonies d'Australasie et de l'Afrique du Sud, une taxe sur les matières premières étrangères. Ainsi la laine australienne et sud-africaine serait dotée d'une Préférence qui ne tarderait pas à devenir dangereuse pour la production métropolitaine. Mais en outre, toujours guidé par le même principe d'équivalence, et par l'axiome que l'union ne peut se faire que sur des bases commerciales, on ne saurait refuser une Préférence de même ordre aux matières premières canadiennes, avec ce double résultat de détruire encore une fois un équilibre si difficile à établir, et de donner une préférence aux bois et pulpes de bois du Canada sur les importations étrangères de ces produits. Faute de quoi, le mécontentement et les rivalités hâteraient la désagrégation.

DES CONSÉQUENCES POUR L'OUVRIER CONSOMMATEUR

Nous avons examiné jusqu'ici la Préférence dans ses rapports avec l'impôt et l'augmentation globale des charges des consommateurs, nous avons vu qu'elle se traduirait par un surcroît annuel de plus de 16 millions sterlings, pour les seules denrées alimentaires ; nous l'avons étudiée sommairement aussi au point de vue colonial. Il nous faut encore rechercher quelle serait vraisemblablement sa répercussion sur la prospérité de l'industrie britannique : nous aurons à nous placer successivement sur deux terrains différents, car la Préférence affecte l'industrie de deux manières : par sa face alimentaire et par sa face manufacturière.

La taxation des denrées alimentaires aura pour conséquence une élévation dans les dépenses d'existence pour les ouvriers et partant un accroissement du coût de production. C'est la première répercussion ; elle est évidente.

En effet, personne parmi les plus chauds partisans de la Préférence, même les auteurs anonymes de l'*Imperial Reciprocity* du *Daily Telegraph*, n'ose soutenir que les taxes nouvelles n'auront pas pour conséquence un renchérissement des articles qu'elles frappent. Les Chamberlainistes reconnaissent que le surcroît annuel de dépenses résultant de ces droits, sera de 15 000 000 £. Ils épiloguent sur le fait que les remises d'impôts existants atteindront un total égal, et que, par conséquent, il y aura au point de vue du consommateur opération blanche. Nous avons vu (p. 108) qu'il n'en était rien, et que le sacrifice net *minimum* de la Grande-Bretagne serait de près de 7 1/2 millions sterlings d'après le *Daily Telegraph*, de plus de 9 millions, suivant nos propres calculs, en n'incorporant pas dans les droits alimentaires supprimés la détaxe du tabac.

Il est d'ailleurs inexact en fait, de prendre l'un ou l'autre de ces chiffres. Dans l'esprit de M. Chamberlain et de ses amis, la Préférence doit être une chose permanente ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le régime douanier définitif de la Grande-Bretagne, en ce sens que le taux de la taxation pourra bien être augmenté, mais que la nature des droits nouveaux ne sera pas modifiée, et que l'impôt sur les denrées alimentaires, comme celui sur les produits manufacturés ne disparaîtront plus une fois établis. C'est l'essence du système.

Il en résulte que, pour calculer la charge nouvelle permanente atteignant le consommateur britannique, on ne saurait faire entrer en ligne de compte l'économie résultant de la suppression de droits temporaires de caractère nettement fiscal, suppression qui doit automatiquement se produire avec le Libre-Échange le jour où une amélioration des recettes ou une diminution des recettes, rendra au budget l'élasticité que l'impérialisme outrancier et la guerre du Transvaal lui ont fait perdre. On ne peut admettre que l'on vienne offrir, en échange d'un sacrifice permanent que l'on demande, de rayer du budget, en pleine paix, un impôt de guerre qui n'y avait été inscrit que pour faire face à des dépenses exceptionnelles pendant la durée de la campagne.

Il faudrait au contraire, croyons-nous, pour se rendre un compte exact de la répercussion de la Préférence alimentaire, séparer nettement les deux questions : la diminution doit se produire sous le régime Libre-Échangiste actuel, elle doit donc figurer à son crédit ; par contre l'augmentation sera la conséquence de l'adoption de la Préférence coloniale et doit figurer entièrement à son débit, elle représente la charge nouvelle réelle du système.

En nous basant sur les chiffres officiels du Board of Trade (1) relativement aux dépenses alimentaires des ouvriers agricoles et des ouvriers des villes, on remarque que la diminution qu'ils étaient en droit d'espérer prochaine à la fin de la guerre du Transvaal, s'élevait hebdomadairement :

OUVRIERS AGRICOLES (2)

Nature de l'article.	Quantité consommée		Remise d'impôt.
	lbs.	onces.	d.
Thé.	0	7.6	2,1
Sucre, sirop et mélasse. . .	5	13	1,5
Café ou cacao	»	2 3/5	0,16
		Total.	3,76

OUVRIERS DES VILLES

Nature de l'article.	Quantité consommée.		Remise d'impôt.
	lbs.	onces.	d.
Thé	0	62	2,79
Sucre, sirop, mélasse. . . .	4	96	1,87
Café ou cacao	0	03 4/5	0,24
		Total.	4,90

Donc l'on voit que sous le régime du Libre-Échange, l'ouvrier agricole, tout en supposant son salaire constant, devait voir sa situation s'améliorer par semaine de 3 d. 76. Avec une dépense alimentaire de 9 sh. 2 d. environ par semaine, cela

(1) Nous avons dressé ces deux tableaux, ainsi que les suivants en partant des chiffres fournis par le Board of Trade, qui sont des moyennes soigneusement établies. Cf. *Memoranda Statistical Tables and Charts, op. cit.* [cd. 1761] 1903, ch. XVIII. *Cost of living of the Working Classes.* Table A, p 210. Table D, p. 213. Table p. 214.

(2) Journal of the *Royal statistical Society*, 30ème. juin 1903, pp. 331, 332.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lui représentait une amélioration de *3,40* p. 100 et par rapport au salaire moyen de 14 sh. 7 d. (1), *2,14* p. 100.

Pour l'ouvrier des villes, la remise d'impôt atteint 4 d. 90, mais il faut tenir compte que son salaire est, d'une façon générale, plus élevé que celui du travailleur des champs. Si l'on prend le salaire moyen hebdomadaire pour toutes les professions qui est de 33 sh. 10 1/2 d., l'on voit que la réduction représente *1,20* p. 100 et qu'elle est les *2,60* p. 100 des dépenses alimentaires s'élevant à 15 sh, 8 d.

On ne saurait tabler cependant sur ce chiffre, croyons-nous, car il ne nous fournit qu'une indication moyenne; or, il est bien évident que, si pour toute la classe ouvrière une variation dans le coût de le vie a une grande importance, c'est surtout aux travailleurs touchant les plus bas salaires qu'elle est sensible. C'est pourquoi il nous semble que c'est l'effet de cette réduction qui est la même, sur leur situation qu'il faut chercher. Par rapport au salaire total de 22 sh. 8 d. elle représente une amélioration de *1,85* p. 100 et pour les dépenses alimentaires (11 sh, 2 d.) *5,65 p. 100*.

M. Chamberlain promet à titre de don de joyeux avènement, en quelque sorte, cette réduction qui doit se produire en tout état de causes afin de faire accepter ses taxes alimentaires.

Reprenons notre calcul précédent. Il donne comme charge nouvelle :

OUVRIER AGRICOLE

Nature du produit.	Quantité consommée. lbs.	onces.	Impôt nouveau. d.
Farine et pain	3	12	2,45
Bœuf et mouton.	3	5 3/4	0,75
Porc	1	1 3/4	0,23
Lard, margarine, etc. . . .	1	0 1/2	0,26
Fromage.	1	3 1/4	0,31
Beurre.	1	0 3/4	0,55
		Impôt nouveau.	4 d. 75

OUVRIER DES VILLES

Nature du produit.	Quantité consommée (2). Moyenne générale. lbs.	onces.	Classes les plus pauvres. lbs.	onces.	Impôt nouveau. d.
Pain et farine.	32	06	32	17	2,7
Viande	8	17	7	42	1,7
Beurre et fromage . . .	2	68	2	68	1,5
Œufs.	11 d. 1/2		1 sh. 7		
			Impôt nouveau.		5 d. 9

Avec la Préférence l'accroissement de dépense pour l'ouvrier agricole représente les *4,31 p. 100* de ses dépenses hebdomadaires (9 sh. 2 d.) et les *2,71* de son salaire total.

Mais c'est surtout pour l'ouvrier des villes qu'il deviendrait un sacrifice considérable. Pour les raisons que nous donnons ci-dessus, il nous paraît que c'est sur le budget des ouvriers des villes, les moins payés, qu'il faut chercher la répercussion des

(1) *Memoranda Statistical Tables*, etc., *op. cit.* Table E, p. 215.

(2) Bien que la répartition varie, le total des impôts nouveaux est le même que l'on considère le salaire moyen, ou le salaire le plus bas, la diminution sur le prix de la viande est compensée par l'augmentation sur le prix des œufs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

impôts nouveaux de M. Chamberlain. C'est sur eux qu'ils doivent peser le plus lourdement, en premier lieu parce que l'augmentation atteignant pour eux la même valeur absolue que pour les travailleurs aisés, leur sera plus pénible — leurs salaires étant sensiblement inférieurs à ceux de ces derniers — et, en second lieu, parce que, même si nous acceptons la théorie de M. Chamberlain de la compensation entre les impôts nouveaux et la réduction des taxes existantes, c'est eux qui sont le plus atteints. Comme le montre le tableau précédent, leur consommation des denrées sur lesquelles l'ancien ministre offre une Préférence aux Colonies, est la même au total que celle des ouvriers les plus aisés Ils mangent moins de viande évidemment, des viandes de moins bonne qualité, mais ils mangent plus de pain et plus d'œufs qu'eux. Par contre leurs achats de thé, sucre, café, articles détaxés, sont sensiblement moindres.

Si pour un salaire moyen de 33 sh. 10 1/2 d. l'accroissement de dépenses de 5,90 d. représente *1,45 p. 100* elle est de *2,16 p. 100* pour un salaire de 22 sh 8 d., et si on compare entre elles les augmentations rapportées aux seules dépenses alimentaires, on voit que dans le premier cas, les charges nouvelles représentent *3 1 3 0/0* et pour les ouvriers les plus malheureux *4,40 p. 100*.

Or, ce sont là, il faut le reconnaître, des surcroîts de dépenses auxquelles il est difficile de faire face dans un ménage dans lequel il y a une élasticité aussi faible que celle résultant d'un salaire moyen de 23 sh. 1/2, qui se répartit ainsi :

Alimentation	50 p. 100
Loyer.	25,70 —
Vêtements	12,8 —
Divers, imprévus	4,40 —
	100,00 —

Si, au budget que nous venons d'établir il faut augmenter de 3,13 p. 100 le chapitre alimentation, il ne reste plus que 1,27 p. 100 pour les dépenses imprévues, soit 3,48 d. c'est-à-dire en somme pour le chauffage, l'éclairage, etc., que nous n'avions pas fait entrer en ligne de compte.

Par conséquent, au point de vue de l'ouvrier, la Préférence se traduit, rien que sur les denrées alimentaires, par une forte augmentation des charges, forte surtout proportionnellement au salaire.

Et ceci explique en nous cantonnant sur ce terrain son hostilité aux projets de l'ancien ministre des Colonies. On lui promet bien en échange une augmentation de son salaire plus que suffisante pour lui donner une ample compensation. Nous verrons, en examinant les conséquences des droits projetés sur les denrées alimentaires au point de vue patronal, ce qu'il faut en penser, mais en outre les travailleurs estiment que ce sont de vaines paroles, des promesses de M. Chamberlain et ils savent, par expérience, qu'ils n'y doivent pas attacher foi. D'ailleurs dans la controverse fiscale ils ont déjà été témoin de ses variations. Tout d'abord la Préférence, c'étaient les retraites ouvrières grâce aux recettes nouvelles du Trésor, puis on s'aperçut que ces recettes étaient nécessaires pour équilibrer le budget, pour faire face à un déficit dû aux détaxes d'autre part. Ce fut ensuite l'augmentation de salaires qui ferait face aux dépenses alimentaires supplémentaires, puis cette promesse fut oubliée comme tant d'autres et maintenant la théorie en cours est qu'il y aura équivalence au point de vue ouvrier entre les impôts nouveaux et les réductions de taxe. Ces variations ne rendent pas la thèse de M. Chamberlain bien populaire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si, pour les ouvriers manuels, on peut admettre, sous bénéfice d'inventaire, une compensation aux dépenses alimentaires, il est toute une catégorie fort intéressante, celle des employés de bureau, d'administration, qu'il faut exclure de ce bénéfice. Si l'ouvrier peut espérer amener son employeur à élever son salaire en présence de faits tangibles tels que l'augmentation du profit par suite des droits protectionnistes, il n'en est pas de même pour les employés : ils ne peuvent exercer un contrôle aussi sérieux que leurs camarades : les causes extérieures (presse, absence de chômage, etc.) leur échappent : ils sont, en quelque sorte, sous le régime du bon plaisir, sous le rapport du salaire. De plus, beaucoup des maisons qui les emploient, commissionnaires, armateurs, services des docks, etc., auront à souffrir de la Préférence et ne sauraient améliorer leur situation.

En outre, pour apprécier exactement la situation, il faut bien se pénétrer de l'idée que l'augmentation due aux projets de M. Chamberlain représente à l'heure actuelle le sacrifice minimum demandé au pays. Ses partisans savent qu'avec les tarifs préférentiels qu'il a élaborés, il ne parviendra pas à réaliser l'union plus étroite qu'il souhaite entre la Métropole et les Colonies, qu'il ne tardera pas à s'apercevoir que les droits sur les céréales sont insuffisants pour donner un avantage suffisant aux Colonies agricoles et qu'il faut les augmenter, qu'il faut également s'attaquer aux matières premières sous peine d'exclure certaines parties de l'Empire du bénéfice accordé à d'autres. Et une augmentation dans les dépenses supplémentaires suivrait.

Il se peut également, et c'est l'idée d'un des plus fidèles lieutenants du représentant de Birmingham — nous avons nommé M. Vince — que les droits sur lesquels nous avons basé nos précédents calculs soient seulement une amorce. On espère, grâce à leur modicité, faire accepter le principe de la Préférence-Protection par le pays, puis, une fois qu'il l'aurait sanctionné aux élections générales — faites sur cette plateforme — et qu'on n'aurait plus besoin de le consulter, on s'apercevrait que les droits sont insuffisants, et l'on porterait le droit sur les céréales de 2 à 5 ou 8 sh. par quarter, sur le blé, par exemple.

Une fois entré dans cette voie, on ne peut savoir où l'on s'arrêtera : le cas de la France et de l'Allemagne en fournissent une preuve. Partis de 0 fr. 65 par 100 kilogr. en 1861, c'est en 1874 le droit de 7 francs en France et en Allemagne de 1 marck par 100 kilogr. en 1879 le droit s'élève à 3 m. 50 en 1892 et les Agrariens, ne se trouvant pas encore protégés suffisamment, réclament des élévations supplémentaires.

Il faut ajouter encore aux charges résultant de la Préférence coloniale alimentaire, celles qui seraient la conséquence de la taxation des produits manufacturés. Il est difficile de l'évaluer même approximativement car on manque de données suffisantes. On sait que M. Chamberlain a proposé à Glasgow un droit moyen de 10 p. 100, mais il a ajouté dans ses discours ultérieurs que c'était un droit moyen qui pourrait être réduit à 1 p. 100 ou 2 p. 100 sur certains articles et porté à 50 p. 100 et au delà sur d'autres, sans préciser davantage comment la répartition se ferait sur les divers produits manufacturés.

Si l'on ne peut évaluer même approximativement en valeur l'augmentation de dépenses résultant de ces taxes, pour les ouvriers, il est possible cependant de se rendre compte qu'elle atteindra un pourcentage de leurs salaires beaucoup plus considérable encore que celui dérivant de la taxation des denrées alimentaires : la liste des produits manufacturés — soumis par suite aux droits nouveaux — comprend,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en effet, tous les articles d'usage journalier dans les plus modestes ménages (1). brosses ; paniers ; cotonnades ; coutellerie ; chapeaux de paille ; toiles ; savon ; bougies ; lettres ; meubles ; vêtements ; souliers. etc., etc., pour ne citer que les principaux.

La Préférence coloniale aura donc pour effet incontestable d'augmenter dans de fortes proportions le coût de l'existence pour l'ouvrier.

Si son salaire ne subit point une amélioration importante il ne pourra faire face aux charges nouvelles imposées que par une réduction notable de sa puissance de consommation ; c'est principalement sur les denrées alimentaires qu'elle portera puisqu'elles constituent déjà environ les 50 p. 100 de son budget annuel, mais elle se fera sentir également dans tous les autres achats qu'il fait actuellement.

CONSÉQUENCES INDUSTRIELLES

Ces deux conséquences ont une grande importance au point de vue de la répercussion du projet de M. Chamberlain (face alimentaire) sur l'industrie.

En effet, envisageons d'abord le cas de l'ouvrier producteur. Nous avons deux hypothèses à examiner : Ou bien le salaire est maintenu à son niveau actuel, ou bien il est augmenté de façon à compenser le surcroît de dépenses. Dans l'une comme dans l'autre des hypothèses la conséquence est la même.

Si les ressources des travailleurs demeurent identiques, après comme avant la Préférence, ils seront contraints de réduire leur consommation de denrées alimentaires. Elles représentent actuellement à peine le nécessaire et suivant le mot du duc de Devonshire dans une de ses lettres de l'automne 1903, il est désirable au plus haut point qu'il soit possible aux ouvriers de disposer, pour leur alimentation, d'un peu de superflu, d'apporter à leur ordinaire quelque amélioration dont le bénéfice serait une force plus grande, une santé plus satisfaisante. Il ne saurait être question de diminuer leur ration journalière.

Or, ce serait le résultat de la Préférence. Sans parler ici des conséquences futures que cette réduction dans l'alimentation aurait au point de vue de l'avenir de la race — les Impérialistes ne sauraient l'oublier, il est bien évident que si un homme doit se contenter des 4/5 ou des 3/4 de sa subsistance actuelle, à peine suffisante, il ne tardera pas à s'en ressentir physiquement : il s'anémiera et sa puissance de production sera réduite dans des proportions importantes.

Il faudra par suite que l'employeur embauche une main-d'œuvre supplémentaire pour effectuer le même travail qu'auparavant et son coût de production s'élèvera.

Si, au contraire, le salaire augmente pour compenser le surcroît de dépenses amené par la taxation des denrées alimentaires il y aura également élévation dans le coût de production.

Il est visible que la conséquence de cette partie du plan de Préférence coloniale ne saurait être avantageuse à l'industrie britannique. L'augmentation du coût de production signifie augmentation correspondante du prix de vente, donc réduction dans la consommation, principalement des produits d'usage courant pour lesquels la grande masse des acheteurs est constituée par le classe ouvrière ; et cette réduction sera particulière-

(1) Nous empruntons leur liste au *Free Trader* du 16 novembre 1903, p. 90. Balais et brosses ; paniers ; cotonnades ; coutellerie ; chapeaux de paille ; toiles ; savon ; bougies ; literie ; meubles ; vêtements ; souliers, etc., etc., pour ne citer que les principaux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment sensible par le fait que la situation des ouvriers; loin de se trouver améliorée par le régime fiscal nouveau, sera soit pire, si les salaires demeurent constants, soit tout au plus équivalente à ce qu'elle est actuellement s'il y a augmentation — compensation. Comme nous l'avons vu, pour l'ouvrier urbain, le surcroît de dépenses alimentaires atteindra *3,13 p. 100;* si l'on estime à *4 1/2 ou 5 p. 100* celui résultant de la taxe sur les produits manufacturés (et il est présumable que cette évaluation est inférieure à la réalité), l'augmentation dans les salaires devra représenter de 8 à 9 p. 100 de leur valeur actuelle pour compenser sensiblement les charges nouvelles. Or, ceci ne sera possible qu'avec une amélioration très notable de la situation industrielle, d'après M. Chamberlain et ses amis, la marge de profits, disent-ils, étant — à cause de la concurrence étrangère, tant au dehors que sur le marché intérieur — trop insuffisante pour envisager l'éventualité d'un relèvement de salaires.

Au contraire l'adoption de la Préférence, affirment-ils, donnera un tel essor à la fabrication nationale, augmentera ses débouchés dans des proportions telles que les ouvriers bénéficieront dans une très large mesure de la prospérité nouvelle. Leur situation sera, non pas l'équivalent de ce qu'elle est aujourd'hui, mais beaucoup meilleure.

Le problème se trouve donc ainsi posé : d'une part augmentation du coût de l'existence pour les travailleurs et diminution de leur puissance comme consommateurs, et d'autre part impossibilité pour l'industrie de procéder à un relèvement de salaires avant que les débouchés ne soient étendus.

Par la taxation des denrées alimentaires, les salaires décroîtront dans la Métropole, en valeur relative, mais le droit moyen de 10 p. 100 sur les produits manufacturés les développera, puisque ce droit doit donner entièrement aux manufacturiers britanniques le marché intérieur.

Que faut-il penser de cette affirmation, maintes fois répétée par les *Tariff Reformers*, mais qu'ils n'étayent d'aucune preuve, en faveur de laquelle ils n'apportent pas de présomptions?

A l'heure actuelle, sur son propre marché, nous disent les protectionnistes, l'industrie britannique souffre de la concurrence étrangère rendue plus grave par la politique de primes que suivent les cartels et les trusts en vendant au-dessous du coût de production. Pour lutter contre cette concurrence, un droit moyen de 10 p. 100 sur les produits manufacturés est indispensable. Il aura encore pour conséquence d'amener les pays qui pratiquent cette politique, et qui ont besoin du marché anglais, à faire des conditions moins défavorables aux exportateurs du Royaume-Uni.

Nous devons examiner successivement trois faces de la question pour nous rendre compte de ce que vaut l'affirmation :

1° L'effet du droit sur les importations étrangères;

2° Effet du droit sur le commerce extérieur, et notamment sur les exportations aux Colonies;

3° Effet sur le coût de production et répercussion sur la consommation intérieure.

1° *Effet du droit sur les importations étrangères.*

D'après M. Chamberlain, ce sont principalement les industries primaires du fer qui sont gênées et même menacées par les importations étrangères. Ces industries une fois atteintes, toutes celles qui reposent sur elles le sont.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Que peut un droit moyen de 10 p. 100? Sera-t-il suffisant?

Si l'on prend, par exemple, la liste des produits métallurgiques, dits manufacturés, exportés d'Allemagne, on constate que, d'une manière générale, au début de 1903, pour les blooms, billettes, barres pour fer-blanc, leurs prix sur les marchés anglais étaient inférieurs de plus de 10 p. 100 à ceux des produits britanniques (1). Mais plus avant dans l'année la différence touchait à 5 p. 100, et à certains moments, pendant cette période où le *Dumping*, c'est-à-dire la vente des produits étrangers au-dessous du coût de production, faisait courir, d'après les *Tariff Reformers*, les plus grands périls à l'industrie britannique, les prix étaient les mêmes.

Par suite, un droit si faible qu'il soit aurait pour effet d'arrêter le *Dumping*, si celui-ci n'était pas une impérieuse nécessité pour les pays qui le pratiquent et qui n'hésiteront pas à faire des sacrifices considérables, plus considérables que ceux de 1903, pour s'assurer le cas échéant un débouché dont ils ont besoin. Il faut bien se rendre compte, en effet — et c'est une question que nous étudierons plus en détails dans le chapitre du *Dumping* — que l'Allemagne ne pratique ces exportations au-dessous du coût de production que dans les moments de dépression industrielle nationale.

Tant que sa métallurgie s'est trouvée dans une situation prospère, c'est-à-dire jusqu'aux environs de 1900, l'Angleterre n'a pas eu à souffrir de cette concurrence. Ce n'est qu'à partir de la crise allemande qu'elle a commencé à se manifester, atteignant son maximum en 1902 pour décroître à la fin de 1903 et en 1904.

A ces époques, l'Allemagne est obligée de vendre à tout prix, notamment pour certains articles, ainsi que le montrent les quelques exemples suivants, et ce n'est pas un droit de 10 p. 100 qui arrêtera ces importations. Le *Dumping*, nous disait M. Hugh Bell, le grand métallurgiste anglais, n'est pas un mal permanent, il ne se manifeste que par crises et ne saurait présenter un caractère durable.

Si nous considérons le prix des fils de fer à la fin de 1900, en pleine crise, nous constatons que le prix de vente en Allemagne pour usage local était de 185 m. la tonne et pour l'exportation ultérieure de 170 m. la tonne, avec un coût de production établi aux environs de cette somme; mais, par contre, pour le commerce extérieur, le Kartell vendait à 115 m. la tonne.

Il y avait entre ces deux prix de vente pour l'étranger, suivant que le fil de fer était ou non travaillé en Allemagne, une différence de 55 m. par tonne ou de 47,82 p. 100.

Comme d'autre part la différence entre le prix de revient en Angleterre et en Allemagne est faible; on voit que ce n'est pas un droit de 10 ni même de 20 p. 100, qui eût empêché le *Dumping* en Grande-Bretagne.

La plupart des kartells ont l'habitude de payer une prime à l'exportation, égale à la différence entre le prix de vente à l'étranger et le prix sur le marché national, mais ne dépassant généralement pas 13 m. par tonne — prime à laquelle il faut ajouter encore 1 m. 1/2 par tonne de charbon, et 2 m. 1/2 par tonne de minerai de fer devant servir à des articles d'exportation. Mais lorsque la situation l'exige on augmente le prix de vente à l'intérieur, pour couvrir les pertes effectuées sur celles faites à l'étranger. C'est ce que fit le kartell du coke, en juillet et septembre 1902 (2).

(1) Janvier 1903 barres allemandes pour fer-blanc 4 £ 9 sh., barres anglaises 5 £ 2 sh. 6 d.
Août — — 4 £ 10 — 4 £ 15 sh.

(2) Voir A. E. Sayous, La Crise allemande, Paris, 1902. Bibliothèque du Musée Social, Larose éditeur, p. 257.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ainsi donc le droit de 10 p. 100 aurait pour effet d'empêcher les importations étrangères au moment où elles ne présentent aucun caractère inquiétant et ne les arrêterait aucunement pendant les périodes de dépression où le *Dumping* est une nécessité pour les pays qui le pratiquent.

Mais, en fait, les producteurs anglais protégés par ce droit de 10 p. 100, profiteront sans aucun doute de cet avantage, si généreusement octroyé, pour élever leurs prix de 10 p. 100, ou tout au moins des 90 ou 95 p. 100 du montant de ce droit, puisqu'ils n'auront plus à craindre la concurrence étrangère, tandis qu'aujourd'hui leurs efforts tendent à la réduction du prix de revient : l'Angleterre est un grand pays exportateur, et par cela même importateur, car son industrie, même une industrie primaire comme celle du fer, est établie sur une base précaire si elle veut satisfaire aux deux conditions de développement et d'emploi exclusif des matières premières naturelles.

Ces deux conditions sont incompatibles pour elle, à cause de ses ressources limitées en minerai.

Déjà, à l'heure actuelle, elle est obligée d'importer matières premières et produits manufacturés pour satisfaire à la fois aux besoins du marché intérieur, que les protectionnistes négligent volontiers dans leurs déclarations, et de l'exportation qu'on voudrait voir croître encore. Elle ne peut se passer d'un appoint de plus en plus important, venant de l'extérieur, et au point de vue qui nous occupe en ce moment, peu importe qu'elle s'adresse à l'Empire ou à l'étranger. L'un ne voudra pas renoncer à la Préférence accordée qui, sans cela, deviendrait illusoire, et ses prix s'élèveront de 10 p. 100; ceux de l'autre augmenteront nécessairement d'autant sur le marché anglais en période normale. Pour ces motifs, les producteurs anglais en feront autant, sans compter que leur intérêt — mobile par lequel on a cherché à les attacher à la réforme fiscale — le leur commande.

2° *Effet du droit sur le commerce extérieur, et en particulier sur les exportations aux Colonies.*

Pour que les représailles visées par M. Balfour et M. Chamberlain, et en vue desquelles la taxation des produits manufacturés était nécessaire, puissent s'exercer efficacement, il faut que les pays que l'on veut amener à faire de meilleures conditions aux marchandises de fabrication britannique soient vis-à-vis du Royaume-Uni dans un certain état de dépendance, c'est-à-dire qu'ils aient plus besoin de lui que lui d'eux.

Il fut un temps, il y a encore une trentaine d'années, où l'Allemagne et les États-Unis se trouvaient dans cette situation vis-à-vis de l'Angleterre. Mais depuis leur développement économique si rapide et si complet, ils se trouvent dans une situation équivalente les uns par rapport aux autres, ou si l'un de ces pays est dans un état d'infériorité, c'est l'Angleterre, eu égard aux États-Unis. Si un des marchés vient à être fermé par des droits de douane, il est possible (1) à l'Allemagne, aux États-Unis ou à l'Angleterre, plutôt que de consentir à des sacrifices qui leur sembleraient trop importants pour le résultat à obtenir, de se créer des débouchés nouveaux, surtout avec les marchés qui s'ouvrent en Extrême-Orient.

Les droits sur les produits manufacturés portant préjudice, sur le marché anglais, aux intérêts des Allemands ou des producteurs des États-Unis, il n'est pas impossible

(1) Au moins pour les denrées alimentaires.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que les concessions désirées par l'Angleterre lui soient faites, mais il est probable qu'il y aura auparavant un mouvement de mauvaise humeur qui, s'il n'aboutit pas à un relèvement des tarifs existants, les maintiendra dans leur intégralité. Ce ne serait pas là une cause d'extension du commerce extérieur du Royaume-Uni et *a fortiori* de ses exportations, tant s'en faut.

D'autre part, une autre raison concourrait au même résultat. Les droits sur les produits manufacturés doivent déterminer une réduction decette sorte d'importations étrangères : avec cette double conséquence : profit pour le manufacturier britannique, sur le marché intérieur qui lui est réservé, du moins dans les limites d'action des droits de 10 p. 100, mais, par contre, diminution de son champ d'exportations à l'étranger, puisque, en fait, les produits s'échangent contre des produits. Si l'on réduit les acquisitions dans un pays, réciproquement celles de ce pays sur le marché qui se ferme devant lui, diminueront surtout si les articles qu'il peut y acquérir ne sont pas des articles de première nécessité, dont il ne peut se fournir ailleurs. Or, ce fait devient de plus en plus rare, et le deviendra davantage encore au fur et à mesure de la mise en valeur de pays neufs et du développement des régions jeunes.

Si le *Dumping* a lésé les intérêts de certains industriels britanniques et si, à ce titre, ils sont personnellement fondés à demander à se défendre contre un pareil mal, il faut chercher également, pour l'instant (1), si à une certaine époque il ne s'est pas trouvé absolument nécessaire pour l'Angleterre et pour quels motifs.

Puis ce point étant éclairci, nous serons amenés à voir si les conditions de cette époque étaient exceptionnelles ou si elles peuvent se renouveler périodiquement, et dans ce cas, quelles seraient les conséquences des droits sur les produits manufacturés.

C'est depuis 1900 que les méfaits du *Dumping* ont été particulièrement graves, d'après M. Chamberlain, et c'est devant l'extension considérable qu'il a pris, que la nécessité lui est apparue de défendre l'industrie britannique primaire menacée.

En effet, si l'on reprend les statistiques des importations allemandes métallurgiques depuis 1899, on constate qu'elles ont considérablement augmenté,

	Quintaux métriques (2).		
	Fils laminés et étirés.		
Années.	Ordinaires.	Cuivrés, étamés, polis, etc.	Clous.
1899	208 242	95 811	132 530
1900	215 036	216 053	144 613
1901	388 728	172 928	173 429
1902	503 030	139 420	133 158
1903	442 198	82 077	143 861

et que, pour les fils laminés et étirés ordinaires ou autres, elles ont atteint leur maximum en 1902 avec 642 450 quintaux métriques.

C'est évidemment pendant cette année 1902 que l'industrie britannique a dû souffrir le plus de cette concurrence allemande de produits similaires vendus au-dessous

(1) Nous ne nous occupons pas ici de son action au point de vue général de l'industrie.

(2) Tableau dressé d'après le *Second Series of Memoranda, Statistical Tables and Charts prepared in the Board of Trade, with reference to various matters bearington British and Foreing Trade and industrial conditions* (cd 23-37), 1904, London, Eyre and Spottiswoode. (Nouveau Livre bleu paru en décembre 1904), XVI. Proceedings of the German Commission on Kartels. Tables, pp. 422-423-424 et 425

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du coût de production; or, voici ce qu'écrivait dans sa circulaire du 9 novembre (*Iron Trade Circular*) (1), Ryland qui fait autorité en ces matières : « Le trait dominant du marché du fer est le haut prix de la fonte dans les Midlands. Comme la production est loin d'être égale à la demande, les livraisons s'effectuent partout très en retard, et s'il n'y avait pas les aciers à laminer, allemands, en barres et plaques, bien des forges et aciéries des Midlands chômeraient. Les livraisons de ces aciers allemands ne se font pas aussi régulièrement qu'elles le devraient, par suite de la difficulté d'acheter du fret sur le Continent, et l'on affirme qu'il y a à Anvers plus de 5 000 tonnes de billettes attendant des facilités de transport. Malgré cela, les aciéries Galloises et du nord de l'Angleterre maintiennent leur prix dépassant de 10 sh. celui de l'acier allemand, rendu tant à Newport et Swansea (Pays de Galles) que dans le South-Staffordshire. »

Par conséquent, nous sommes en droit de conclure que, bien qu'en 1902 la situation du marché intérieur anglais fût beaucoup moins satisfaisante qu'elle ne l'était en 1899 et 1900, et que les signes précurseurs de la crise de la fin de 1903, (chômage) apparussent déjà, la Grande-Bretagne ne pouvait, avec ses propres ressources, faire face aux commandes que lui étaient faites et qu'elle était obligée de faire venir d'au delà des mers, des produits manufacturés qu'elle achevait de transformer.

Or, comme nous l'avons déjà vu plus haut, cet état de choses n'est pas dû à des circonstances exceptionnelles ne devant pas se renouveler, mais il est la conséquence de ce que l'industrie métallurgique anglaise a pris un développement que ne comportaient pas les ressources naturelles en minerai. Les importations, soit de minerais, soit de produits, totalement ou partiellement manufacturés, ont donc un caractère permanent et doivent s'accentuer normalement plutôt que se réduire.

Avec la réalisation du plan de M. Chamberlain, les pays étrangers (Allemagne, États-Unis) vont voir leur part dans ces fournitures très réduite pour le moins. C'est aux Colonies et principalement au Canada, que l'Angleterre devra s'adresser dans l'avenir pour obtenir les produits de cet ordre qui lui sont nécessaires. Mais la conséquence, au point de vue du commerce extérieur d'exportations avec les pays étrangers, sera une diminution pour deux raisons. Nous avons indiqué ci-dessus l'une des causes; l'autre se voit immédiatement : lorsque le Canada, en 1897, accorda une Préférence à la Grande-Bretagne, l'Allemagne protesta de se voir exclue de son bénéfice qui aurait dû lui être accordé en vertu du traité de commerce de 1865. Aux termes de ce traité, l'Empire Britannique jouissait, en Allemagne, de la clause de la nation la plus favorisée, et, à titre de réciprocité, les produits allemands devaient être traités dans tout l'Empire comme les produits britanniques. Comme malgré les représentations qui lui furent faites par Berlin, la Dominion ne voulut pas faire bénéficier l'Allemagne de la Préférence, celle-ci frappa les produits canadiens de son tarif maximum, ce à quoi le Canada répondit en frappant d'une surtaxe les produits allemands.

Si dans ce cas particulier la mesure allemande ne présentait pas grand inconvénient pour le Canada, dont les exportations sont presque totalement agricoles, il n'en serait pas de même si elle venait à être étendue à tout l'Empire et à frapper la Grande-Bretagne. Celle-ci se plaint déjà que ses exportations soient rendues chaque jour plus difficiles à cause des tarifs protectionnistes. Qu'en adviendrait-il si, au lieu du tarif minimum, on lui imposait le tarif maximum?

M. Chamberlain le sait fort bien; aussi a-t-il laissé prudemment dans l'ombre cette

(1) Rylands Iron Trade Circular, p. 593.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

partie de la question, reprise par ses fidèles lieutenants, M. Vince en tête, pour s'attacher exclusivement à vanter l'avantage que l'Angleterre tirerait du développement de son commerce inter-impérial.

Théoriquement la Préférence aurait cette conséquence, et il est probable, en fait, qu'il y aura un certain accroissement du volume du commerce inter-impérial : cependant l'on doit formuler d'expresses réserves à la théorie de l'ancien ministre des Colonies ; on n'est plus ici dans le domaine du pur raisonnement, comme dans l'étude de la répercussion probable de la Protection au point de vue britannique pur ni limité aux seules hypothèses, parce que certaines données manquent. On peut rechercher les conséquences, en se basant sur ce qui est arrivé dans d'autres pays, en un mot, on n'est pas ici réduit à procéder par des déductions, souvent tout abstraites.

Nous avons pour nous guider une expérience probante, déjà raisonnablement longue avec la Colonie type, c'est-à-dire la Colonie surtout agricole et richement dotée de matières premières, expérience poursuivie dans les conditions les plus favorables pour la Métropole, puisque le Canada est encore dans l'enfance industrielle.

On ne peut objecter qu'il s'agit ici de Préférence unilatérale, et que les résultats seront différents lorsqu'elle sera bilatérale, car au point de vue métropolitain, il n'y a aujourd'hui que des avantages et aucun sacrifice.

Pour que la situation équivalente se retrouvât après la Préférence, il faudrait que les exportations aux Colonies compensassent le surcroît de dépense imposé aux consommateurs britanniques et qui dépassera certainement 50 millions sterling par an. On ne peut dire que les Colonies achèteront beaucoup plus de produits à la Métropole. Nous avons montré que celle-ci ne peut guère gagner qu'une vingtaine de millions à la combinaison, et d'autre part on ne saurait prétendre que le Canada n'achète pas, dès aujourd'hui, à l'Angleterre le maximum de ce qu'il peut lui acheter, étant donné qu'il paye ce qu'il achète à l'étranger plus cher que ce qu'il achète à l'Angleterre, de 33 1/2 p. 100 des droits de douane.

Or, si nous nous reportons au tableau de la valeur des importations au Canada de 1896 à 1902 nous constaterons que si, grâce à la Préférence de 33 1/2 p. 100, celles de provenance britannique ont crû de 32,65 p. 100, malgré la différence de traitement, celles d'Allemagne ont néanmoins augmenté de 44 p. 100, celles de France de 59 p. 100 et nous ne mentionnons pas la part des États-Unis (52,03 p. 100) : c'est-à-dire qu'elles ont crû plus vite que les importations métropolitaines.

A ce point de vue encore, la Préférence de M. Chamberlain ne paraît pas devoir contribuer au développement des exportations britanniques dans une très large mesure. La part réservée au Royaume-Uni sur le marché impérial se composera de plus en plus uniquement de produits complémentaires de ceux de fabrication coloniale. Et cela fatalement, par suite de sa situation industrielle et agricole si particulière, c'est-à-dire, en un mot, de l'insuffisance pour ses propres besoins des denrées alimentaires et des matières premières.

Deux autres considérations tendent également à montrer que le plan de M. Chamberlain ne saurait augmenter considérablement les débouchés coloniaux de la Métropole.

En premier lieu, nous savons que les manufacturiers coloniaux ne veulent pas être lésés dans leurs intérêts par les concessions consenties à l'Angleterre et que le Canada a très nettement manifesté son intention de n'augmenter la Préférence en tout état de cause que sur les articles où son industrie n'a aucune concurrence actuelle ou future

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à redouter, et nous savons également que dans ses grandes lignes tout au moins la classification manufacturière canadienne comprend déjà tous les groupes de la production britannique. Cela restreint singulièrement le commerce inter-impérial. En outre, pour des motifs analogues à ceux que nous avons vus à propos de l'élévation du prix des céréales comme résultat des droits nouveaux, il y aura élévation dans le coût de la production manufacturière métropolitaine, car les industriels britanniques ne voudront pas renoncer au bénéfice de la Préférence. D'où, pour les Colonies, diminution de l'avantage actuel qu'elles trouvent à s'approvisionner en Angleterre.

Toute augmentation de prix tendra au développement de l'industrie coloniale et par conséquent à diminuer l'accroissement des débouchés coloniaux pour les produits métropolitains. Si les manufacturiers britanniques veulent améliorer leur situation sur le marché colonial il leur faudra renoncer aux avantages de la Préférence et le resserrement des liens ne se fera plus guère sur une base commerciale, puisqu'il exigera de leur part un sacrifice d'ordre pécuniaire, sacrifice négatif si l'on veut, qui ne se traduira pas par une perte absolue, mais par la renonciation à un bénéfice qu'ils étaient en droit d'attendre de la Préférence : enfin, il ne faut pas oublier que le prix de la matière première se trouvera augmenté en Angleterre des droits (partant les produits finis), faute de quoi la Préférence deviendrait un leurre pour l'Empire et toute l'économie de la combinaison Chamberlain disparaîtrait, puisque l'union ne peut pour lui s'établir que grâce à des avantages financiers et commerciaux.

La seconde considération est celle-ci :

L'idéal impérialiste n'est pas seulement l'établissement de liens plus étroits entre la Métropole et les Colonies mais également entre les diverses Colonies, si l'on veut constituer une unité réelle de l'Empire : c'est évidemment par la même méthode de mercantilisme qu'il est possible d'arriver à ce résultat. D'où conséquence : développement du commerce intercolonial entre les Colonies à produits complémentaires et concurrence faite par les Colonies manufacturières à la Grande-Bretagne au détriment de celle-ci.

Si cette éventualité n'est pas à redouter dans le présent, elle peut et doit se produire dans un avenir relativement prochain et on doit la faire entrer en ligne de compte pour étudier les conséquences du plan Chamberlain,

En résumé nous ne voyons pas nettement, en admettant que la Préférence puisse enrayer en totalité les importations étrangères aux Colonies, le profit que réalisera, dans le temps, la Grande-Bretagne : il est évident qu'elle compromettra des débouchés qu'elle s'est créés à l'étranger en vue d'une augmentation problématique de ceux qu'elle a aux Colonies, étant donné le développement industriel ultérieur qu'elles doivent prendre et les relations commerciales directes qui s'établiront entre elles. On se rend compte de l'avantage qu'aurait eu la Métropole, si la proposition que faisait M. Chamberlain avait été adoptée, c'est-à-dire si les Colonies avaient accepté de laisser à celle-ci le monopole de certaines industries ; mais à cela il ne faut plus songer.

Enfin il y a un fait visible : malgré que l'Angleterre ait aujourd'hui sur le marché de la Dominion les avantages résultant, pour elle, tant du coût de production minimum qu'il lui soit possible d'obtenir — puisque le nouveau régime se traduira pour elle par une élévation des salaires (affirmation de M. Chamberlain) et un prix plus grand des matières — que de la Préférence canadienne de 33 1/3 p. 100, elle n'a pu empêcher les pays étrangers d'augmenter leurs importations beaucoup plus vite qu'elle-même. Le plan de l'ancien ministre des Colonies ne pourra qu'aggraver cette situation, car toute

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

augmentation dans le coût de production en Angleterre, malgré la Préférence que l'on espère plus grande, est une prime donnée aux pays étrangers, car elle tend à égaliser les conditions entre eux et la Métropole, et par suite à rendre plus efficaces les sacrifices que font les trusts et Kartells.

3° Effet sur le coût de production et répercussion sur la consommation intérieure.

Il peut sembler à première vue que la taxation des produits manufacturés doive avoir une influence heureuse pour l'industrie au point de vue du marché intérieur : les producteurs britanniques débarrassés de la concurrence étrangère qui les gêne et nuit à leurs intérêts personnels, doivent voir leur situation s'améliorer puisque c'est à eux que l'on devra dans l'avenir s'adresser pour la part, plus ou moins importante, que fournissaient leurs rivaux étrangers.

C'est ce côté de la question que les *Tariff Reformers* mettent en lumière dans tous leurs discours, et ils font miroiter les perspectives les plus brillantes aux yeux de leurs auditeurs.

Ici encore, comme dans les deux cas précédents, des réserves s'imposent ; la théorie de M. Chamberlain est exacte pourvu que toutes choses demeurent égales d'ailleurs à ce qu'elles étaient précédemment, c'est-à-dire que la consommation demeurant constante, la proportion du marché intérieur réservée aux producteurs nationaux devienne plus importante, par suite de la disparition de leurs rivaux ou pour toute autre cause.

Mais il faut, c'est le facteur essentiel, que la consommation demeure constante.

Pour cela, avec la taxation des produits manufacturés, il est nécessaire ou que le coût de production ne se trouve pas augmenté si les ressources de la population restent sans changement, ou que les revenus des consommateurs s'accroissent au moins autant que le coût de production, si celui-ci se trouve élevé du fait des droits.

Or, le coût de production ne saurait demeurer constant, si l'Angleterre adopte le plan de M. Chamberlain dans son esprit.

Ce n'est pas là une affirmation de sentiment ; elle se déduit logiquement des faits.

Que propose, en effet, l'ancien ministre des Colonies ? *La taxation des produits manufacturés*, ce qui, si on s'en tient en sens littéral des mots n'affecte en rien le coût de production, puisqu'il s'agit d'articles finis concurrençant des articles également finis (1).

Comment, en fait, agira cette taxation ?

En d'autres termes comprend-on uniquement dans la classification *produits manufacturés* des produits prêts à être mis en usage sous leur forme actuelle, ou faut-il faire rentrer dans cette catégorie une foule d'articles qui sont bien pour certaines industries des produits finis mais qui, en réalité, sont pour d'autres des matières premières ?

Question de la plus haute importance qui peut avoir une répercussion marquée sur le coût de production suivant que l'on adopte l'une ou l'autre des définitions, car d'après les chiffres correspondant aux indications de sir Alfred Bateman *Comptroller General* du Board of Trade, on voit (2) que sur 87 millions de livres sterling de produits dits

(1) Nous n'envisageons pas ici la répercussion de la taxation des produits manufacturés sur le prix de vente.

(2) Cf. les tableaux et déductions, pp. 72, 73, 74 du Livre bleu.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

manufacturés, moins de la moitié soit 38 millions sont réellement des produits manufacturés.

Les statistiques officielles comprennent sous le titre Produits manufacturés une très grande variété d'articles qui, conformément aux appréciations de sir Alfred Bateman auxquelles nous nous référions ci-dessus, sont des matières premières pour des industries secondaires très florissantes. A ce titre ils devraient échapper à la taxation, mais, d'autre part, ils sont produits finis pour les industries primaires que doit protéger le droit proposé par M. Chamberlain, et il semble logique que la taxe leur soit appliquée pour ce motif.

Nous avons demandé aux partisans de la réforme fiscale, — au cours de la longue enquête que nous avons faite en Angleterre pour la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale, — de nous tirer de cette incertitude.

Nous pensions que nuls n'étaient mieux qualifiés que M. le professeur W. A. C. Hewins, le secrétaire de la Tariff Commission, instituée par l'ancien ministre des Colonies et M. C. A. Vince, M. A., le secrétaire de l'Imperial Tariff Reform League, protectionniste convaincu et l'*alter ego* de M. Chamberlain dans sa croisade en faveur de la Préférence.

Très brillant causeur, très loquace pour toutes les généralités de la question qui passionne l'Angleterre à l'heure actuelle, le professeur Hewins devient subitement taciturne et morne lorsqu'on lui demande de préciser quelque point particulier. C'est ainsi que sur la question de savoir si et comment les produits semi-manufacturés seraient taxés, il nous répondait en termes vagues que la Commission se préoccupait beaucoup de l'élaboration du tarif, mais qu'elle se refusait à suivre une « *méthode théorique, toujours absurde* ». C'est en hommes d'affaires que ses membres examinent pratiquement chaque cas, envisageant toutes les éventualités, provoquant et accueillant tous les témoignages et résolus à ne prendre une décision qu'en pleine connaissance de cause.

Pour le surplus, impossible de se faire renseigner par le secrétaire de la *Tariff Commission*.

M. Vince nous a un peu involontairement exposé la méthode de la Commission, en nous citant un cas particulier, mais il n'a pas voulu répondre à la question précise que nous lui posions de savoir si oui ou non les produits semi-manufacturés seront frappés de la taxe de 10 p. 100 en moyenne.

Il reconnait que la démarcation entre produits manufacturés matières premières et produits manufacturés réels est à peu près impossible à établir et que l'on se heurtera à des difficultés à peu près inextricables. Cependant la Commission procède par une méthode qu'il qualifiait de scientifique et qui nous paraît mériter beaucoup plus le qualificatif d'empirique.

Il lui avait paru que les fils de fer devaient rentrer dans la catégorie des produits manufacturés réels et être soumis comme tels à la taxe, car les importations d'origine allemande font le plus grand tort aux maîtres de forges anglais. C'était logique puisqu'il s'agit de défendre ces derniers. La décision ne fut pas maintenue catégoriquement pour la raison suivante :

Il existe à Reddich, aux portes de Birmingham, un grand centre de manufactures d'aiguilles. Les industriels, qui manquent un peu de sentiments impériaux, font venir d'Allemagne leur matière première (du fil de fer) qu'ils trempent et travaillent en Angleterre. Grâce à c'est organisation ils se sont assuré non seulement le monopole

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du marché intérieur mais aussi des débouchés considérables dans les pays protectionnistes, en dépit de leurs tarifs.

Des droits à l'importation sur le fil de fer, si minimes soient-ils, compromettraient gravement cette industrie dont la marge de bénéfices est très faible. Aussi la Commission faisant œuvre scientifique, suivant le terme dont M. Vince qualifiait sa méthode en commençant, a-t-elle décidé de faire une exception pour le fil de fer destiné à la fabrication des aiguilles.

C'est fort intéressant et donne un aperçu de la façon dont procède la Commission, mais ce qui ne manque pas de piquant, c'est la raison réelle de cette décision, que nous tenons d'une source très autorisée. Reddich fait partie de la circonscription de M. Austen Chamberlain, chancelier de l'Échiquier du Ministère Balfour, et fils de l'ancien ministre des Colonies et la Commission n'a pris sa résolution de laisser entrer librement le fil de fer nécessaire à la production des aiguilles qu'au lendemain du jour où le Libre-Échangiste, candidat aux élections législatives de 1906 contre lui, avait démontré que l'industrie des aiguilles serait ruinée si on taxait sa matière première.

Il semble donc, après cette indication, que la taxation des produits semi-manufacturés fasse partie, au moins en principe, des projets de M. Joe Chamberlain. Lui-même paraissait le confirmer indirectement à la fin de 1903.

D'après les chiffres qu'il fournissait dans son discours de Glasgow du mois d'octobre 1903, on pouvait conclure qu'il n'entendait frapper que les produits manufacturés finis ; mais ayant publié quelques jours plus tard ce discours dans la *National Review*, il corrigeait ses chiffres et disait que la part du Trésor, au lieu de 9 millions sterling, « pourrait être presque de 15 000 000 livres sterling si nous acceptons les évaluations du Board of Trade de 148 000 000 livres sterling comme représentant nos importations de produits manufacturés et semi-manufacturés » (1).

Voici une liste de quelques-uns des articles qui sont des matières premières incontestables pour certaines industries et dont la taxation augmenterait le coût de production dans des proportions sérieuses (2).

Fers partiellement ouvrés.	Bois parallèlement manufacturés.	
Tôles d'acier pour navires, ponts, etc., partiellement ouvrées.	Cotons	—
Tôles d'acier et plaques de 1/2 pouce.	Lainages	—
Fils de fer et d'acier.	Soieries	—
Essieux et bandages.	Pailles	—
Étain.	Cuir	—
Zinc.	Verre	—
Pièces de pendules et de montres.	Papier brut	—
Pièces de machines.	Divers	—

Il est difficile d'évaluer pour les industries secondaires, dont ces articles sont matières premières, l'augmentation dans le coût de production, car l'importance relative de la valeur de la matière décroît au fur et à mesure que le rôle de la main-d'œuvre devient de plus en plus prépondérant, ce qui est le cas dans ces industries dites secondaires : cependant il est certain que le prix de revient s'élèvera du fait de la taxation et du fait de l'augmentation des salaires.

Certaines industries qui sont extrêmement florissantes et constituent des sources de

(1) Reproduit par le *Free Trader* du 6 novembre, vol. I, n° 15. p. 113, col. 1.
(2) Voir page 73.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

prospérité considérable pour la Grande-Bretagne seraient gravement atteintes par une élévation dans le prix de la matière première. Nous avons vu le cas des manufacturiers d'aiguilles de Reddich ; beaucoup des industries de Birminghham, dont la matière première est le métal, fer, acier ou cuivre à un état d'élaboration assez avancée, sont dans le même cas et en particulier les manufactures d'armes de chasse et de précision qui partent d'acier au bois de Suède, le seul dont la qualité convienne. Certaines spécialités occupant quelques centaines d'ouvriers disparaîtraient si les produits semi-manufacturés étrangers qu'elles emploient étaient taxés. C'est ce qui se passerait en particulier pour les fabricants de chandeliers à appliques de verre qui ne vivent que grâce aux importations allemandes leur permettant par leur bas prix de vendre leurs produits finis en Allemagne malgré les droits élevés.

Les constructions de navires se trouveraient sérieusement menacées dans leur développement et dans leur prospérité par le plan de M. Chamberlain. Leurs deux principaux avantages à l'heure actuelle sur leurs concurrents sont la perfection de leur travail et le bas prix auquel il a été possible à l'Angleterre de livrer les navires, et qui a permis à ses chantiers, par leur seule puissance, de prendre avantage sur ceux des nations comme la France, les États-Unis et l'Allemagne où ils sont très largement subventionnés.

Ce bas prix est attribuable d'une part à ce que l'Angleterre a pu, grâce au régime des libres importations se procurer toutes les matières dont elle avait besoin sur ses chantiers dans les conditions les plus satisfaisantes, c'est-à-dire meilleur marché que partout ailleurs et, d'autre part, à ce que, comme conséquence de cette première raison et aussi par les qualités des constructions et la rapidité d'exécution, les nations étrangères se sont, pendant de très nombreuses années, adressées exclusivement aux chantiers britanniques pour leurs flottes de commerce et même parfois pour leurs navires de guerre.

Depuis quelques années cependant, une forte tendance se manifeste, chez la plupart des grandes nations européennes et aux États-Unis, de réserver à l'industrie nationale la totalité des constructions navales, y compris leurs flottes de commerce, et pour encourager les armateurs dans cette voie, on a développé, avec de grands mécomptes financiers, le régime des subventions de l'État sous des formes variées : primes de constructions, compensation d'armement, etc., etc., sans parler des lois de pays comme les États-Unis, la Russie, etc., donnant le monopole de la navigation côtière, du petit et du grand cabotage, aux navires nationaux et parfois même aux seuls navires nationaux construits par les chantiers nationaux.

Les résultats n'ont généralement pas répondu à l'attente et l'on n'a pas tardé à s'apercevoir que le succès de l'Angleterre dans cette branche industrielle était dû en grande partie au régime du Libre-Échange.

Dans les pays protectionnistes, malgré les primes, l'infériorité manifeste, le lent développement pour ne pas dire la stagnation des constructions navales, sont la conséquence des droits de douane : les matières premières nécessaires sont trop chères par suite des tarifs protectionnistes, leur coût de production se trouve majoré sinon du montant entier du droit, du moins de sa majeure partie, et en fait elles valent de 25 à 33 p. 100 de plus qu'en Angleterre.

Aussi l'Allemagne, désireuse par tous les moyens possibles de donner une base solide à ses constructions navales s'est-elle récemment décidée à entrer dans une voie nouvelle et à faire exception à son régime douanier, pour cette seule industrie, en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

décidant que toutes les matières nécessaires à la construction, quelles qu'elles fussent, sous quelque forme qu'elles se présentassent, qu'elles pussent ou non être fabriquées dans le pays, qu'elles fussent matières premières ou produits manufacturés, ne payeraient plus de droits de douane. Et c'est au moment où ses rivaux, pour tâcher d'établir leur puissance dans cette branche se décident à suivre la méthode de libre-échange qui lui a si bien réussi que la Grande-Bretagne l'abandonnerait. Plus que jamais, si elle veut conserver la situation qu'elle s'est acquise, il lui est indispensable de continuer à avoir les matières premières au meilleur marché qui lui soit possible et de ne pas se figurer qu'elle prospérera dans l'avenir en vertu de la vitesse acquise, quoi qu'elle fasse, et qu'elle peut, par suite, se permettre de grever de 10 p. 100 le coût de ses matières premières dont elle importe la majeure partie (1).

Avec la concurrence grandissante de l'étranger, l'industrie britannique des constructions navales ne doit compter sur la succès que si elle conserve le principal avantage qu'elle a sur ses rivales, c'est-à-dire son bas prix qui, par suite des conditions dans lesquelles elle se procure les matières premières, lui permet d'établir un bateau 50 p. 100 moins cher que les États-Unis, par exemple, ou 20 p. 100 moins cher que l'Allemagne. Si la différence vient à se réduire considérablement, les débouchés diminueront eux aussi. Et il faut bien se rendre compte que cette industrie ne peut pas, en Angleterre, si elle veut maintenir ses conditions de vente, supporter de gros sacrifices, étant donné que le prix d'acquisition d'un navire se répartit de la façon suivante, d'après M. Walter Runciman M. P., l'un des hommes les plus compétents sur cette question et qui fut longtemps secrétaire du Comité des Armateurs et Constructeurs à la Chambre des Communes (2) :

Salaires des constructeurs et mécaniciens (ouvriers)	45 p. 100
Acier et matières premières diverses	45 —
Profit	10 —
	100 p. 100

Tout ce qui contribuerait à nuire à cette industrie — et la taxation des produits manufacturés aurait ce rôle au premier chef — serait très funeste au point de vue général pour la Grande-Bretagne, y ayant que les constructions proprement dites emploient :

Angleterre et Pays de Galles (3)	86 817	ouvriers
Écosse	34 856	—
Irlande	1 585	—
Soit au total	123 258	—

ou encore 1/10e de la population ouvrière, et nous ne faisons pas entrer en compte tous les travailleurs employés dans la production des matières nécessaires à la construction (mineurs, métallurgistes, ouvriers du bois, du lin, du jute, etc., etc.).

(1) L'acier est fabriqué avec du minerai importé d'Espagne ou de Suède. Le cuivre vient d'Espagne et d'Amérique, le zinc d'Allemagne, le bois du Canada, des États-Unis ou de Norvège, les cordages de Russie, etc.

Une partie des aciers a été depuis quelques années importée d'Allemagne à des prix inférieurs à ceux auxquels les constructeurs locaux pouvaient les obtenir.

(2) L. Chiozza Money : *The Elements of the Fiscal Problem*, *op. cit.*, ch. XVIII, p. 168.

(3) Chiffres fournis par *The Second Series of Abstracts Statistical Tables and Charts*, etc. *op. cit.*, cd 2337 (1904), XVII. *Distribution of population in principal industries*. Iron and Steel and manufactures, p. 476 et 477.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Non seulement un arrêt dans le développement de cette industrie aurait pour résultat un chômage très important des ouvriers employés aux constructions proprement dites, mais se répercuterait gravement dans les industries en dépendant, et rendrait moins satisfaisante la situation du marché intérieur.

La marge de profit est de 10 p. 100. M. Chamberlain propose un droit moyen de 10 p. 100 sur les produits manufacturés, catégorie dans laquelle rentreraient toutes les matières premières employées dans les constructions navales, c'est donc — que ces matières premières soient manufacturés en Grande-Bretagne ou importées — augmenter leur prix sensiblement du droit, c'est-à-dire que leur coût représentera non plus 45 p. 100 de la valeur du navire, mais 45 p. 100 + 10 p. 100 de 45 p. 100 = 49,50 p. 100. Le profit se trouvera réduit de ce fait à 5,50 p. 100, ce qui n'est guère à l'avantage de l'industrie, quoi qu'en dise l'ancien ministre des Colonies, il faut le reconnaître (1).

D'autre part, par cette raison même de l'accroissement du coût de la matière première, les débouchés étrangers se trouveront réduits, puisque les conditions des chantiers britanniques et de leurs chantiers nationaux vont tendre à s'équivaloir; en outre, certaines velléités se dessinent au Canada d'entreprendre des constructions navales pour son propre compte, ce qui devient admissible si les armateurs n'ont plus d'avantages sérieux à s'adresser à la Métropole.

Comme nous venons de le constater, la conséquence des droits de 10 p. 100 sur les produits dits manufacturés sera un accroissement dans le coût de production, c'est-à-dire placera les industriels britanniques dans des conditions beaucoup moins favorables, pour le commerce extérieur, qu'ils ne le sont aujourd'hui, y ayant que pour beaucoup d'entre eux, dont la situation est satisfaisante, la marge du profit est très faible, et que c'est uniquement par l'étendue des transactions, par la répétition d'un faible bénéfice sur chaque unité, qu'ils prospèrent.

Examinons maintenant la répercussion des droits sur le marché intérieur proprement dit :

D'une part, augmentation théorique de débouchés, puisque la concurrence étrangère doit disparaître, du moins dans sa forme dangereuse. Elle doit être ramenée à des conditions équitables (*fair terms*) vis-à-vis de l'industrie britannique et perdre les avantages qu'elle tire de la politique des Kartells et trusts. C'est en somme la reprise du marché intérieur par la production nationale.

Une première observation vient immédiatement à l'esprit : la réduction des importations de produits manufacturés étrangers sera-t-elle aussi considérable que les Chamberlainistes le disent ?

Tout d'abord nous devons remarquer que les tarifs protectionnistes, même les plus élevés, n'ont pu enrayer les importations de manufactures étrangères et que, pour prendre un exemple concret, malgré leurs droits de douane de 73 p. 100, aux États-Unis, sur un total de 1 025 751 530 $ ou 205 150 306 £ d'importations dans l'année financière 1902-03, les 42,15 p. 100, soit 432 380 818 $ ou 86 476 163 £ sont constitués par des produits manufacturés.

Cet exemple est d'autant plus caractéristique que par leurs conditions économiques les États-Unis sont le type du *Self-Sustaining Empire* ou pays pouvant se suffire entiè-

(1) Comme dans le profit il faut faire rentrer l'intérêt du capital engagé, l'amortissement du matériel pour lesquels 5 p. 100 est une évaluation par défaut, on voit que le profit se réduirait à 0,050 p. 100, ce qui n'est guère admissible, il y aurait donc fatalement de ce fait une élévation des prix.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rement à soi-même, et que malgré cela ils doivent recourir à l'étranger dans une très forte mesure.

L'Empire Britannique ne se trouve pas, à beaucoup près, dans une situation aussi favorable, et à ce point de vue il ne semble pas que la réduction obtenable par des droits de 10 p. 100, puisse être considérable.

D'autre part, en Grande-Bretagne, pour l'année 1903, les statistiques nous montrent que sur un total de 542 906 325 £, les importations de produits s'élèvent à 87 333 671 £, soit brutes à 16,10 p. 100 (1), mais que dans cette somme figurent 48 493 793 £ de produits semi-manufacturés, dont la production dans l'Empire, à des conditions permettant le maintien de l'industrie à son niveau actuel, est problématique.

La proportion se trouve donc réduite à 7,15 p. 100 avec 38 839 878 £ comprenant environ 25 millions sterling de produits de luxe dont l'Empire ne peut s'alimenter. En fait, il n'y a guère que 13 millions sterling, soit 2,39 p. 100 sur lesquels la réduction pourrait porter, ce qui, en somme, est insignifiant par rapport aux importations et au marché intérieur.

Reprenant maintenant la question des débouchés du marché intérieur dans son ensemble, nous constatons que le coût de production va se trouver sensiblement augmenté, puisque les produits semi-manufacturés sont soumis au droit moyen de 10 p. 100, et de ce fait, une hausse des prix doit survenir. En effet, si les industries secondaires continuent à s'approvisionner au dehors, à l'étranger ou aux Colonies, le coût de leur matière première se trouvera majoré du droit. Si, par patriotisme, parce que leurs chefs « pensent impérialement », suivant le mot à la mode, ils réservent leurs ordres aux industries primaires nationales, l'élévation du coût de production en résultera *a fortiori*, parce que la demande dépassera l'offre d'au moins toutes les quantités précédemment acquises à l'étranger (2), c'est-à-dire que la production nationale étant insuffisante pour faire face par ses propres moyens (minerais indigènes et étrangers) aux besoins du marché intérieur et à l'exportation, une hausse dans les prix se produira forcément. Il y a lieu d'ajouter (et l'exemple des pays protégés le montre avec évidence) que les manufacturiers de la Métropole et des Colonies voudront profiter de la Préférence qui leur est donnée, ce qui déterminera aussi une augmentation dans le prix de vente : condition défavorable pour le développement prédit du marché intérieur, condition qui restreint forcément le nombre des consommateurs, qui en exclut un nombre d'autant plus important que l'élévation sera plus forte, soit qu'ils renoncent à acheter, soit qu'ils réduisent la quantité des articles dont ils se fournissaient.

Et cette conséquence absolument générale se trouvera amplifiée dans des proportions importantes encore que difficiles à évaluer pour la Grande-Bretagne, par la raison que la Préférence coloniale, si elle peut profiter aux intérêts de quelques producteurs lèse gravement ceux de la très grosse majorité des consommateurs, des ouvriers et des employés en particulier.

Non seulement pour ceux-ci le prix de la vie matérielle alimentaire est augmenté, mais tous les objets dont ils auront besoin leur coûteront davantage. Par conséquent, même pour les ouvriers aisés, la part de salaire dont ils peuvent disposer pour leurs acquisitions diverses, se trouvera sensiblement réduite, et cela sur un marché où se sera produite une hausse générale des prix.

(1) Voir page 74 et suiv.
(2) Ce cas s'est déjà produit en 1901 et 1902.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il y a là une raison majeure de diminution de débouchés pour les industriels au lieu de l'accroissement qui leur est promis, et cela, non plus, n'est guère de nature à donner un essor à l'activité nationale.

Cette situation ne peut normalement qu'empirer, car la réduction qui se manifestera dans la puissance d'achat du pays, causera un ralentissement de la production, puisque la consommation décroîtra au lieu d'augmenter. Et avec des moyens de production adaptés aux besoins actuels, c'est-à-dire à des besoins supérieurs à ceux que déterminera la Préférence, il y aura malaise d'abord, puis surproduction, puis crise.

Chacune de ces évolutions du phénomène se traduisant par une diminution de la quantité de travail, une réduction dans la durée de la journée, donc un accroissement du chômage, une nouvelle catégorie de consommateurs disparaîtra au plus grand désavantage de la prospérité générale du pays; il est bien évident en effet, que les ouvriers congédiés seront forcés de restreindre leurs dépenses ainsi et détermineront une appravation du chômage.

Il n'est guère possible d'évaluer même approximativement cette grave répercussion de la Préférence sur le marché intérieur, car il manque trop de données importantes, On ne sait exactement ni le taux dont seront frappés les différents articles imposés. — puisqu'il n'a été question que d'un droit moyen, non uniforme — ni la proportion de la production rendue disponible sur le marché intérieur par une diminution des exportations étrangères, non plus, pour ces raisons, que la diminution dans la puissance de consommation des ouvriers et employés.

Cependant, une première indication est fournie par l'industrie cotonnière. A la suite de la famine de coton de la campagne 1903-1904, les fabricants européens durent se résoudre, pour enrayer la hausse incessante de la matière première due aux spéculations américaines, à réduire de moitié leur production et la journée de travail. L'industrie fut atteinte doublement d'abord par la diminution de son chiffre d'affaires, et conséquemment de ses profits — puisque le bénéfice réalisé par unité, toujours très minime, se trouvait réduit par l'augmentation du prix du coton brut — et elle souffrit également de la diminution dans la puissance de consommation des ouvriers. Non seulement ses débouchés intérieurs directs se resserrèrent, mais la répercussion du chômage partiel des ouvriers cotonniers sur les autres branches de l'activité britannique se fit considérablement sentir, atteignant ainsi l'industrie cotonnière et les autres grandes industries ayant ou non des rapports étroits avec elle par contre-coup et dans des proportions différentes.

Une seconde indication est fournie, en comparant la moyenne des salaires dans quinze métiers qualifiés différents pour la Grande-Bretagne et les pays protectionnistes, et en comparant également pour ces pays les prix du blé par exemple, et également la baisse des prix entre deux époques données.

(A suivre.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTES DE CHIMIE

Par M. Jules Garçon

A TRAVERS SCIENCES ET INDUSTRIES CHIMIQUES :

Généralités. — Sur l'électrochimie. — Sur les oxydants. — Classification des colloïdes.
Produits minéraux. — Acide carbonique volcanique. — Gisement de sels de potassium en Alsace. — Sur la pierre ponce.
Industries céramiques. — Nouveaux verres incassables.
Métaux et métallurgie. — Sur l'électrochimie. — La récupération de l'étain. — La monnaie d'aluminium. — L'or en Russie. — Sur le carborundum.
Essences et résines. — Caractérisation des essences d'absinthe, etc. — Les essences de térébenthine. — La saponification de la colophane.
Savons. — La saponification de la colophane. — Les autoclaves de saponification. — Valeur des savons.
Celluloses, Industries des papiers, Industries textiles. — Les hydrates de celluloses. — Rouissage bactériologique. — Les matières premières des papiers.
Chimie agricole. — Discours de M. Barbet sur les industries agricoles. — L'arséniate ferreux comme insecticide. — Les insecticides arsenicaux. — Le fluor dans les vins.

SUR L'ÉLECTROCHIMIE

Dans une communication faite par *M. Dony-Hénault*, au Congrès international de l'électricité de Marseille, 1907, sur l'état actuel de l'électrochimie et de ses applications nous relevons un résumé de données intéressantes (d'après la Revue générale de chimie, du 24 janvier 1909).

Sur le Vanadium. — Moissan avait obtenu en 1893 de la fonte de vanadium à 4 ou 5 p. 100 de carbone. Girod fabrique également au four électrique du ferro-vanadium à 25 et 50 p. 100 de vanadium contenant 1 à 3 p. 100 de carbone. Beckett utilisa les indications de Gin sur la silicothermie et traita au four électrique le trioxyde de vanadium par le silicium et le carbone.

Les fabricants de ferro-vanadium sont : Girod, à Ugine ; la Néo-Métallurgie, au Giffre ; la New-Vanadium Alloys, à Londres ; Beckett, aux Niagara-Falls ; von Kügelgen et Sewart, à Holcomb-Rock.

Sur le Tantale. — Werner von Bolton a fabriqué le tantale, comme l'on sait, en électrolysant le fluorure double de potassium et de tantale ou en réduisant ce composé par le potassium. La quasi-totalité du tantale métallique est fabriquée par Siemens et Halske de Berlin.

Girod a fabriqué en petite quantité du ferro-tantale par réduction de la tantalite au four électrique.

Sur le Silicium. — Il est fabriqué à Bockenheim-Francfort à la pureté de 98-99 p. 100 par le procédé de réduction de Schied. Il n'a guère d'emploi industriel.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sur le Siliciure de carbone ou carborundum. — Dix fours de 1000 chevaux chacun fonctionnent à l'usine Acheson des Niagara-Falls, à une tension variable entre 100 et 260 volts.

La production annuelle est de 1500 tonnes de carborundum : l'usine d'Arbine en Savoie produit quelques centaines de tonnes. Il existe une troisième usine à Benatek, en Bohême. Comme le brevet Acheson a été annulé en Allemagne, on construit pour alimenter l'Europe une puissante usine à Rheinfelden.

Sur le Titane. — On fabrique du ferro-titane par réduction au four électrique de l'ilménite, minerai que l'on rencontre en Bosnie. On prépare à l'aide de ces scories un silicotitanure de fer sans grande importance. On fabrique aussi en petite quantité le carbure de titane, corps extrêmement dur utilisé comme abrasif. Le siliciure et le bromure de titane sont presque aussi durs que le diamant et sont utilisés couramment pour la taille et le polissage des pierres précieuses.

Sur le Sodium. — En France deux usines fabriquent le sodium métallique, l'usine des Clavaux de la Société d'Électrochimie, procédé Castner ; l'usine de Riouperoux, procédé Becker ; les deux procédés électrolysent de la soude fondue.

En Allemagne, le sodium électrolytique est fabriqué par les Farwerke, vormals Meister Lucius und Brüning de Hoechst, et par l'Elektro-chemische Fabrick-Natrium.

En Angleterre, on peut citer les usines de l'Aluminium Cy à Oldburg, et Albright and Wilson à Wednesfield.

En Amérique, le sodium métallique est fabriqué par la Compagnie Kastner-Kellner aux Niagara-Falls, et par quelques autres sociétés.

La production du sodium atteint 1200 tonnes en Amérique et près de 2000 en Europe. Les prix de revient varient entre 1 fr. 15 et 1 fr. 55 le kilo.

Sur le Calcium. — Le calcium métallique a été employé pour l'obtention du vide presque parfait ; mélangé à l'aluminium, il donne, dans le procédé Goldschmidt, une énergie de réaction plus considérable que l'aluminium seul. A l'état d'alliage, il constitue pour la métallurgie un désulfurant puissant. La production du calcium atteint 100 tonnes par an.

Il faut signaler que Girod a fabriqué en 1902 du silico-calcium contenant 70 p. 100 de silicium et 25 p. 100 de calcium.

Sur le Magnésium. — Il se fabrique uniquement par électrolyse du chlorure double de magnésium et de potassium fondu dans l'appareil de Graetzel. Une seule fabrique à Hemelingen près de Brême. La production annuelle est de 300 tonnes.

Électrométallurgie du zinc. — Les tentatives portèrent d'abord sur les méthodes électrolytiques, et, après leur insuccès, sur la réduction par voie ignée au four électrique.

Le procédé Ashcroft, basé sur l'action chlorurante du perchlorure de fer sur les minerais puis l'électrolyse de la solution, fut abandonné à cause des pertes en zinc trop élevées et du volume croissant des solutions et installé à Newcastle (New South-Wales).

Le procédé Hoepner, étudié à Erfurt, sur la Lahn, a été repris par Brunner et Mond qui produisent actuellement du zinc électrolytique à 99 p. 100 dans l'usine de Wilmington, près Chester, Angleterre.

En Suède, où l'on trouve des amas importants de minerais complexes et des chutes d'eau puissantes (par exemple à Broken-Hill où, en dehors des fameux minerais, il existe près de 500 000 tonnes de tailings représentant 100 000 kilogrammes d'argent, 56 000 tonnes de plomb et 90 000 tonnes de zinc), il est à prévoir que les procédés

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

électrothermiques seront bientôt adoptés. Il n'existe que deux usines en activité, celle de Trollhaetan (avec le four de Laval), et celle de la Canada Zinc Company à Vancouver, avec les fours Snyder.

Électro-métallurgie de l'aluminium. — Le procédé chimique imaginé par Wœhler en 1827, perfectionné ensuite par Sainte-Claire Deville en 1854, puis par Netto et Castner en 1888, servit exclusivement jusqu'à cette époque à la production de l'aluminium.

La préparation électrolytique, pressentie par Davy en 1807, ne fut réalisée qu'en 1887, grâce aux efforts de Minet, Héroult et Hall. (Il convient d'observer qu'en 1884, Héroult, d'une part, et les frères Cowles, d'autre part, avaient obtenu l'aluminium avec le cuivre.)

Le procédé Héroult, Hall et Minet est basé sur l'électrolyse de l'oxyde anhydre d'aluminium en solution dans le fluorure double d'aluminium et de sodium, mélangé ou non avec d'autres composés haloïdes des métaux alcalins. Ce procédé est maintenant dans le domaine public. Il y en a un grand nombre d'autres, Berg, Burghart et Twining, Bradley, Wilson, etc.

Depuis que le brevet Héroult est dans le domaine public, il s'est créé de nombreuses usines nouvelles, et les anciennes ont agrandi leurs installations, ce qui peut amener la surproduction et l'avilissement des prix.

Cette industrie est représentée en France par la Société française d'électrométallurgie qui exploite la petite usine de Froges et celles de la Praz et de Saint-Michel; elle a acquis une chute importante sur la Romanche, dans l'Oisans, et en aménage une autre de 40 000 chevaux à Largentière, sur la Durance; — par la Compagnie des Produits chimiques d'Alais et de la Camargue, qui dispose des usines de Calypso et de Saint-Félix; elle termine l'usine de Saint-Jean-de-Maurienne et va aménager plus bas sur l'Arc une autre chute de 4 000 chevaux; l'alumine est fournie par les usines de Salindres; — par la Société d'Électrochimie qui augmente la puissance de son usine de Prémont, de manière à consacrer 4 000 chevaux à la fabrication de l'aluminium; son alumine lui est fournie par l'usine de la Barrasse, près de Marseille; — par la Société des Forces motrices de l'Arve associée avec MM. Giulini frères de Mannheim, qui a commencé la fabrication à Chedde et doit installer une usine de 10 000 chevaux dans les Pyrénées; — par la Société électrométallurgique du Sud-Est, qui a également commencé la fabrication à Venthou en attendant que le transport de force de Queige à Venthou soit terminé. La puissance totale à consacrer en France à l'aluminium peut donc, à bref délai, atteindre 140 000 chevaux représentant une production annuelle de 20 000 tonnes d'aluminium.

Les usines suisses d'aluminium appartiennent à l'Aluminium Industrie A.-G., qui exploite l'usine de Neuhausen dont la puissance est de 7 000 chevaux et qui peut produire 1 000 tonnes d'aluminium par an. Elle construit une nouvelle usine à Chippio, dans le Valais pour produire 5 000 tonnes. Elle traite les bauxites à Goldschmieden et installe aux Aygalades, à Marseille, une grande usine pour la fabrication de l'alumine.

La même Société exploite en Allemagne l'usine de Rheinfelden, dont la puissance est de 5 000 chevaux et la productivité annuelle de 600 tonnes; et en Autriche l'usine de Lend Gastein, dont la puissance consacrée à l'aluminium est de 6 000 chevaux et la productivité annuelle de 800 tonnes.

En Angleterre, la British Aluminium Cy exploite l'usine de Foyers, en Écosse, dont la puissance est de 14 000 chevaux et la production en aluminium de 1 500 à 2 000

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tonnes. Elle poursuit actuellement le projet de créer une chute de 20 000 chevaux à Loch Leven. — L'Aluminium Corporation Limited installe dans le pays de Galles, à Dolgarrog, une première usine de 1 600 chevaux, dont la puissance sera ultérieurement portée à 7 000 chevaux.

En Norvège, la British Aluminium Cy a acheté la chute de Stangford, dont la puissance est de 7 000 chevaux. Cette usine est équipée pour produire 1 000 tonnes. L'Anglo Norvegian Aluminium Cy, en connexion avec la Société de Vigeland's Brug, vient d'installer sur les plans de M. Gin l'usine de Vigeland, d'une puissance de 14 000 chevaue. La productivité annuelle de l'usine ne sera pas supérieure à 2 000 tonnes d'aluminium, car une partie de la force motrice est réservée à d'autres fabrications.

En Italie, la Société italienne d'Aluminium a commencé la fabrication à l'usine de Papoli et fabriquera son alumine à Bussi. La production annuelle ne dépassera probablement pas 1 200 tonnes. La Società per la fabricazione dell'Alumina a commencé la fabrication à Pescara avec 4 000 chevaux.

La fabrication de l'aluminium est monopolisée aux États-Unis par l'Aluminium Cy America (anciennement Pittsburg Reduction Cy) qui exploite des usines aux Niagara-Falls (15 000 chev.), aux Schawenegan-Falls (20 000 chev.), à Masséna (40 000 chev.), à Québec (20 000 chev.). En 1907, sa production a dépassé 8 000 tonnes pour les États-Unis et 3 000 pour le Canada. Elle pourra, à bref délai, dépasser 15 000 tonnes.

En résumé, la fabrication de l'aluminium est organisée ou en voie d'organisation pour produire annuellement en Europe 30 000 tonnes et en Amérique 15 000 tonnes de métal. Les capitaux immobilisés dans le monde pour cette industrie dépassent 150 millions de francs.

Le prix de l'aluminium est tombé en dessous de 2 francs, et il est probable que cette belle industrie va subir une crise intense.

Sur le Nickel. — Il n'existe pas encore d'usine électro-métallurgique proprement dite. Les efforts accomplis se bornent aux recherches de Siemens et Halske, de Gin et d'Héroult. Gin étudie la construction d'une usine à nickel à 4 000 chevaux à Vigeland, Norvège.

D'une étude générale de *M. Ch.-Eug. Guye* sur l'arc voltaïque, son mécanisme, ses applications (Revue Scientifique, 22 janvier 1909, p. 97), voici extraites quelques données concernant les applications en électro-chimie.

La température de l'arc électrique peut probablement dépasser 3 500°. Il existe un four à carbure de 14 000 chevaux. L'énergie de toute une installation hydraulique peut ainsi être transformée en chaleur dans un récipient dont la capacité atteint à peine quelques mètres cubes.

Les fours électriques se classent en fours électro-thermiques et en fours électro-chimiques.

La plus importante des opérations industrielles effectuées dans les fours électro-chimiques à arc voltaïque est la préparation de l'aluminium. D'après M. l'ingénieur Lullin, les installations auraient une puissance nominale de 360 000 chevaux. La production en 1907 aurait été de 15 006 à 20 000 tonnes au prix de 2 francs le kilogramme, l'aluminium peut lutter avec le cuivre pour la construction des lignes de transport électrique.

Après l'aluminium, vient la fabrication du carbure de calcium, destiné presque exclusivement à la production de l'acétylène et à la fabrication de l'engrais cyanamide.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La production du carbure de calcium peut être évaluée à 180 000 tonnes en Europe, avec un ensemble d'installation dont la puissance atteint 200 000 chevaux.

Citons également l'application du four à arc à la production d'une série de métaux, auparavant presque ignorés : chrome, vanadium, tungstène, molybdène, etc., qui, convenablement mélangés et alliés à l'acier, ont permis d'obtenir toute une gamme de qualités d'acier. La puissance affectée à la métallurgie des aciers par le four électrique à arc n'est encore que de 10 000 à 15 000 chevaux.

Citons également l'application du four électrique à la fabrication des corps durs, dont quelques-uns peuvent rendre des points au diamant ; émeris artificiels, borure de carbone, carborundum, etc. La consommation annuelle du carborundum s'élève à environ 4000 tonnes. Enfin les pierres précieuses, les appareils en silice fondu dont l'emploi se généralise déjà dans l'industrie et les laboratoires.

Enfin le XXe siècle demande à l'arc voltaïque de transformer les conditions économiques de la vie humaine, en augmentant la fertilité du sol par la résolution du grand problème de la fixation de l'azote atmosphérique. La puissance utilisée actuellement serait d'environ 30 000 kilowatts, la création d'une nouvelle usine de 125 000 chevaux serait décidée en Norvège.

SUR LES OXYDANTS

M. Martinaud (Académie des Sciences, séance du 18 janvier 1909, tome 148, p. 182) remarque que « les corps inorganiques possédant les propriétés des oxydases ou peroxydiastases de bleuir la teinture fraîche de gayac, d'oxyder certains polyphénols ; le pyrogallol, l'hydroquinone, etc., et de mettre l'iode en liberté d'une solution d'iodure de potassium, sont très répandus. Les solutions de potasse, de soude caustique, d'oxydes de calcium, de baryum, de magnésium, de carbonate de potasse et de soude, de silicates de potasse et de soude, c'est-à-dire tous les oxydes et carbonates pouvant donner des peroxydes et des percarbonates solubles donnant les réactions des oxydases organiques si on les a préalablement saturés par un acide, l'acide chlorhydrique par exemple. Le perchlorure de fer réagit fortement. Les autres sels ferriques réagissent sur les réactifs des oxydases, mais moins que le chlorure. Les chromates, les permanganates, les bioxydes de plomb en solution chlorhydrique bleuissent d'une façon intense le gayac.

Certains de ces composés agissent comme peroxydases, c'est-à-dire donnent, additionnés de peroxyde d'hydrogène, une réaction plus intense que celle qu'ils donnent sans cette addition ; les sels de cuivre et de platine sont dans ce cas. Le chlorure ferrique, dont la réaction est sensible au millième, l'est au millionième en présence de H^2O^2. Les sels de potassium et de sodium, particulièrement les chlorures, additionnés de peroxyde d'hydrogène, donnent d'une façon marquée les réactions des oxydases.

Ces oxydases inorganiques peuvent être considérées comme similaires aux oxydases organiques, c'est-à-dire formées d'une peroxydase qui est le sel lui-même et d'une oxygénase qui est le peroxyde formé par l'action de l'air sur ce sel. Cette oxygénase inorganique peut être remplacée comme elle l'est dans les oxydases organiques par le peroxyde d'hydrogène.

Cette similitude de propriété conduit à assimiler ces corps aux oxydases organiques. Il est utile d'insister sur l'intérêt que présentent les propriétés indiquées ci-dessus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des composés alcalins, alcalino-terreux et du perchlorure de fer, pour interpréter les phénomènes d'oxydation de la vie végétale et animale. »

CLASSIFICATION DES COLLOÏDES

M. Duclaux s'est efforcé d'étendre la notion de solubilité aux colloïdes (Comptes rendus de l'Académie des Sciences, séance du 1er février 1909, p. 295).

Si l'on renferme une solution de substance colloïdale dans un vase perméable au dissolvant, imperméable aux corps dissous, et si l'on exerce une pression supérieure à la pression osmotique, le dissolvant filtrera au travers de la paroi, et la concentration ira en augmentant jusqu'à une certaine limite qui définira la solubilité à la température de l'expérience.

« Cette propriété est généralement inutilisable dans le cas des cristalloïdes, faute de membranes semi-perméables convenables ; elle est au contraire d'une application constante dans l'étude des colloïdes. Les colloïdes ne peuvent être concentrés que jusqu'à une certaine limite et sous une certaine pression au delà de laquelle ils prennent l'état solide. Cette pression est la pression osmotique maxima : la concentration limite peut être appelée la *solubilité du colloïde*. »

La mesure de cette solubilité est utile à plusieurs points de vue, pour définir la stabilité par un nombre ; pour séparer deux colloïdes dont les pressions maxima sont différentes ; dans bien des cas pour établir une classification des colloïdes reposant sur la notion de solubilité et de pression maxima.

ACIDE CARBONIQUE VOLCANIQUE

M. Carles, à propos d'une récente revendication de M. Glangeaud au sujet de l'acide carbonique volcanique, résume (Procès-verbaux des séances de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux, année 1907-1908, p. 151) les travaux antérieurs qu'il a publiés sur ce sujet, dès 1899 dans le Répertoire de pharmacie et qu'il a continués en 1900. M. Carles remarquait qu'on trouvera sur le Plateau central français le gaz carbonique voulu pour champagniser tous les vins doux venant de France et d'Algérie.

M. Carles a relevé quelques indications sur le rôle de l'acide carbonique en hydrologie minérale. Lorsque dans certaines stations à eau hyperthermale, on met l'eau à l'air, en grande surface, pour la ramener au degré propre à la balnéation, on change absolument sa composition chimique naturelle ; et lorsque, pour la refroidir plus vite, on pulvérise cette eau à l'air, on commet un mal pire. Nul n'a encore relevé cette fausse manœuvre. D'où la justesse de l'observation clinique que les bains donnés avec l'eau en août n'ont pas les mêmes vertus thérapeutiques qu'en mai, juin ou septembre. Il est clair, en effet, qu'au commencement et à la fin de la saison la presse des baigneurs est moindre, les nuits sont plus froides, l'eau qu'on aère se refroidit plus vite et davantage, de telle sorte qu'il en faut bien moins pour atténuer la température de celle qui va directement du griffon à la baignoire.

Lorsque les eaux potables contiennent près de 0,10 de sulfate de chaux par litre, elles sont réputées crues ou séléniteuses ; à 0,25 l'hygiène prescrit de les bannir de l'usage alimentaire. Cependant il y a des eaux minérales que notre organisme supporte relativement bien à des doses supérieures. Ainsi à Capvern la dose de sulfate de chaux est de 1,123 par litre ; à Vittel, de 1,420 ; à Cransac et à Contrexéville, de 1,565 ; à Martigny de 1,593 ; à Bagnères-de-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Bigorre, de 1,836, et enfin à Aulus, de 1.861. Cette tolérance tient à ce qu'elles renferment en même temps des bicarbonates alcalins, maintenus toujours en solution par de l'acide carbonique en excès. Supprimons, en effet, ce dernier, en laissant la bouteille en vidange et débouchée: aussitôt le bicarbonate se dissociera, rendant l'eau indigeste et de saveur détestable.

Ce point est à retenir, car en bicarbonatant légèrement les eaux séléniteuses de puits et autres et en les gazéifiant ensuite, on les rend supportables à nos organes gastro-intestinaux.

Rappelons à ce propos que les purgatifs salins dans lesquels il y a une petite quantité de bicarbonate de soude saturé de gaz carbonique sont moins désagréables à prendre et mieux tolérés par l'estomac que lorsqu'ils sont simplement dissous dans l'eau ordinaire.

GISEMENT DE SELS DE POTASSIUM EN ALSACE

Un fait important est développé dans une note de *MM. Joseph Vogt et Mathieu Wieg*, publié au Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, n° de septembre 1908, p. 261.

A différentes époques, les environs de Mulhouse ont été l'objet de sondages profonds, exécutés pour des recherches d'eau, de pétrole et de houille. Les sondages entrepris récemment, près de Wittelsheim, par la Société « Bonne espérance » de Niederbruck (Haute-Alsace) qui est dirigée par M. J. Vogt, ont donné des résultats importants tant au point de vue industriel qu'au point de vue scientifique.

Le premier sondage de Wittelsheim est non seulement le plus profond exécuté en Alsace, mais il acquiert une importance spéciale par les sels gemme et de potasse dont il a révélé l'existence.

« Le premier gisement de marne salifère se rencontre entre 358 et 512 mètres, sur une épaisseur de 154 mètres; il est particulièrement intéressant, car il contient des sels de potasse qui devront donner lieu à une exploitation. A partir de 358 mètres de profondeur, on trouve d'abord trois couches de sel gemme et d'anhydrite, dont deux couches de 0,80 d'épaisseur, l'une à 358 mètres et l'autre à 403,80 ; et la troisième de 2,75 d'épaisseur à 440 mètres. Les sels de potasse se rencontrent à 473 mètres et forment une couche de 5 mètres. En dessous des sels de potasse jusqu'à 512 mètres de profondeur se rencontrent différentes couches de sel gemme et d'anhydrite et de dolomie cristallisée, dont l'épaisseur varie de $0^m,85$ à $3^m,27$.

La zone du sel appartient au terrain tertiaire, à l'oligocène inférieur. Le gisement de sel s'y rencontre à une profondeur de 200 à 800 mètres et possède une épaisseur moyenne de 200 à 300 mètres.

La zone saline est composée principalement d'un mélange de sel gemme, granuleux et fibreux, d'apparence cristalline, blanc, bleuâtre, vert fluorescent ou rouge, et il renferme deux couches de sel de potasse; une supérieure, qui atteint jusqu'à $1^m,50$ d'épaisseur, et à une distance de 19 à 20 mètres, une inférieure épaisse de 3 à 5 mètres.

D'après sa composition, le gisement de potasse est à compter dans la sylvénite (KCl NaCl) et possède, dans l'alternance de ses strates, de la sylvine et de la sylvinite contenant une forte proportion de chlorure naturel de potassium, 30 à 35 p. 100 en moyenne. La structure des sels de potasse est cristalline comme celle du sel gemme.

Un fait remarquable et qui différencie les gisements de potasse d'Alsace de ceux du Nord de l'Allemagne, c'est que jusqu'à présent on n'y a découvert aucune trace de carnallite, ou en général de minéraux contenant du chlorure de magnésium ($MgCl^2$),

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et il n'est pas probable qu'on en rencontre. D'après cette composition, le sel de potasse est absolument stable et pas le moins du monde hygroscopique;

SUR LA PIERRE PONCE

Le cataclysme qui a ravagé les territoires de Messine et de Reggio amène *M. Francis Marre* (dans le Cosmos du 30 janvier 1909, p. 124) à donner quelques détails sur l'exploitation des mines de pierre ponce ou pumite à Campo-Bianco dans l'île de Lipari. Cette exploitation se fait, au mépris des précautions élémentaires, par des picconieri gagnant 2 francs par jour. La pierre est transportée à dos, de la mine à la côte, à 3 kilomètres de distance. Là, la ponce est lavée, apprêtée, découpée, et envoyée à Lipari, à l'une des trois maisons exportatrices, (deux allemandes et une française, dont le siège social est à Lyon), qui la font arriver à Messine, centre de son commerce.

La pierre ponce est une roche éruptive, de nature feldspathique, fusible au chalumeau, friable, mais assez dure pour rayer le fer. Sa composition est 70 silice, 16 alumine, 6 potasse, 3 chaux.

Les débouchés industriels de la pierre ponce sont nombreux. Elle sert au polissage des métaux et des substances dures, à la filtration de certains produits, après imbibition par l'acide sulfurique au desséchement des gaz, à la fabrication d'un linoléum spécial, à la préparation d'émaux de bas prix, au rembourrage des colliers (par moitié avec le liège granulé) de chevaux dans les armées autrichienne et italienne.

NOUVEAUX VERRES INCASSABLES

Les cristalleries de Baccarat ont présenté à l'examen de la commission permanente des recherches scientifiques par le grisou et les explosifs employés dans les mines un verre de lampe pour mines à grisou, d'une composition nouvelle.

Des verres de la maison Schott d'Iéna ont acquis une grande résistance à la rupture par suite de leur composition très particulière (silicoborate de soude peu alcalin, avec de très faibles proportions de plomb et de zinc), qui leur a procuré un coefficient de dilatation très faible. Les cristalleries de Baccarat sont arrivées à un résultat pour le moins aussi bon, par une voie différente; elles se sont proposé d'obtenir directement la grande résistance au chauffage et au refroidissement brusques, en accroissant l'élasticité du verre, et elles y sont arrivées en ajoutant à un cristal plombeux ordinaire des quantités croissantes de magnésie et d'oxyde de zinc.

M. l'ingénieur en chef des mines *Ch. Chesneau*, secrétaire de la commission (voir les Annales des Mines, 1908, n° 5, p. 435), rapporte les essais faits soit de verres chauffés à 100° et trempés brusquement dans l'eau à 15°, soit par chauffage intense de 5 minutes au-dessus d'un bec Berzélius. Sur les verres essayés, aucun n'a été craquelé. Leur résistance est donc très supérieure à celle des verres actuellement en usage dans les houillères. Les verres Schott ont donné aux essais une résistance très remarquable aussi, mais un peu inférieure.

La composition de ces verres de Baccarat est la suivante : sable 75, bicarbonate de soude 13, carbonate de magnésium 9, oxyde de zinc 6, minium 50.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LA RÉCUPÉRATION DE L'ÉTAIN.

(Voir les Notes de chimie 1906, p. 859; 1907, p. 34.) Le Stahl und Eisen du 30 décembre 1908 renferme une étude intéressante du docteur Carl Goldschmidt sur ce sujet. Le procédé Goldschmidt au chlore a remplacé le procédé électrolytique (brevets américains n° 822 115 du 29 mai 1906 et 831 223 du 18 septembre 1906). Il est exploité à Essen, Prusse; à Carteret, États-Unis; chez Gillet, de Lyon. Un gros procès se plaide en ce moment aux États-Unis entre l'usine Goldschmidt et l'usine des chutes du Niagara du procédé Acker, basé lui aussi sur le chlore. Les brevets Acker sont postérieurs de plusieurs semaines aux brevets Goldschmidt, mais (voir Electrochemical and Metallurgical metallurgy, n° de février 1909, p. 55), Acker offre de prouver, conformément à la loi américaine sur les brevets, que ses recherches et sa découverte datent antérieurement, soit de 1902.

La récupération de l'étain par voie électrolytique a fait l'objet d'un brevet aux États-Unis dès 1876 (n° 176 658); elle se fait en présence de soude caustique libre, qui, grave inconvénient, tend à se carbonater en présence de l'air. Il faut donc maintenir la soude caustique en excès. Le procédé demande une surveillance constante. L'étain s'obtient à la cathode sous forme d'un dépôt spongieux, que l'on peut refondre aisément; il s'en perd une quantité dans la liqueur de l'électrolyte qui reste adhérente aux déchets de fer-blanc, lorsqu'on enlève ceux-ci de l'appareil. L'étain obtenu par fusion est à 97-98 pour 100.

Le procédé au chlore a été rendu facile par le bas prix du chlore électrolytique. Il a été proposé dès 1854 par Higgins (brevet anglais 766), puis par Parmela (brevet américain 112 148, 1870), par Seeley (brevet américain 127 375, 1872), par Panton (br. am. B 5578, 1873). Si l'on se sert de chlore gazeux, il faut que le chlore soit bien sec; il se forme du tétrachlorure d'étain anhydre qui coule goutte à goutte des rognures de fer-blanc, etc. On croyait que le chlore sec n'attaque pas le fer. Le procédé est, en principe, fort simple, mais il a demandé 30 ans pour passer dans la pratique industrielle. En dehors de la question de prix, il se produit sur les surfaces attaquées une couche de fumées très nuisibles. On ne peut pas songer à un lavage, car le tétrachlorure humide attaque violemment le fer. Le fer-blanc ainsi traité se rouille avec une aisance extrême.

Lumbotte (brevet allemand 32 517 en 1887) installa une grande usine à Bruxelles. Il constata que le chlore même sec transforme le fer à sa surface, en chlorure ferreux, et l'attaque se poursuit énergiquement en présence de l'humidité de l'air.

L'attaque des déchets de fer-blanc par le chlore gazeux doit se faire à sec, en refroidissant et sous pression. En effet, la formation du tétrachlorure d'étain liquide amène une chute de pression; lorsqu'on voit la pression se maintenir constante, on sait que l'opération est terminée; on enlève le tétrachlorure, et on lave à fond les rognures.

Les déchets de fer-blanc doivent subir tout un traitement préalable, sans lequel ils ne fournissent que peu d'étain. On les passe sous de puissants rouleaux armés de nombreuses pointes aiguës qui les perforent; on les lave en soude caustique, pour enlever toute graisse; on les lave à l'eau pure; enfin on les chauffe dans un fourneau pour détruire tout papier, anneau de caoutchouc, soudure au plomb, etc. L'Italie fournit les boîtes à sardines, l'Égypte, les boîtes à cigarettes; Terre-Neuve, les boîtes à homard; la Norvège, les boîtes à conserves; la Suisse, les boîtes à lait condensé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le stock ainsi traité est par année de 75 000 tonnes en Allemagne, dont 50 000 à l'usine d'Essen et 25 000 dans 8 à 10 autres usines; de 25 000 tonnes pour les autres pays de l'Europe; de 60 000 tonnes aux Etats-Unis. Ces 160 000 tonnes produisent 3500 tonnes d'étain, soit la trentième partie de la production totale; et elles fournissent plus de 150 000 tonnes de fer aux aciéries.

LA MONNAIE D'ALUMINIUM

On sait que le gouvernement a proposé de démonétiser les monnaies de bronze et de les remplacer par des monnaies d'aluminium. L'exposé des motifs du projet de loi renferme des données intéressantes,

En 1907, le Gouvernement avait mis à l'étude la question du remplacement des pièces de bronze de 10 et de 15 centimes, dont la valeur est estimée 56 140 000 francs, par des pièces en nickel. Il proposait en outre de revendre 5000 tonnes de métal provenant de la refonte de ces monnaies, de retirer et refrapper sur un nouveau type, 10 millions de francs de pièces de 25 centimes émises de 1903 à 1906; entin de fabriquer et émettre une somme totale de 75 millions de monnaies de billon en nickel.

Mais depuis lors l'aluminium a attiré l'attention de l'administration. « L'aluminium est un métal d'un blanc légèrement bleuâtre, très malléable quand il est pur; sa dureté et sa ténacité paraissent comparables à celles de l'argent; les expériences de frai faites dans les ateliers de la Monnaie ont donné des résultats très satisfaisants; les pièces en aluminium s'usent moins rapidement que les pièces d'or et d'argent et même que les pièces de bronze. L'aluminium a la sonorité métallique; et il est précieux au point de vue monétaire par son inaltérabilité à l'air, quelle que soit la température. Enfin, il est quatre fois plus léger que l'argent. »

Actuellement, le Gouvernement propose de limiter l'opération au remplacement pur et simple des monnaies actuelles de 10 et de 5 centimes par des pièces d'aluminium de même diamètre, sauf à examiner à part la question des pièces de 25 centimes.

De 1852 à la fin de décembre 1908, il a été frappé 72,6 millions de francs en pièces de 10 et 5 centimes, savoir : 40.1 millions en pièces de 10 centimes et 32,5 millions en pièces de 5 centimes. Pour évaluer le déchet probable, la seule refonte d'où l'on puisse tirer des éléments d'appréciation est celle des pièces de 30 sous et de 15 sous, fabriquées au titre de 666 millièmes, et rentrées lors de la refonte de 1848 dans la proportion de 74 à 62 p. 100. A cette date elles avaient approximativement l'âge qu'ont en 1908 les pièces de bronze françaises frappées en 1852. Il n'est donc pas téméraire de supposer que les frappes de 10 et de 5 centimes ont été diminuées de 20 p. 100. On peut donc supposer que la valeur des pièces de bronze de 10 et de 5 centimes à retirer ne dépassera pas 56 millions, se décomptant en 31 millions de pièces de 10 centimes et 25 millions de francs en pièces de 5 centimes. Ces 56 millions de francs en pièces de bronze, en évaluant la perte due au frai à 9 p. 100 environ, donneraient 5 millions de kilogr. de bronze à revendre. La dépense nette de l'opération ressort à 50 millions de francs. L'émission devrait s'élever à 63 millions de francs, en tenant compte de l'augmentation normale de la demande des monnaies nouvelles, soit 35 millions de francs en pièces de 10 centimes et 28 millions de francs en pièces de 5 centimes.

Le diamètre et le poids des nouvelles monnaies serait de 30 et 25 millimètres, 3 et 2 grammes pour les pièces de 10 et 5 centimes en aluminium pur, à 990 millièmes de pureté, avec une tolérance au-dessus et au-dessous de 15 millièmes. Ces nouvelles

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

monnaies d'aluminium ne pourront être employées dans les payements, si ce n'est de gré à gré, que pour l'appoint de la pièce de 5 francs.

L'utilité de la pièce de 25 centimes est incontestable et une preuve des plus explicites de son emploi courant, c'est qu'il n'en existe plus aucun stock ni dans les réserves de la Banque de France, ni dans celles du Trésor.

L'OR EN RUSSIE

Une étude fort intéressante de M. l'Ingénieur des Mines *Gorbatschew*, sur l'état actuel de l'industrie de l'or en Russie, a été publiée par la Revue Universelle des Mines et de la métallurgie, dans ses nos de septembre, octobre, décembre 1908 et janvier 1909. Cette étude a été publiée sur l'ordre du Ministre du Commerce et de l'Industrie, pour faire connaître la situation des industries aurifère et platinifère en Russie.

L'origine de l'industrie de l'or en Russie remonte au milieu du XVIIIe siècle. La découverte de la riche région aurifère d'Inisséi date de 1837, les riches placers de profondeur de la Transbaïkalie furent découverts en 1861-63. L'exploitation des placers de la région Amourienne date de 1868; celle des placers de la province Maritime, de 1871.

SUR LE CARBORUNDUM

M. L. Baraduc-Muller a présenté à la Société des Ingénieurs Civils de France (Mémoires, novembre 1908, p. 793) un mémoire d'ensemble sur le carborundum, que l'on peut citer comme un modèle de monographie, car tous les points de vue de la question y sont passés en revue : l'historique, les préparations de laboratoires, la fabrication industrielle, les prix de vente, les tarifs douaniers, l'histoire de la première usine, les autres usines, les propriétés et leurs applications (propriétés abrasives, compressibilité, conductibilité calorifique, conductibilité électrique, propriétés réfractaires, propriétés métallurgiques), un résumé, la bibliographie.

Une application récente du pouvoir abrasif du carborundum est la fabrication américaine de marches d'escalier et de parties de trottoirs, d'après le principe des meules, et qui sont destinées aux passages de circulation intense sous lesquels ne résiste aucune roche, si dure soit-elle.

Il est fabriqué actuellement en Allemagne, un produit dénommé « Kryptol » qui sert à constituer des résistances calorigènes. Ce « Kryptol » serait composé, — et c'est même uniquement pour cela qu'il est mentionné, — d'un mélange de carborundum, de graphite, de silicates, de tungstates et de produits plus ou moins mystérieux qui lui ont valu son nom.

Enfin une dernière application récente du carborundum est l'emploi qui en a été fait dans la télégraphie sans fil, pour constituer des radio-conducteurs destinés à déceler les ondes.

CARACTÉRISATION DES ESSENCES D'ABSINTHE, etc.

Quelques réactions des huiles essentielles ont été étudiées par *M. L. Dupare*, au cours d'un rapport d'expertise sur les absinthes et leurs imitations (Archives des Sciences physiques, n° du 15 décembre 1908, p. 609).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La méthode qui semble la plus rationnelle pour déterminer quantitativement un mélange d'essences en solution alcoolique consiste à précipiter les essences par de l'eau, à les extraire par un dissolvant, à évaporer celui-ci et à peser. La méthode par indice d'iode fournit des résultats douteux et inexacts.

Dans l'étude faite du pouvoir émulsionnant des essences, M. L. Duparc a trouvé que : 1° le point de trouble (ou quantité d'eau nécessaire pour faire apparaître un léger trouble dans un volume déterminé de la dissolution alcoolique) est différent, mais sans écart considérable, pour les diverses essences. C'est la solution alcoolique d'essence d'absinthe qui se trouble la première, et celle de fenouil la dernière.

2° Le coefficient d'émulsion (ou quantité d'eau nécessaire pour émulsionner complètement la dissolution alcoolique) varie selon l'essence de 1 à 2 ; 2 pour l'essence de menthe à 1 pour celle d'hysope. Il faut plus d'eau salée que d'eau pure.

3° Le degré de trouble ou d'opacité varie de 1 à 20, avec les essences d'anis, de badiane, de fenouil, d'hysope, de cumin, de coriandre, d'absinthe, de menthe, de tanaisie.

Le principe actif de l'essence de grande absinthe est une cétone, la thuyone, à qui est due l'action épileptisante. L'essence de tanaisie en renferme jusqu'à 70 p. 100, celle d'absinthe au plus 50 p. 100. C'est l'identification de la thuyone qui caractérise l'absinthe. M. Cuniasse, du Laboratoire municipal de Paris, a proposé diverses réactions cétoniques ; seule celle due à Legal et étudiée par Denigès n'exige pas une quantité d'essence plus grande que les saisies ordinaires. Elle repose sur des colorations variées.

M. L. Duparc a trouvé que parmi toutes les essences employées dans la fabrication des absinthes, seules celles à base de thuyone réagissent avec le nitroprussiate. La réaction est sensible au dix-millième. Toutes les essences thuyoniques (tanaisie, absinthe, sauge), réagissent de la même façon et donnent un précipité rouge groseille foncé. M. Duparc constate qu'il est aisé d'éliminer, dans un mélange d'essences, les aldéhydes cétoniques qui peuvent masquer la réaction. Et il conclut que la recherche de la thuyone peut se faire avec une parfaite sécurité, servir à un contrôle de police sanitaire, et permettre de définir certaines liqueurs, notamment les absinthes.

LES ESSENCES DE TÉRÉBENTHINE

Donnant les résultats de leurs essais sur la solubilité réciproque de l'essence de térébenthine et de l'alcool aqueux, *MM. Vèzes et B. Brédon* (Procès-verbaux des séances de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux, 1907-1908, p. 7), concluent que, étant donné un mélange d'essence de térébenthine et d'alcool, il n'est pas possible d'en séparer intégralement les constituants sans abaisser en même temps d'une façon très sensible le titre de l'alcool que l'eau en retire.

M. Vèzes, directeur du Laboratoire des résines, étudie (*ibidem*, p. 83) les questions que soulève l'application de la loi du 1er août 1905 sur les fraudes aux falsifications de l'essence de térébenthine.

Telle qu'elle sort normalement des usines landaises, l'essence de térébenthine extraite par distillation de la gemme du pin maritime n'est pas un corps pur. C'est un mélange où domine le térébenthène gauche, mais où figurent aussi d'autres carbures isomères ou polymères, à point d'ébullition plus élevé, provenant de la pyrogénation subie par le térébenthène pendant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sa distillation, ainsi que d'autres carbures moins volatils encore, provenant d'un commencement de décomposition pyrogénée de la colophane; en outre, un peu de colophane entraînée à l'état de vapeur ou projetée dans le serpentin par une ébullition trop violente, vient lui communiquer une légère acidité. On peut donc dire, en réunissant sous le nom d'huile de résine l'ensemble des hydrocarbures peu volatils dont nous venons d'indiquer la genèse, que l'huile de résine et la colophane sont des adultérants normaux de l'essence. Tant qu'ils n'y figurent qu'à dose modérée, l'essence ne cesse pas d'être marchande. Au contraire, il arrive quelquefois que l'essence que l'on trouve dans le commerce contienne des produits d'origine toute différente, comme le benzène et les différentes variétés de pétrole: ces corps, ne provenant pas de la distillation de la gemme du pin maritime, ne peuvent exister dans l'essence de térébenthine landaise que par suite d'une addition volontaire. Ils devront donc être considérés comme les adultérants anormaux de l'essence, et leur présence, à quelque dose que ce soit, constituera une infraction à la loi du 1er août 1905.

D'après cela, une essence de térébenthine landaise sera marchande si elle est complètement exempte d'adultérants anormaux et si elle ne contient d'adultérants normaux qu'à une dose suffisamment faible, inférieure à une certaine limite. Sur notre proposition — justifiée par l'étude d'un grand nombre d'échantillons d'essence d'origine authentique et certaine, — le syndicat du commerce des produits résineux de Bordeaux a fixé cette limite ainsi qu'il suit : pas plus de 2,5 p. 100 d'adultérants normaux, et en outre, acidité inférieure ou égale à 1, l'acidité étant définie par le poids, en grammes, de potasse pure (KOH) nécessaire pour saturer, à la phénol-phtaléine, un litre d'essence.

Une essence de térébenthine landaise totalement exempte d'adultérants anormaux se classe, d'après sa teneur en adultérants normaux et son acidité, dans l'une des catégories ci-après : 1° Essence normale, si sa teneur en adultérants normaux est inférieure ou égale à 2,5 p. 100 (densité à 25° inférieure à 0,8620), et si son acidité est inférieure ou égale à 1; 2° Essence de deuxième qualité, si (l'une au moins des conditions ci-dessus n'étant pas remplie) sa teneur en adultérants normaux est inférieure ou égale à 5 p. 100, et si son acidité est inférieure ou égale à 3; 3° Essence de troisième qualité, si (l'une au moins des conditions prévues au paragraphe précédent n'étant pas remplie) sa teneur en adultérants normaux est inférieure ou égale à 5 p. 100, et si son acidité est inférieure ou égale à 5 (densité comprise entre 0,8626 et 0,8650); 4° Essence fraudée, si sa teneur en adultérants normaux dépasse 5 p. 100, ou si son acidité dépasse 5 (densité supérieure à 0,8650).

Le cours des essences, établi hebdomadairemant dans les marchés de Bordeaux et de Dax, est celui des essences normales; par rapport à ce cours, les essences de deuxième qualité subissent une dépréciation de 2 francs par 100 kilogrammes, celles de troisième qualité une dépréciation de 4 francs par 100 kilogrammes.

Un fabricant peut reconnaître lui-même, en mesurant l'acidité et la densité de l'essence qu'il livre au commerce, et qu'il sait parfaitement être exempte de toute addition de substances étrangères (white spirit, pétrole, benzine, huile de résine, essence vive de résine, etc.), dans quelle catégorie devra être rangée cette essence: Elle sera normale si sa densité (à 25°) est inférieure à 0,8620 et son acidité inférieure à 1. L'application de cette règle exige, dans chaque cas, une mesure d'acidité et une mesure de densité.

LA SAPONIFICATION DE LA COLOPHANE

MM. Vèzes et Sans (procès-verbaux des séances de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux, année 1907-1908, p. 94, 101, 119, 122) ont traité cette question importante, difficile et peu connue. Ces travaux, comme les travaux précédents de MM. Vèzes et Brédon sur les essences de térébenthine étant peu répandus encore, nous croyons utile d'en donner aussi quelques extraits textuels.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On sait que la colophane, insoluble dans l'eau, se dissout dans les solutions aqueuses des alcalis caustiques, en donnant des solutions de savon résineux, c'est-à-dire de sels alcalins des acides résiniques qui constituent la colophane; l'addition d'un excès d'alcalis aux dissolutions ainsi obtenues provoque la précipitation d'une partie du savon résineux qu'elles contiennent.

Quand la saponification de la colophane ne progresse plus, ce qui se reconnaît aisément par l'examen de la quantité de colophane restant non saponifiée, on détermine la température de saturation de la solution, c'est-à-dire la température au-dessous de laquelle cette solution laisse déposer soit de la colophane, soit du savon résineux.

Comme il était aisé à prévoir, l'oxydation préalable de la colophane influe aussi sur la coloration de ses solutions alcalines. D'autre part, l'oxygène de l'air est également capable de réagir sur les solutions alcalines de colophane, c'est-à-dire les solutions de savon résineux, et d'abaisser encore la température de saturation de ces solutions.

Tandis que l'oxydation de la colophane, soit sèche, soit en solutions alcalines, tend à faire trouver, pour la température de saturation de ces solutions, des nombres trop faibles, il est une autre cause d'erreur qui tend, au contraire, à donner des nombres trop forts : c'est la transformation que subissent à la longue les solutions aqueuses de savon résineux, et que rend particulièrement rapide un séjour de ces solutions à température élevée.

Comme conséquence de ces observations, il conviendra, pour éviter dans la mesure des températures de saturation l'erreur qui peut provenir de cette transformation lente des solutions de savon résineux, de faire la mesure une seule fois et aussi rapidement que possible, de manière à éviter d'avoir à maintenir longtemps les tubes à température élevée; enfin, de ne pas chercher à déterminer de température de saturation au delà de 80°, les résultats devenant trop incertains.

Nous définissons la composition des mélanges de soude caustique, colophane et eau, dont nous déterminons la température de saturation au moyen des deux variables suivantes : la proportion centésimale y de soude pure NaOH contenue dans la solution alcaline employée, et la proportion z de colophane ajoutée à cette liqueur alcaline, rapportée à 100 grammes du mélange ainsi obtenu. A chaque mélange, de composition yz, correspond une température T (température de saturation), au-dessus de laquelle il constitue une solution limpide, au-dessous de laquelle il laisse déposer au contraire, soit de la colophane, soit du savon résineux. La composition des solutions susceptibles de rester, à la température T, en équilibre au contact, soit de colophane, soit de savon résineux, sera représentée, dans l'espace défini par trois axes rectangulaires, par deux surfaces : la surface de solubilité de la colophane, la surface de solubilité du savon résineux.

La colophane n'est pas plus soluble à chaud qu'à froid dans les solutions de savon résineux : sa courbe de solubilité est une droite parallèle à l'axe des températures, droite dont l'ordonnée z dépend essentiellement du titre y de la liqueur alcaline. En comparant les valeurs de z on s'aperçoit qu'il ne se dissout, dans une lessive alcaline, d'autre colophane que celle qui est nécessaire pour transformer tout l'alcali en savon résineux neutre à la phtaléine. Cette courbe s'écarte assez peu d'une droite. Les courbes de solubilité du savon résineux diffèrent peu des lignes droites.

LES AUTOCLAVES DE SAPONIFICATION

Une note de *M. H. Mathieu* (Annales des mines, 1908, t. XIV, p. 144) sur l'explosion d'un autoclave à saponifier les graisses constate combien ces explosions sont relativement nombreuses, étant donné le petit nombre d'autoclaves.

L'explosion du 31 octobre 1873 à Saint-Denis s'explique nettement par l'affaiblissement de l'appareil résultant des corrosions par les acides gras. C'est aussi à la corrosion par ces mêmes acides, le long des rivures, que l'on rapporte une explosion du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

22 février 1885 à Gentilly. Dans l'accident du 4 octobre 1894 à Saint-Aubin Jouxte-Boulling on relève qu'une corrosion au sillon s'était produite le long de la rivure longitudinale de l'appareil par suite de fuites répétées à cette rivure. Enfin, dans celui du 25 octobre 1898, à Saint-Nicolas-lès-Arras, les déchirures le long des rivures étaient situées en dehors des rivets, au bord de la bande de recouvrement. L'explosion dernière s'est produite à Clichy.

Ainsi, amincissement des tôles par corrosion, formation de sillons le long de rivures, intervention des fuites et action des matages auxquels on est obligé de recourir pour les arrêter, telles sont les principales circonstances caractéristiques relevées lors des précédents accidents. Dans le cas de Clichy, la corrosion n'avait pas produit d'amincissements notables ; mais l'appareil était mince de construction, et il y a eu à diverses reprises, pour remédier aux fuites, des rafraîchissements de rivure et de matages.

L'une des conclusions à tirer de cette étude est que les appareils de ce genre doivent être construits avec un large coefficient de sécurité. Dans l'établissement de l'autoclave destiné à remplacer l'appareil rompu, on a pris les dispositions suivantes... l'épaisseur des tôles a été portée à 23 millimètres; ces tôles sont d'un cuivre qui a donné aux essais de recette 22,5 kilogr. par millimètre carré comme résistance à la rupture et 38,5 pour 100 d'allongement. D'autre part les rivures longitudinales ne sont plus à recouvrement; ce sont des assemblages à francs bords avec double couvre-joint, chaque rive étant assemblée aux couvre-joints par une rivure à trois rangs de rivets de 25 millimètres dont l'espacement dans une même rangée est, suivant celle considérée, de $81^{mm},05$ ou $121^{mm},68$.

Il faut évidemment se tenir en garde, dans l'emploi et dans l'entretien des autoclaves à saponifier, contre les causes de détériorations qui les menacent et en prévoir le remplacement au bout d'un temps suffisamment court.

VALEUR DES SAVONS

On sait que la valeur marchande des savons ordinaires est basée sur leur richesse en acides gras. Le poids moléculaire moyen de ces derniers est 270; il en résulte que le rapport $\frac{100.\ Na^2O\ \text{combinée}}{\text{acides gras}} = C^e = 11,35$. Les savons dits de coco, c'est-à-dire provenant de la saponification d'un mélange de coco et de suif auquel on ajoute parfois de l'huile de palme et de l'huile de coton, donnent une moyenne d'acides gras inférieure, à poids moléculaire variant de 206 (huile de coprah) à 270; et le rapport en question passe de 12 à 16.

M. Cordier (Journal de pharmacie, 1899, t. I, p. 97) conclut de ses recherches que les savons de coco, pour posséder la même valeur marchande que les savons ordinaires à 60 p. 100 d'acides, doivent renfermer au minimum 42,5 p. 100 d'acides gras et 6,8 de Na^2O combinée, la teneur en sels restant inférieure à 0,1 et celle en Na^2O libre à 0,01.

LES HYDRATES DE CELLULOSE

M. Carl G. Schwalbe dans la Zeitschrift für angewandte Chemie, n° du 29 janvier 1908, p. 197, traite de la chimie des hydrates de cellulose. Elles se produisent dans l'action des alcalis, des acides et aussi des sels sur la cellulose du coton. Le mémoire rappelle les travaux connus de Gladstone et Mercer, de Hübner et Pope, de Cross et Bevam, de Mitscherlich, de Viemeg, de Vignon, mais passe ceux si remar-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quables de Georges Witz. Les propriétés des hydrates de cellulose de différentes origines suivent une échelle graduée, qui montre qu'elles sont différentes en nature. En ce qui concerne l'eau absorbée dans l'air ou eau hygroscopique, voici l'échelle : hydrocellulose de Girard 3,6; ruban de coton cardé 6,1; le même après mercerisage avec 8, 16, 24, 40 p. 100 de NaOH, 7,7; 10,7; 11,3; 12,1; soie artificielle Glanzshoff 9,8; viscose A,B,C; 10,7; 10,2; 11; soie de Chardonnet 11,4.

ROUISSAGE BACTÉRIOLOGIQUE

Le professeur *Giacomo Rossi* et *M. Domenico Carbone* ont présenté à l'Institut d'Encouragement de Naples (Atti, de 1907, p. 41) un long mémoire sur la fermentation pectique aérobique et ses applications à la macération industrielle microbiologique des plantes textiles, accompagné de planches. On sait que le docteur G. Rossi a fait de cet objet une étude approfondie depuis de longues années.

Dans son mémoire récapitulatif, il expose d'abord l'état de nos connaissances sur la décomposition sous l'eau, ou sous terre, ou à l'air, des végétaux vivants et des végétaux morts.

De ses expériences à ce sujet, il conclut entre autres qu'il existe, en petit nombre, des microorganismes capables d'attaquer les tissus végétaux; que cette action semble supérieure à celle des autres agents; qu'elle est influencée par la chaleur; que le chanvre stérilisé subit une perte de poids moindre que le chanvre naturel; enfin que dans la nature, l'un des faits qui se rencontrent au début de la décomposition des végétaux est la décomposition de leurs tissus en leurs divers éléments anatomiques (parenchyme, sclérenchyme, cuticules), par suite d'un travail d'élection des microorganismes, probablement d'une fermentation pectique.

Appliquant ces données à la macération, c'est-à-dire au rouissage, les auteurs ont étudié le rouissage naturel avec intervention de l'eau. Ils rappellent à ce sujet les travaux de Störmer, de Kolb, de Fibres qui attribue le processus de la macération à l'action d'un anaérobie, le bacillus amylobacter de Trécul et Van Tieghem; de Marnier qui l'attribue à un microorganisme aérobie; enfin les travaux contemporains de Behrens sur le rouissage du chanvre, et ceux de Störmer et de Beijerinck et Van Delden sur le rouissage du lin.

Conclusions de Behrens. — La macération naturelle du chanvre dépend entièrement de processus de nature biologique, c'est à-dire de l'activité de microorganismes. Dans la macération à l'eau, l'agent est un bacille du groupe des amylobactéries. Les divers agents de la macération dans les conditions naturelles se trouvent déjà sur la tige du chanvre. Au point de vue chimique, l'essence des systèmes rustiques de macération consiste à déliter et à dissoudre les lamelles médianes du parenchyme cortical (qui unissent les cellules, et résultent d'une combinaison du pectate de chaux), par l'activité vitale des microorganismes. La substance interlamellaire du chanvre est très voisine des hydrates de carbone, et doit être un de leurs dérivés.

Conclusions de Störmer. — La macération à l'eau est un procédé biologique qui se poursuit par la participation de microorganismes déterminés. L'agent de la macération à l'eau du lin est un plectridium, microorganisme anaérobie. C'est lui qui fait fermenter, en l'absence d'air, les substances pectiques qui constituent les lamelles intercellulaires des tissus parenchymateux des plantes textiles, et qui détermine en conséquence la libération des fibres libériennes. La soustraction de l'oxygène, néces-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

saire au début de la fermentation, est l'œuvre de microorganismes aérobies secondaires (bactéries ou autres, distinctes et très nombreuses), qui ne sont pas capables par eux-mêmes de provoquer le rouissage. Les produits finaux de la décomposition des substances pectiques sont d'un côté l'hydrogène et l'anhydride carbonique, de l'autre les acides organiques et surtout les acides acétique et butyrique, et en faible proportion les acides valérianique et lactique. En conséquence de cette production d'acides, l'acidité du liquide de macération augmente considérablement. Leur pouvoir toxique, surtout celui de l'acide butyrique, apporte obstacle à l'activité des microorganismes et ralentit le processus. Si on neutralise ces acides avec des alcalis et de la chaux, on réduit de beaucoup l'action nuisible, et le processus s'accélère notablement. Pour assurer la prépondérance des microorganismes reconnus comme agissant, on peut les inoculer au début du processus.

Conclusions de Beijerinck et Van Delden. — Le rouissage consiste essentiellement dans une fermentation des substances pectiques, due à un microbe anaérobie, le granulobacter pectinovorum, qui produit une grande quantité de pectosinase. Il agit également, par l'intermédiaire d'une tripsine, sur les albuminoïdes présentes. Son entrée en action est précédée de l'action d'un certain nombre d'autres microorganismes, tels que ferments lactiques, dont l'action est secondaire et se porte sur les substances plus aisément transformables. C'est ainsi qu'avec le granulobacter pectinovorum on trouve le granulobacter urocephalum, qui a la propriété de faire fermenter les sucres en présence d'un sel ammoniacal.

M. Rossi expose ensuite ce qu'il appelle l'essence du procédé. Le rouissage consiste, dit-il, essentiellement à faire disparaître les couches de cellules qui environnent les fibres textiles (c'est-à-dire, dans le plus grand nombre de cas, les fibres libériennes); on y arrive, soit en désagrégeant ces couches tout en épargnant les seules fibres textiles (c'est à quoi tendent, en général, le rouissage mécanique et le rouissage chimique); soit en séparant les cellules l'une de l'autre, sans toucher aux fibres elles-mêmes, ce qu'on obtient en dissolvant, par quelque moyen que ce soit, les substances pectiques qui unissent ces cellules. Ce dernier cas se vérifie dans le rouissage agricole. La théorie de Van Tieghem, qui l'attribue à une fermentation cellulosique, est renversée par l'observation d'Omeliansky que les microbes qui font fermenter les cellules parenchymateuses désagrègent aussi celles des fibres textiles du lin. Donc il existe des microbes spécifiques du rouissage, qui attaquent les substances pectiques intercellulaires, mais n'agissent pas sur la cellulose.

Les observations de MM. G. Rossi et D. Carbone ont porté surtout sur le chanvre; mais aussi sur la ramie (Boehmeria nivea et B. tenacissima) et sur le lin de Nouvelle-Zélande (Phormium tenax).

Les microbes expérimentés à 36° sur le chanvre stérilisé par la chaleur ont été les suivants : bacillus megatherium; B. mycoïdes; B. cannabinum I, II, III, IV; B. similcoli; B. sottile; Bacterium pyocyaneum; B. fluorescens liquefaciens; B. fl. non liquefaciens; Bacillus mesentericus ruber; B. mesentericus vulgatus; B. mesentericus fuscus; B. Comesii. Il n'y eut aucun indice de rouissage sauf avec les trois derniers. Le B. mes. fuscus ne possède qu'une action incertaine et variable; le vulgatus agit d'une façon plus constante, mais peu prononcée et lente; le Comesii seul possède une action prompte et rouit le chanvre en moins de cinq jours et d'une façon complète. Il rouit le chanvre d'une façon complète et sans donner lieu aux odeurs où à la production d'acide butyrique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le bacillus mycoïdes (le vulgaire radiciforme) effectue le rouissage, mais plus lentement.

Pour les autres textiles, a été expérimenté aussi le bacillus Kramerii, qui s'est montré bon agent, ainsi que le B. Comesii.

De leurs expériences tant de laboratoires qu'agricoles, les auteurs concluent : Des nombreux problèmes qu'éveille la question du rouissage, nous n'avons approfondi qu'un point déterminé : la fermentation pectique sous l'action des microbes aérobiques.

Au point de vue pratique des applications à la fermentation pectique sous l'eau, ou rouissage, des plantes textiles par l'action de ces microbes aérobiques, nous croyons avoir rapproché le moment où l'on pourra l'effectuer en se servant de ferments sélectionnés.

LES MATIÈRES PREMIÈRES DES PAPIERS

La circulaire n° 41 du bureau de chimie au département de l'Agriculture de Washington est consacrée aux matières premières destinées à la fabrication du papier. *M. F. P. Veitch*, chef du laboratoire des papiers et des cuirs, attire l'attention sur la perte énorme de matières premières possibles. En pratique, toutes les matières végétales fibreuses peuvent servir; la valeur de la matière dépend du pourcentage de fibre qui résiste à l'action des agents chimiques des traitements préliminaires, et la valeur du papier fabriqué avec ces matières est sous la dépendance de la longueur, de la force et de la propriété feutrante de la fibre, et enfin de la nature chimique de leur cellulose constitutive. Plus les fibres sont longues et fortes, plus la cellulose est pure, meilleur est le papier et plus longtemps il durera et moins vite il jaunira.

Les matières premières sont ou des poils de graines, ou des fibres corticales, ou des tiges et des feuilles, ou des bois. Le papier sera d'autant plus fort que la matière première n'aura encore subi aucun traitement industriel et qu'elle est formée ou de poils ou de fibres corticales, mais ces deux conditions la rendent plus chère.

Le bois est la matière première la plus employée. En 1907, les États-Unis en ont consommé 3 902 660 cordes qui ont fourni 2 547 879 tonnes de pâte à rendement de 80 pour 100 en papier. Les fibres des bois de conifères doux sont plus longues, 1 à 4 millimètres, que celles des bois durs, 0,5 à 2,5 millimètres. Le pin est traité au sulfite et le peuplier à la soude.

L'un des points les plus frappants qui a été mis en relief par les travaux du laboratoire, c'est que la qualité du papier est rarement ce qu'elle devrait être, et le processus de la fabrication n'est pas conduit de façon à donner la qualité qui pourrait être produite avec la matière première employée. Ceci tient à ce que le papier est trop chargé ou n'a pas été suffisamment battu. Les papiers sont aussi trop lourds et, sans nuire à leur qualité, on peut les prendre plus légers de 10 à 20 pour 100 ; on réduirait ainsi la consommation de 10 à 50 pour 100. Aux États-Unis les 3 000 000 de tonnes du papier consommées pourraient être réduites à 2 250 000 tonnes. On pourrait aussi utiliser une plus grande partie des tissus et des papiers hors d'usage. Sur 2 000 000 de tonnes de fibres végétales qui vont à la fabrique chaque année aux États-Unis, 200 000 de tonnes seules reviennent aux fabriques de papier ; et sur 3 000 000 de tonnes de papier, moins de 600 000 reviennent aux mêmes fabriques. On peut estimer à 2 000 000 tonnes les tissus et les papiers hors d'usage qui pourraient en plus revenir normalement; avec une valeur de 150 millions de francs et avec un rendement de 1 700 000 tonnes de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

papiers qui équivaudrait à une économie de 1 950 000 cordes de bois. Le bois est la matière première qui coûte le moins cher, mais utilise-t-on suffisamment tous les déchets ? Lorsque le bois et les hors usage ne pourront plus répondre aux nécessités, les pailles, les herbes viendront en considération. Et finalement, on produira directement pour cet emploi certaines matières à végétation rapide.

On consultera également les articles de M. Herzberg sur l'essai des papiers dans les Mitteilungen der Kgl : Material-Prüfungsamt de Lichterfeld.

LES INDUSTRIES CHIMIQUES AGRICOLES

M. E. Barbet, en prenant la présidence de la Société des Ingénieurs civils, a consacré son discours aux industries agricoles.

Les véritables industries agricoles, a-t-il dit, sont celles de l'alimentation, et il a rappelé les principales indications statistiques intéressantes sur la sucrerie, la distillerie, la brasserie, le vin.

La reine des industries agricoles est la sucrerie de betteraves. La France compte 252 sucreries, qui produisent en moyenne 730 000 tonnes de sucre (1 050 000 tonnes dans la campagne 1901-1902) valant 300 millions de francs. La production mondiale est de 7 millions de tonnes (dont 5 000 000 pour la canne à sucre) valant environ 3 milliards et demi. L'industrie sucrière a influé indirectement sur le rendement du blé. En France, pour un même total d'emblavures, la production totale s'est accrue, en trente ans, de 18 p. 100 et le rendement à l'hectare de 23,5. La production est montée à 118 millions d'hectolitres, et le rendement de 14,38 à 17,76 hectolitres. Nous arrivons à économiser les 280 à 300 millions d'or que nous payions à l'étranger pour combler le déficit de notre production. La France occupe aujourd'hui la troisième place pour la production du blé, après les États-Unis et la Russie.

La sucrerie est une industrie française, autant par son créateur Achard que par la mise au point des phases de sa technique, Robert pour la diffusion, Linart pour le système des sucreries centrales à râperies, Perrier et Possoz pour la double carbonatation des jus, Farinaux pour les filtre-presses, Dumont pour la filtration sur noir animal, Rillieux pour l'évaporation à multiple effet, Manoury pour le travail des égouts de turbines, Dubrunfaut pour l'osmose, Leplay pour le sucrate de baryte, etc. D'où vient que l'Allemagne nous a dépassé en sucrerie. Elle produit 2 200 000 tonnes, et possède 350 sucreries ; sa betterave atteint une richesse supérieure, et elle exporte à meilleur marché : « La supériorité de la sucrerie allemande provient, dit M. E. Barbet, de ce qu'elle est étroitement syndiquée et unie. Les sucreries acceptent toutes une seule et même direction technique, celle qui leur est donnée par l'Institut de sucrerie de Berlin, lequel est richement doté par les fabricants de sucre eux-mêmes. L'Institut étudie pour tout le monde et au profit de tout le monde ; si un perfectionnement technique se fait jour, il est examiné au laboratoire et dans la petite usine expérimentale annexée. Une légion de chimistes et d'étudiants technologues coopèrent à cette œuvre. L'élève, après quatre ou cinq ans passés à l'école technique pour apprendre son métier, lorsqu'il est retourné à l'usine, continue ses relations permanentes avec l'Institut. Pour la distillerie et la brasserie, on trouve aussi, à Berlin, un magnifique Institut des fermentations, organisé de la même façon et enrichi par les dotations de l'Association des industries de l'alcool, et de l'Association des brasseurs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'Allemagne consomme 70 millions d'hectolitres de bière pour 60 millions d'habitants (soit 117 litres par tête). En France pour 40 millions d'habitants, nous consommons 50 millions d'hectolitres de vin, 12 millions de cidre, et il y a encore place pour 14 millions d'hectolitres de bière (soit 35 litres par tête). M. Barbet rappelle que c'est incontestablement de Pasteur que date la belle bière, celle qui n'a plus de défauts de fermentation.

L'alcool de betteraves représente 1 200000 hectolitres d'alcool à 100 degrés, la mélasse 900 000, les amylacés 350 ; les vins et cidres 200 000 hectolitres, sans compter la production des bouilleurs de cru. Telle usine du Pas-de-Calais produit, pendant la période des betteraves, 1000 hectolitres par 24 heures, ce qui correspond à 1500000 kilogrammes de racines.

Le sucre est en augmentation. L'alcool de bouche au contraire, qui était à 4,70 litres par habitant en 1898, n'est plus en 1906 que de 3,56 litres, soit une diminution de 24,3 p. 100. La consommation parisienne a diminué de 50 000 hectolitres, pendant que celle du vin augmentait de 2 millions d'hectolitres.

En 1907, l'ensemble des impôts sur le sucre et l'alcool a donné au budget 500 millions, soit le huitième des recettes totales.

L'ARSÉNIATE FERREUX COMME INSECTICIDE

MM. Vermorel et Danty préconisent l'emploi de l'arséniate ferreux contre les parasiticides végétaux (Comptes rendus de l'Académie des Sciences, séance du 1er février 1909, p. 302).

Tous les sels solubles d'arsenic ont, même à faible dose, une action nocive sur les parties vertes des végétaux, qu'ils détruisent à dose vraiment insecticide. Les arsénites et arséniates de soude, potasse et ammonium sont nuisibles pour les végétaux à des dilutions de l'ordre de 1/2 000.

Parmi les sels réputés insolubles, le vert de Scheele ou arsénite de cuivre et le vert de Schweinfurth ou acéto-arsénite de cuivre, après addition d'une quantité suffisante de chaux, ne brûlent pas les végétaux et exercent une action insecticide nettement marquée, mais ils manquent d'adhérence.

L'arséniate de plomb seul, préparé par double décomposition au moment de l'emploi, satisfait bien aux qualités générales qu'un insecticide doit présenter.

La bouillie à base d'arséniate ferreux (AsO^4FeH) paraît présenter des qualités particulières. On la prépare avec : Eau 10 litres, arséniate de soude cristallisé 400 grammes, eau 10 litres, sulfate de fer cristallisé 400 grammes. La bouillie à l'arséniate ferreux tue les insectes à partir de 100 grammes par hectolitre (la concentration la meilleure varie entre 150 et 200 grammes).

LES INSECTICIDES ARSENICAUX

L'Académie de médecine a entendu une discussion très intéressante sur l'emploi des insecticides arsenicaux en agriculture.

A la séance du 5 janvier, M. Moureu, au nom d'une Commission spéciale, a lu un rapport très documenté, concluant à leur interdiction absolue, à cause des dangers qu'ils présentent.

M. Linossier, à la séance du 12 janvier, a fait observer que cette interdiction absolue

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sacrifierait entièrement les intérêts de l'agriculture à ceux de l'hygiène ; la nécessité de ce sacrifice ne s'impose pas, dans l'état actuel de l'enquête. Il demande une distinction entre les arsenicaux solubles et l'arséniate de plomb, les plus nocifs, et entre les arsénites et arséniates de cuivre qui sont sans grand péril moyennant quelques précautions. M. Linossier fait remarquer que les réglementations les plus sévères ne sont pas les plus efficaces, puisque c'est sous le régime de l'interdiction absolue portée par l'ordonnance de 1846 que les pouvoirs publiés débordés laissent vendre et employer par tonnes les plus dangereux des composés arsenicaux.

Les membres les plus éminents de l'Académie ont discuté, dans les séances ultérieures, sur ces deux thèmes opposés et, à la séance du 2 février, après un nouvel échange d'observations entre MM. Pouchet, Hanriot, Gariel, Armand Gautier, Cazeneuve, partisans de la proposition de la Commission, qui demandent la prohibition absolue des composés arsenicaux en viticulture, et MM. Weiss, Laveran et Pinard qui apportent des modifications à cette proposition, l'Académie, par 35 voix contre 27, a adopté l'amendement suivant, déposé par M. Weiss :

« L'Académie, vu l'importance des intérêts en jeu, estimant qu'elle n'est pas actuellement suffisamment renseignée sur la nature, la fréquence et la gravité des accidents dus à l'emploi des composés arsenicaux en agriculture, décide qu'il sera procédé à une enquête médicale pour rechercher les cas d'intoxication arsenicale aiguë ou chronique résultant de cet emploi et préciser les conditions de leur développement. »

L'utilisation des sels arsenicaux en agriculture a été l'objet également de discussions aux séances de janvier de la Société nationale d'Agriculture. M. Sagnier remarque que la question doit être considérée comme jugée par l'expérience, puisque voilà plus de trente ans que l'usage des sels arsenicaux en agriculture est général aux États-Unis sur des milliers d'hectares et qu'il y donne des résultats excellents. Chez nous, en France et en Algérie, ils ont donné des résultats merveilleux pour le traitement de l'altise ; ce sont les seuls agents efficaces. M. P. Gervais le confirme ; le traitement est très peu coûteux, le seul efficace, et la bouillie arsenicale est toujours appliquée contre l'altise avant la floraison. Riche avait conclu très sagement, non à l'interdiction, mais à la réglementation, telle que celle arrêtée par le Gouverneur de l'Algérie. M. Vassillière demande l'avis motivé de la Société. M. Ralliet résume les arguments d'ordre hygiénique portés contre l'emploi. Enfin, M. Tisserand, au nom de la Commission spéciale, déclare qu'elle veut rechercher le moyen de donner à l'agriculture la possibilité de se servir des arsenicaux sans troubler l'hygiène, mais qu'avant de donner à M. le ministre une réponse nette sur les procédés d'application, la Commission attend les derniers renseignements sur la réglementation aux États-Unis.

LE FLUOR DANS LES VINS

M. P. Carles (procès-verbaux des séances de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux année 1907-1908, p. 18) trouve très légitime que l'usage des fluorures, comme antiferments pour boissons, soit interdit par la loi française des fraudes, bien qu'ils soient, au contraire, tolérés dans d'autres pays viticoles. Et il en donne un bel exemple d'une maison du Midi, qui avait vendu des vins blancs, dits de liqueur, à une maison de Bordeaux des plus scrupuleuses dans ses achats. Les vins,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

agréés à destination, sauf analyse défavorable, furent refusés, comme fluorurés. L'expéditeur fut décontenancé, car il n'avait pas traité ses vins par des agents fluorurés, et il fallait ou qu'on les eût mis, ou qu'il y en ait eu dans le noir animal, les tannins ou les clarifiants employés.

« Lorsqu'on recherche le fluor dans les noirs décolorants destinés à l'œnologie, il n'est pas rare de l'y rencontrer de façon des plus nettes. Ce fait mérite d'en dévoiler les origines. Le noir animal provient de la calcination en vase clos des os des grands mammifères domestiques. Or il n'existe dans aucune espèce animale des os sans fluorures terreux. La nature les y a placés à dessein à côté des carbonates et des phosphates calcaires. Lorsque ce noir est destiné à la décoloration des vins, il est utile qu'il soit lavé à l'eau chlorhydrique. Or, l'acide dissout d'abord les carbonates, les phosphates ensuite, tandis que les fluorures ne viennent que les derniers; de telle sorte que si on ménage trop l'acide, les fluorures ont une tendance à s'accumuler pour ainsi dire dans les dernières parties, dans celles qu'on garde précisément pour l'emploi œnologique. Il n'est donc pas aussi aisé qu'on se l'imagine de priver les noirs lavés à l'acide de leur fluor naturel.

« On rencontre encore des noirs en pâte auxquels le fluor a été ajouté sous forme d'acide hydrofluosilicique, dans le but d'empêcher la pullulation des moisissures dès que le noir est mis à l'air. »

En résumé, la quantité de fluor naturel que renferment parfois les vins est seule utile à notre organisme et pondérablement négligeable. Dans le noir animal préparé pour l'œnologie, on en trouve quelquefois des quantités très sensibles, partie naturelle sans inconvénients hygiéniques, partie ajoutée pour éloigner les moisissures.

Le tannin de Pelouze n'en renferme pas, mais il y a des tannins de qualité avec lesquels on peut graver le verre. Les tannins communs en contiennent davantage encore. Une partie de ce fluor peut provenir non des galles d'Alep, mais des galles de Chine. La majeure partie doit toutefois avoir été ajoutée pour éloigner les moisissures décomposantes dans les traitements des galles.

Il n'y a pas de fluor dans les gélatines, mais on en trouve quelquefois dans les clarifiants. Il paraît provenir de l'addition d'acide fluosilicique, agent de conservation fixe et inodore.

D'après ce qui précède, un récoltant peut voir son vin suspecté de fraude au fluor, s'il l'a soigné avec des produits œnologiques tels que ceux qui précèdent. Comme il est prudent de ne pas permettre l'accumulation des fluorures dans les boissons, l'interdiction légale est fondée. La loi est sage de ne tolérer que l'emploi de tannins et de noirs commercialement purs. Aux intéressés avertis à prendre leurs mesures en conséquence. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTES D'AGRICULTURE

par **M. Hitier.**

LA PRODUCTION ET LE COMMERCE DES LAINES, par *M. Hitier* (1).

Le commerce des laines en France s'est exercé en 1907 sur 371 655 000 kilogrammes de laine à tous états d'une valeur totale d'environ 950 millions de francs. Or le produit de la tonte française, cette même année, n'a donné que 43 000 000 kilogrammes d'une valeur de 65 800 000 francs.

Les industries françaises si importantes du peignage, de la filature, du tissage sont donc essentiellement tributaires de l'étranger pour la très grande partie des laines qu'elles utilisent.

Les derniers rapports de M. Gaston Grandgeorge, président du Comité de la laine à la Commission permanente des valeurs de douane, renferment sur la production et le commerce des laines dans le monde des documents du plus haut intérêt; en même temps ces rapports mettent en évidence ce fait « que c'est l'Australie qui est et qui restera, en dépit de fluctuations passagères, le grenier d'abondance de l'industrie lainière ». Or au retour d'une mission en Australie, M. Paul Privat-Deschanel vient précisément de publier sur l'Australie pastorale une étude particulièrement documentée. Nous voudrions en donner ici une analyse, la question présentant, en effet, un intérêt très grand et pour l'industrie et pour l'agriculture française. Mais tout d'abord quelle est la quantité de laine mise à la disposition de l'industrie dans le monde, et quelle est la part de l'Australie dans la production de cette laine? C'est sur quoi nous renseignent les tableaux statistiques de la Commission des valeurs de douane.

L'industrie aurait eu à sa disposition, en 1907, 1 131 516 000 kilogrammes de laine, contre 1 047 336 000 kilogrammes en 1906, soit un surplus de 8 p. 100; et déjà, cependant, 1906 avait donné le chiffre le plus élevé de la période décennale 1897 à 1906.

La production européenne reste stationnaire comme celle de l'Amérique du Nord. M. Grandgeorge en explique ainsi les causes.

En Europe « d'une part, la division de la propriété restreint de plus en plus les espaces favorables à l'élevage du mouton et, d'autre part, l'éleveur européen est presque toujours enclin à produire des bêtes à viande plutôt que des bêtes à laine; il recherche le poids au préjudice de la toison. Il en résulte qu'en Europe le contingent

(1) Commission permanente des valeurs de douane : Laine, session de 1907 et 1908. — Rapports de M. Gaston Grandgeorge, président du Comité de la laine. — L'*Australie pastorale*, par M. Paul Privat-Deschanel (*la Géographie*, 15 septembre, 25 octobre 1908).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des troupeaux tend à diminuer et le poids de la toison à se réduire. Ce mouvement a déjà produit une grande partie de son double effet, et il faut considérer le chiffre d'environ 260 millions de kilogrammes comme devant présenter pendant assez longtemps le contingent de l'Europe dans l'ensemble de la production lainière. »

QUANTITÉ DE LAINE MISE A LA DISPOSITION DE L'INDUSTRIE DANS LE MONDE (années 1907 et 1906).

1° *Production :*

	1907. Kilogs.	1906. Kilogs.
France	43 000 000	43 000 000
Grande-Bretagne	59 265 000	58 890 000
Continent d'Europe (France exceptée)	160 850 000	160 850 000
Amérique du Nord	140 883 000	141 336 000
Totaux	403 998 000	404 076 000

2° *Exportation :*

Australie	356 511 000	289 014 000
Cap	48 324 000	36 693 000
Plata et Uruguay	208 380 000	198 414 000
Autre pays hors Europe	113 703 000	119 139 000
Exportation des pays hors Europe	727 518 000	643 260 000
Europe et Amérique du Nord	403 998 000	404 076 000
Totaux	1 131 516 000	1 047 336 000

Dans l'Amérique du Nord M. Grandgeorge ne pense pas que la production de la laine puisse prendre de grands développements. « L'Amérique du Nord a d'autres richesses naturelles qui répondent mieux à la nature de son sol et au caractère de ses habitants. La production du blé et du coton l'emporteront longtemps sur tout le reste. »

Toute l'augmentation constatée dans la production de la laine en 1907 vient des troupeaux de l'Australie, du Cap et de la Plata. Elle résulte surtout de l'augmentation du troupeau et de la nature même du troupeau australien (l'augmentation de la Plata en 1907 ne serait qu'apparente et proviendrait d'expéditions antérieures).

Sans doute la Plata, l'Uruguay, semblent être les contrées d'élection de l'élevage du mouton, ces régions de l'Amérique du Sud sont, depuis un demi-siècle, un des plus grands centres de production de la laine dans le monde entier. Mais on remarque une diminution de la production dans ces pays depuis quelques années ; et ici encore M. Grandgeorge nous indique dans son rapport la cause de cette diminution lente mais continue.

« C'est la substitution progressive, dans tous les districts rapprochés de la mer ou des grands fleuves, de la culture agricole à la culture pastorale, du blé et de la prairie artificielle à la plaine herbacée naturelle et sans limite, c'est la substitution de l'élevage agricole, en vue de la viande, d'une part, du lait et du beurre, d'autre part, à l'élevage pastoral fait en vue de la toison, du cuir et de la corne. La Plata subit la transformation nécessaire de tout pays en progrès. Pendant bien des années le mouton régna en maître dans les vastes solitudes de la pampa. Mais aujourd'hui il est chassé à son tour par la culture sédentaire. Les terrains bien situés, près de la mer ou des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rivières, ont acquis une valeur qui les rend impropres à l'exploitation pastorale; on y a installé des cultures diverses, céréales, prairies artificielles, et on y élève des animaux de choix de race bovine, destinés à l'industrie frigorifique, et dont le lait alimente une importante production de beurre fabriqué d'après les méthodes les plus perfectionnés. On comprend que ces cultures et cet élevage supérieurs aient sensiblement diminué, dans la région la plus fertile de la Plata, l'élevage en grand du mouton. Celui-ci est de plus en plus refoulé vers l'intérieur, dans la région qui avoisine les Andes (1). Or cette région est beaucoup moins favorable à l'élevage que celle des bords de la mer et des rivières; elle manque d'eau et, dans les étés secs, les troupeaux sont en danger de périr de soif, comme dans certaines contrées du centre australien. Tout porte donc à croire que la diminution constatée depuis quelques années dans la production de la laine de la Plata ne s'arrêtera pas. Assurément ces vastes contrées fourniront toujours de grandes quantités de laine, mais ces quantités auront une tendance à décroître et les qualités tendront sans doute à diminuer, sous la double influence d'été trop secs et d'hivers trop rigoureux (2).

« C'est l'Australie qui est et qui restera, en dépit des fluctuations passagères le grenier d'abondance de l'industrie lainière. »

Après une période très critique de plusieurs années de persistante sécheresse ayant décimé une partie du troupeau australien, s'ouvre à nouveau, pour ce continent, une période pleine d'espérance pour l'avenir.

Les troupeaux d'Australie qui comptaient, en 1892, 106 410 000 moutons et onze ans après, en 1903, 54 millions seulement, en ont aujourd'hui près de 84 millions.

Voici, du reste, d'après le rapport de la Commission des valeurs de douane, le tableau de l'état des troupeaux de l'Australasie à diverses époques.

Pays.	1907.	1906.	1905.	1903.	1892.
Queensland.	14 890 000	12 540 000	10 840 000	7 210 000	20 290 000
Nouvelle-Galles du Sud. . .	44 130 000	39 510 000	34 530 000	26 650 000	61 830 000
Victoria.	12 940 000	11 450 000	10 170 000	10 840 000	12 920 000
Australie du Sud	6 680 000	6 200 000	5 870 000	4 920 000	7 750 000
Tasmanie.	1 730 000	1 580 000	1 560 000	1 680 000	1 960 000
Australie de l'Ouest.	3 330 000	3 120 000	2 860 000	2 700 000	1 660 000
Total pour l'Australie. .	83 700 000	74 400 000	65 830 000	54 000 000	106 410 000
Nouvelle-Zélande	20 980 000	20 110 000	19 130 000	19 000 000	18 570 000
Total pour l'Australasie.	104 680 000	94 510 000	84 960 000	73 000 000	124 980 000

Examinons maintenant dans quelles conditions se fait l'élevage en Australie et pour cela reportons-nous à l'étude de M. Paul Privat-Deschanel : *L'Australie pastorale; le milieu géographique; l'Élevage du mouton mérinos; l'Industrie de la laine* (3).

En Australie, l'élevage l'emporte de beaucoup sur l'agriculture : sur les 360 millions d'hectares de terres vendues ou louées, 3 600 000 seulement (1 p. 100) sont cultivés tout le reste est réservé à l'élevage.

(1) Les troupeaux sont refoulés aussi dans la région sud des Pampas et de la Patagonie.

(2) Surtout avec le développement des industries frigorifiques et les débouchés ouverts à la viande, l'éleveur argentin aura de plus en plus tendance à rechercher le mouton à viande, à opérer des croisements et à ne plus s'en tenir aux mérinos purs, donnant seuls la laine fine.

(3) *La Géographie; Bulletin* de la Société de Géographie, n° 3 et 4 1908, Paris, Masson.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« L'élevage du mouton en vue de la production de la laine est vraiment l'industrie nationale en Australie, c'est lui qui donne au pays son type économique propre; c'est lui qui lui a assuré et qui lui conservera la richesse. Aussi les Australiens célèbrent-ils avec raison la « toison d'or » (golden fleece) de leurs mérinos et citent-ils volontiers le vieux dicton : *Sheep have golden feet and whatever the print of them appears, the soil is turnedd to gold* (les moutons ont des pieds d'or; partout où ils les posent, le sol est changé en or. »

En Australie la région d'élevage s'étend du Queensland au Nord à l'île de Tasmanie au Sud de 26°40′ à 38° 30′ Lat. S.

Le climat determine nettement dans le continent austral trois régions : région agricole, région d'élevage, désert. La première qui, sur la côte orientale, s'étend entre la mer et le Dividing Range, est la seule où l'humidité soit suffisante pour les plantes cultivées; les précipitations moyennes y atteignent 50 centimètres à Adelaïde, 62 centimètres à Melbourne, 1^{m},25 à Sydney et à Brisbane et jusqu'à 3^{m},73 à Geraldton (Queensland) où tombent les pluies tropicales. Ce territoire, propre à l'agriculture, n'est qu'une bande de 100 kilomètres de largeur au Queensland et en Nouvelle-Galles du Sud, un peu plus large en Victoria, un peu moins dans l'Australie méridionale, à peu près nulle dans l'Australie occidentale.

Dans l'intérieur même du continent règne le désert, inutilisable, pour l'agriculture comme pour l'art pastoral. Ce n'est qu'une succession de cordons de dunes et de fourrés de brousse épineuse, constitués par l'horrible et impénétrable spinifex, l' « herbe porc-épic » des Australiens.

C'est entre le littoral agricole et le désert, impropre à tout, que s'étend l'immense district pastoral, centre de la richesse du pays, le vrai cœur de l'Australie. Il couvre une superficie au moins cinq fois égale à celle de la France. En Queensland, en Nouvelle-Galles du Sud et en Victoria c'est une plaine, ancien fond des mers secondaires, parcourue par de très longues rivières : Murray (2 700 km); Murrumbidgee (2 160); Lachlan (1 120); Darling (3 124). Elles sont utilisées normalement comme voies de transport économique pour la laine et leurs rives sont jalonnées par de grands entrepôts. Malheureusement ces cours d'eau affectent dans leur régime l'irrégularité qui caractérise les creeks australiens : leurs crues sont formidables, mais en général, pendant la plus grande partie de l'année, parfois pendant une année entière, le courant s'arrête.

Ces cours d'eau si variables et souvent presque asséchés rendent sensibles aux yeux la sécheresse qui est la caractéristique de l'intérieur australien.

L'intérieur australien possède un climat continental à tendance chaude, dit M. Privat-Deschanel, qui ajoute : « Le fait est capital pour l'élevage. » Si les étés sont brûlants (le thermomètre monte à 48° à Dubbo, 50° à Deniliquen par les vents chauds venus du désert), l'hiver, par contre, est remarquablement doux. En général l'hiver est celui de Palerme.

« La chaleur et la sécheresse de l'été et la douceur de l'hiver favorisent également l'élevage du mouton. Les premières donnent à la laine une merveilleuse finesse, la seconde permet aux éleveurs, sauf dans la montagne, de faire l'économie des bergeries. »

Aujourd'hui en Australie on élève les moutons librement dans de vastes *paddocks*, encerclés de barrières en fil de fer.

Dans les limites de la région d'élevage le terrain est assez varié. Les *claypans* (dé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pressions argileuses) et les *sandhills* (lignes de dunes) sont impropres à l'élevage, celui-ci ne prospère que sur les *red* ou *black soil* (terre rouge et terre noire) recouverts d'un limon sablo-argileux par les débordements de rivières.

Sur ces terrains, pour rendre à l'herbe l'eau toujours trop rare et qu'absorbent avidement les arbres, les éleveurs font autant que possible disparaître ceux-ci (ils entaillent le bois jusqu'aux vaisseaux et détachent l'anneau ainsi délimité, l'arbre se dessèche et meurt).

Trois sortes de végétaux constituent les pâturages australiens : 1° les herbes ordinaires, appartenant aux genres Andropogon, panicum, sorghum, etc., etc.; 2° les arbustes et même les arbres dont les feuilles et les branchettes servent au moins accidentellement à la nourriture des troupeaux; 3° les herbes et buissons salés, que les Anglais désignent sous le nom collectif de *salt bushes*, véritable richesse des pâturages australiens et ce qui assure leur persistance pendant les longues périodes de sécheresse: *Atriplex*, *Kochia*, *Rhagodia*, *Chenopodium*, etc., etc.

L'élevage se fait en grand en Australie. Sans doute les *farmers* petits tenanciers ou propriétaires, dont le but principal est la culture, possèdent quelques moutons en même temps que quelques vaches, Mais ces petites exploitations représentent peu de chose.

Le caractère ultra-extensif de l'élevage, nécessité par la nature du sol et par le climat, rend obligatoire l'usage d'immenses espaces. On estime en Australie que pour nourrir un mouton peudant une année, il faut en Victoria quarante ares, en Tasmanie soixante ares, en Nouvelle-Galles du Sud quatre-vingt-six ares, en Queensland 1^{h},28, en Australie du Sud 3^{h},50, en Australie de l'Ouest 10 hectares. Moyennement parlant, il ne faut pas compter sur le continent austral plus d'un mouton par hectare.

Les domaines pastoraux que l'on appelle *stations* ou *runs* sont donc immenses. Dans le *Western division* de la Nouvelle-Galles du Sud, 16 millions d'hectares sont occupés par trois cent neuf squatters, la part de chacun d'eux est en moyenne de 50 000 hectares. Certaines stations ont 200 000 hectares, 600 000 hectares. M. Privat-Deschanel a visité la station du plus grand éleveur australien, M. Samuel Mac Caughey, Irlandais de naissance, débarqué en 1856 dans la colonie, aujourd'hui le « Roi des moutons », possédant 1 250 000 moutons. Un des premiers il entreprit la conquête du désert au moyen des eaux artésiennes ; six puits artésiens, creusés à ses frais, débitent journellement 1 469 236 litres.

Toutefois M. Privat-Deschanel fait remarquer qu'une transformation est en train de s'accomplir. La laine cesse peu à peu d'être monopolisée et les « rois du mouton, » les *merinos Kings* deviennent rares. Dans la Nouvelle-Galles du Sud, la grande majorité des éleveurs (15 000) est formée par ceux qui ne possèdent pas plus de 2 000 bêtes.

Les moutons vivent librement sur les *runs*. Les bergeries sont inutiles en raison de la douceur des hivers et, presque partout depuis vingt-cinq ou trente ans, on a remplacé les bergers par des barrières en fils de fer soutenus par des poteaux d'eucalyptus. De la sorte 50 000 à 80 000 moutons n'exigent qu'un personnel de quinze à vingt personnes. Pour rendre la surveillance plus facile, les domaines pastoraux sont divisés en un certain nombre de paddocks, cerclés d'une lanière continue en fils de fer.

Le chef de la station est le *squatter*. Rarement il réside toute l'année sur sa propriété. La plupart habitent Sydney, Melbourne, etc., ou même l'Angleterre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sauf à l'époque de la tonte, les gardiens ont peu à s'occuper des animaux, mais ils doivent fréquemment inspecter le domaine.

Pour la tonte, il leur faut rassembler les animaux : celle-ci a toujours lieu en hiver de juillet à septembre suivant la latitude.

Sa première opération est le lavage des animaux, afin de nettoyer leur laine et de détruire les parasites qui endommagent leurs toisons. Dans les stations bien organisées, des bassins disposés les uns à côté des autres, bassins très allongés, bordés de murs réguliers en pierre, facilitent et activent cette opération.

La tonte proprement dite se pratique, dans un hangar spécial, le plus souvent mécaniquement au moyen d'un appareil mû par la vapeur ou l'air comprimé; les tondeurs arrivent alors à tondre une moyenne de 95 moutons par homme et par jour. Payés à raison de 25 francs par 100 moutons (50 francs par 100 béliers) logés et nourris à la station même, moyennant une légère retenue sur leurs salaires, les tondeurs habiles, pendant la saison de deux mois à deux mois et demi de travail effectif, se font des bénéfices nets de 1 500 à 2 000 francs toujours payés en chèques sur les banques des grandes villes.

Ils sont presque tous syndiqués, et leurs syndicats sont groupés en une puissante fédération; depuis 1890 les tondeurs ont organisé trois grandes grèves, cause de beaucoup de ruines.

Après la tonte, on procède aussitôt au triage de la laine, puis a lieu un nouveau lavage de la laine, mise ensuite à sécher dans des essoreuses mécaniques mues par la vapeur.

La laine lavée et essorée est enfin mise en balles dans des enveloppes grossières, mais solides, de jute indien. Les balles mesurent $1^{m} \times 0{,}70 \times 0^{m},70$ et pèsent 357 livres anglaises (162 kilogrammes).

Ces balles, par voies de fer ou d'eau, sont transportées dans de vastes magasins établis dans les grands ports.

Autrefois les laines australiennes étaient envoyées en consignation à Londres où depuis 1820 la coutume était de les vendre aux enchères publiques. Aujourd'hui Français, Allemands, Américains, Anglais eux-mêmes s'en vont faire directement leurs achats en Australie, et ainsi les trois quarts des laines australiennes sont maintenant vendues sur place.

La première exportation, sur l'Angleterre, de laine australienne date de 1807, elle ne montait qu'à 111 kilogrammes, pas même une balle. La valeur des laines exportées a été en 1907 de 855 millions (358 millions de kilogrammes).

Avenir du troupeau australien.

Avant la période de grande sécheresse de 1897-1903, en 1891, par exemple, l'Australie nourrissait un troupeau évalué à 106 millions de têtes. Officiellement on admet que l'Australie pourra nourrir jusqu'à 300 millions de moutons.

« Mais, dit M. P. Privat-Deschanel, l'optimisme australien n'a pas de rival dans le monde et il nous est impossible d'accepter de pareilles prévisions. »

Les éleveurs australiens ont, en effet, à lutter contre un ensemble de conditions économiques et naturelles qui leur sont souvent très défavorables.

En Australie, depuis que le pouvoir est passé sous le contrôle du parti ouvrier (*labour party*), une série de mesures législatives ont suscité aux éleveurs de très grosses difficultés : d'une part, limites imposées dans le temps et dans l'espace, aux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grandes propriétés et aux grandes locations, expropriation même des grands domaines, surcharge d'impôts des terres possédées ou louées par les éleveurs, etc.

L'exportation des laines australiennes, d'autre part, souffre de la politique douanière, particulièrement protectionniste de l'Australie, maintenant généralisée dans tous les États du continent.

Le troupeau australien reste toujours exposé à un certain nombre de maladies; sans doute quelques-unes, des plus redoutables, ont été victorieusement combattues, le charbon notamment, grâce aux applications des découvertes de Pasteur, à la suite de la mission du docteur Loir en Australie.

Cependant une circonstance rend très difficile en Australie la lutte contre les maladies contagieuses. C'est que les moutons vivent librement sur les *runs*, ils y vivent, ils y meurent sans que nul s'inquiète d'eux. Les cadavres jonchent le sol et empestent les pâturages. Il faut ajouter que les troupeaux, obligés à de longues marches, sont souvent surmenés et deviennent ainsi plus sensibles aux diverses affections.

Deux lapins, amenés en 1862 en Australie, sont devenus des milliards. Ils ont envahi des districts entiers et partout où passent ces nouveaux fléaux de Dieu, l'herbe ne repousse plus.

Contre le lapin tous les moyens préconisés ont échoué. Aujourd'hui l'on en a été réduit à entourer les propriétés ou les districts à protéger, de barrières en treillage de fil de fer, enfoncées de 30 centimètres dans le sol. Les travaux exécutés sont considérables. Le gouvernement de la Nouvelle-Galles du Sud a fait établir 1150 kilomètres de barrières au prix de 900 francs de kilomètre; de leur côté les particuliers en ont fait construire 22 000 kilomètres. Mais, si remarquable que soit ce travail, fait justement remarquer M. P. Privat-Deschanel, il ne vise qu'à la préservation de certaines régions, il ne détruit pas la cause du fléau; bien plus, il voue à une ruine certaine les districts non protégés.

C'est toutefois la sécheresse qui a été et qui est toujours le fléau le plus redoutable pour les éleveurs. La sécheresse est le malheur de l'Australie. Chaque année, il y a plusieurs mois secs au printemps et en été principalement (octobre-mars). Parfois la sécheresse se prolonge une année entière; une sécheresse épouvantable a même désolé l'Australie de 1897 à 1903 : le troupeau de moutons est tombé de 106 millions de têtes à 54 millions seulement. Les pertes se sont chiffrés par millions, un grand nombre de petits éleveurs ont été complètement ruinés.

Grâce à un admirable ensemble de travaux hydrauliques, les Australiens poursuivent maintenant activement la lutte contre la sécheresse. M. Privat-Deschanel a étudié d'une façon très complète cette question de l'eau en Australie (1); les travaux effectués peuvent ainsi se résumer :

1° Barrage des rivières pour emmagasiner les eaux abondantes de l'hiver et les distribuer en été. Les réservoirs de Wotton sur le Macquarie, de Cowra et du lac Cudgellico sur le Lachlan, de Barren Jack sur le Murrumbidgee et de Talmano sur le Murray, donneront annuellement, quand ils seront terminés, 2 280 254 460 mètres cubes d'eau.

2° Depuis 1880, forage de puits artésiens : Dans la Nouvelle-Galles du Sud et le Queensland 1 118 puits, dont le plus profond atteint 1 539 mètres et dont le plus abon-

(1) *Annales de Géographie* (Paris, Colin), nos des 15 mars, 15 mai, 15 juillet 1908.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dant par jour donne 7 945 000 litres, ont un débit annuel de 909 254 458 mètres cubes.

Bien des régions semi-désertiques ont été transformées en pâturages. Gagnera-t-on de la sorte, comme l'espèrent les ingénieurs australiens, 270 à 280 000 kilomètres carrés? M. Privat-Deschanel estime cet espoir exagéré; et pense qu'il ne faut guère s'attendre à ce que l'irrigation permette d'augmenter le troupeau australien de plus d'une trentaine de millions de têtes.

S'il est permis, dès lors, de prévoir pour plus tard un nombre d'environ 140 millions de moutons en Australie, ce chiffre, toutefois pour M. Privat-Deschanel, est un maximum.

Reste la grosse question de la qualité du troupeau, Le mérinos seul donne la laine fine. Malheureusement, certains croisements ont été tentés, et ont engagé l'Australie dans une mauvaise voie. Car « sa spécialité et sa raison d'être, dit M. Privat-Deschanel, étaient la production de la laine fine pour laquelle elle était incomparable en raison de la nature de son sol et de son climat ». C'est cette laine fine que demande surtout le continent européen, et notamment la fabrique française, Il est à souhaiter, dans l'intérêt de tous, que les éleveurs australiens restent donc fidèles aux mérinos.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTES DE MÉCANIQUE

TURBINES HYDRAULIQUES AMÉRICAINES A GRANDE VITESSE, d'après *M. J. Zowski* (1).

Ces turbines pour basses chutes sont caractérisées par leur grande activité obtenue, parfois aux dépens du rendement, par une grande vitesse de rotation et une grande hauteur des aubes. Elles sont toutes à réaction avec écoulement radical centripète. Les résultats ci-dessous ont été obtenus à la station d'essai de Holyoke, et sont absolument comparables entre eux, bien que l'on ait admis pour coefficient de décharge du canal d'amenée 80 p. 100, chiffre trop faible, car ce coefficient varie de 82 à 85 p. 100.

On désigne par (figure 1) :

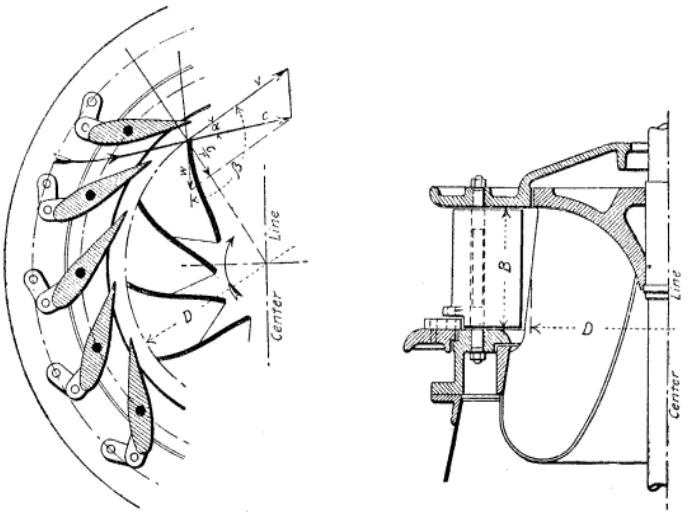


Fig. 1. — Coupe horizontale et verticale d'une turbine à grandes vitesses.

H P la puissance en chevaux de la roue de la turbine.

n sa vitesse en tours par minute.

Q le débit de la roue par seconde en pieds ou mètres cubes.

H la charge nette de l'eau sur la roue, égale à la charge brute diminuée des pertes dans les tuyaux et conduites d'entrée et de sortie, en pieds ou en mètres.

e_h le rendement hydraulique de la turbine.

$(1 - e_h)$ H la perte de charge dans la turbine même par tourbillons et chocs.

D le diamètre moyen d'entrée dans la roue en pieds ou mètres.

(1) *Michigan Technik*, juin 1908 et *Engineering News*, 28 janvier 1909.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

B la hauteur de la boîte des directrices.
α l'angle entre la vitesse d'entrée et la vitesse périphérique au diamètre D.
β l'angle des aubes en D.
c la vitesse d'entrée réelle en D, en pieds ou mètres par seconde.
w la vitesse relative d'entrée en D.
v la vitesse tangentielle en D.
C_r la vitesse radiale d'entrée en D, composante radicale de C.
Si l'entrée de l'eau se fait sans choc avec sortie ou décharge verticale. On a :

$$c = \sqrt{e_h\, g\, H}\,\sqrt{\frac{\sin\beta}{\sin(\beta-\alpha)\cos\alpha}} \qquad (1)$$

et

$$v = \sqrt{e_h\, g\, H}\,\sqrt{\frac{\sin(\beta-\alpha)}{\sin\beta\cos\alpha}} \qquad (2)$$

On voit que c et v sont, pour une charge donnée, fonctions de α et de β.

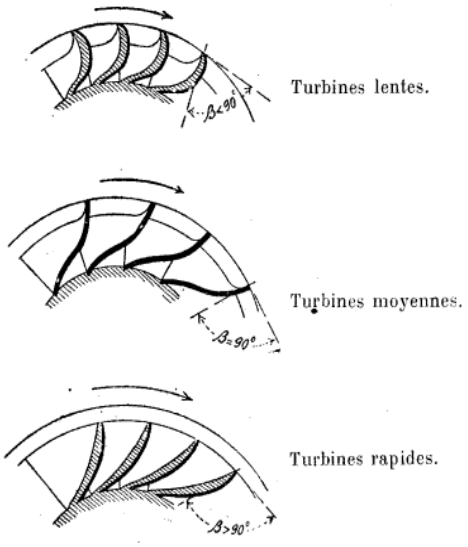


Fig. 2.

Pour $\beta = 90°$, le facteur $\sqrt{\frac{\sin(\beta-\alpha)}{\sin\beta\cos\alpha}} = 1$: pour $\beta < 90°$, il est < 1, et > 1 pour $\beta > 90°$.

Les turbines à faible chute et grandes vitesses ont $\beta > 90°$. Pour celles à moyenne vitesse $\beta = 90°$, et β est $< 90°$ pour les turbines lentes (fig. 2).

Des raisons pratiques, telles que la nécessité d'une courbure douce et pas trop longue des aubes, limitent la valeur maxima de β à 135°. L'augmentation de l'angle α avec $\beta > 90°$ permet d'augmenter la vitesse tangentielle v, mais, pour ne pas avoir d'engorgement au vannage on ne peut guère dépasser 40° pour α.

Le rendement hydraulique varie de 82 à 84 p. 100. Pour $e_h = 83$ p. 100, on a

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

$\sqrt{e_h g} = 5{,}167$ et $v = 5{,}167 \sqrt{\frac{\sin(\beta - \alpha)}{\text{sur } \beta \cos \alpha}} \sqrt{H}$, ou comme α et β sont fixés pour une roue donnée

K_v désignant ce que M. Zorosky appelle le coefficient de vitesse tangentielle.

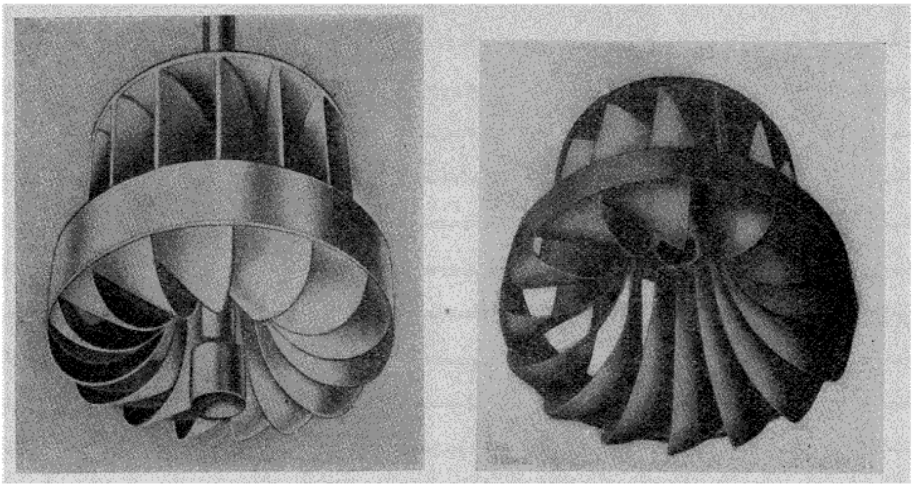
$$v = K_v \sqrt{H} \qquad (3)$$

Pour $\beta = 135°$, $\alpha = 40°$ et $e_h = 0{,}83$, on a $K_v = 7$ (en mesures métriques) $K_v = 7 \times 0{,}552 = 3{,}865$.

Pour une roue donnée, avec D, H, et n donnés :

$$K_v = \frac{v}{\sqrt{H}} = \frac{\pi D n}{60 \sqrt{H}} \qquad (4)$$

Si, pour une turbine donnée, K_v est notablement > 7 (ou 3,86 en mesures métriques)



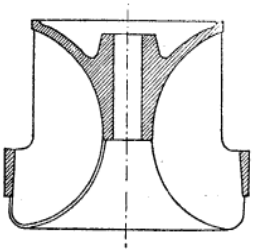


Fig. 3. — Turbine *New American*.

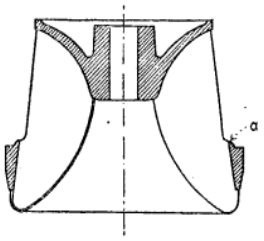


Fig. 4. — Turbine *Improved New American*.

c'est que la vitesse de catalogue de la turbine dépasse notablement aussi celle qui correspond à son rendement maximum ou que son diamètre nominal est $>$ D.

Le débit $Q_1 = \frac{Q}{\sqrt{H}}$ est celui de la turbine pour une charge H égale à l'unité (pied ou mètre) ou son débit spécifique. Si l'on désigne par $A = \pi DBk_1$, où k_1, est un coefficient de réduction < 1, la section réelle d'entrée de la roue, déduction faite, par k_1, de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'épaisseur des aubes, la vitesse normale ou radiale d'entrée c_2 est de $k_2\sqrt{H}$ et l'on a :

$$Q = \Lambda c_r = \pi D B k_1 k_2 \sqrt{H}$$

et, en posant :

$$B = k_3 D$$

$$Q = \pi D^2 k_1 k_2 k_3 \sqrt{H} = K_q D^2 \sqrt{H} \qquad (6)$$

formule d'après laquelle le coefficient de débit ou de capacité

$$K_q = \pi k_1 k_2 k_3 = \frac{Q}{D^2\sqrt{H}} = \frac{Q_1}{D^2} \qquad (7)$$

c'est le débit de la turbine de diamètre unité (pied ou mètre).

D'autre part, on a :

$$v = \frac{\pi D n}{60} = K_v \sqrt{H}$$

d'où :

$$n = \frac{60 K_v \sqrt{H}}{\pi D}$$

et comme :

$$K_q D^2 = Q_1 \qquad D = \sqrt{\frac{Q_1}{K_q}}$$

d'où :

$$n = \frac{60 K_v \sqrt{H}}{\pi\sqrt{\frac{Q_1}{K_q}}} = \frac{60 K \sqrt{K_q}}{\pi} \times \sqrt{\frac{H}{Q_1}}.$$

La puissance d'une turbine est de $HP = \frac{QHe}{550} = kQH$, avec $k = \frac{1}{11}$ pour $e = 80$ p. 100.

Remplaçant, dans la formule de n, Q_1 par :

$$Q_1 = \frac{Q}{\sqrt{H}} = \frac{HP}{k H\sqrt{H}}$$

il vient :

$$n = \frac{60 K_v \sqrt{K_q}}{\pi} \times \frac{\sqrt{H}}{\sqrt{\frac{HP}{k H\sqrt{H}}}} = \frac{60 K_v \sqrt{K_q}\sqrt{k}}{\pi} \times \frac{H\sqrt{H}}{\sqrt{HP}} = K_t \frac{H\sqrt{H}}{\sqrt{HP}} \qquad (8)$$

ou

$$K_t = \frac{60\sqrt{K_q K_v}\sqrt{k}}{\pi} \qquad (9)$$

Ce coefficient K est appelé caractéristique de la turbine ; c'est une résultante des coefficients de vitesse K_v et de débit K_q. On en saisit bien l'utilité en écrivant l'équation [8] sous la forme :

$$K_t = \frac{n\sqrt{H.P}}{H\sqrt{H}} \qquad (10)$$

puisqu'il permet de caractériser la turbine par sa vitesse n et sa puissance HP, sous une charge donnée H, en marchant avec la plus grande vitesse et à la plus grande puissance compatibles avec un bon rendement.

Le coefficient K_t, en mesures métriques, est égal à 4,447 fois celui en mesures anglaises.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour HP = 1 et H = 1, $K_t = n$, vitesse en tours par minute d'une turbine fournissant un cheval pour H = 1 pied ou un mètre. C'est pour cela que les Allemands désignent K_t sous le nom de vitesse spécifique.

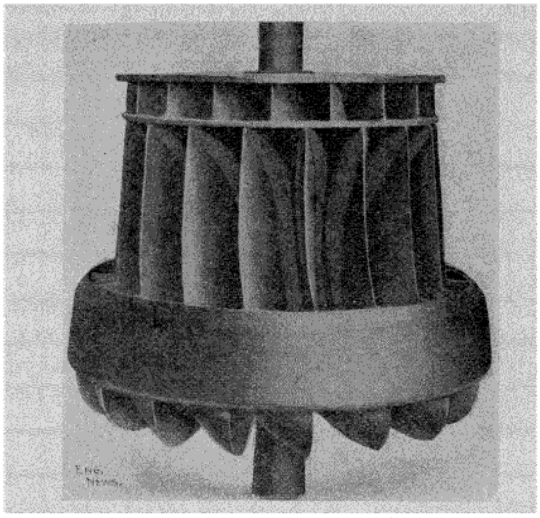


Fig. 5. — Turbine *Samson Leffel* avec le haut des aubes séparé du bas par une cloison horizontale qui diminue la capacité de la turbine, augmente le frottement de l'eau et provoque des obstructions.

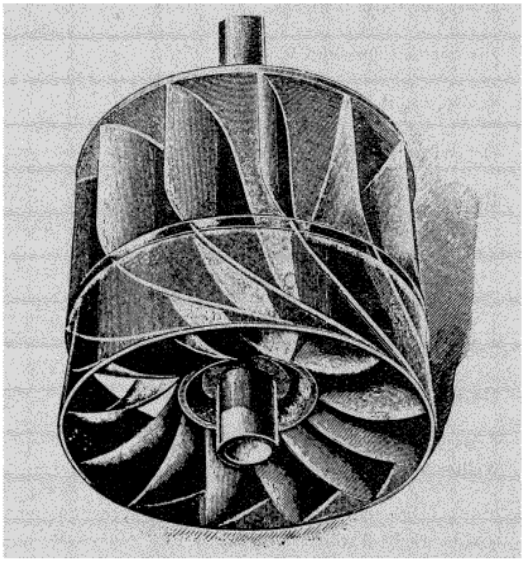


Fig. 6. — Turbine *Risdon Alcott*.

Les turbines *New American* et *Improved New American* (fig. 3 et 4) construites par les Dayton Globe Iron Works, Dayton, Ohio, se distinguent par la hauteur de leurs aubes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et l'inclinaison de leurs entrées de manière à en diminuer le diamètre moyen D et à conserver un passage bien dégagé de l'eau en *a*. Dans l'*Improved*, on a donné aux aubes, à la sortie, une forme en cuillère qui en facilite la décharge: sa vitesse et son énergie sont notablement supérieures à celles du type fig. 3.

Avec la *New American*, pour H = 25 pieds, HP = 80, D = 19 pouces, $n = 339, 60$, Q = 2128 pieds cubes par minute, on trouve

$$K_c = \frac{\pi D n}{60\sqrt{H}} = 5{,}62 \qquad Q_1 = \frac{Q}{\sqrt{H}} = \frac{2128}{60\sqrt{25}} = 7{,}0933$$

d'où

$$K_q = \frac{Q_1}{D^2} = 2{,}829 \qquad K_t = \frac{n\sqrt{HP}}{H\sqrt{H}} = \frac{339\sqrt{80}}{25\sqrt{25}} = 54{,}24.$$

Pour la *Improved New American* (fig. 4), avec D = 0,97 du diamètre normal, on a trouvé, dans les mêmes circonstances, K = 3,43, $K^v = 7{,}1$, $K_t = 79$.

Les chiffres du tableau ci-dessous donnent, en mesures anglaises métriques (entre parenthèses) les coefficients K_q K^v K_t K'_v des principales turbines américaines déterminés expérimentalement à Holyhoke.

Désignation de la turbine.	Construction.	Coefficient de débit. $K = q\,\frac{Q_1}{D^2}$	Coefficient de vitesse. $K_c = \frac{\pi D_1 n}{60\sqrt{H}}$	Caractéristique du type. $K_t = \frac{n\sqrt{H\,r'}}{H\,\sqrt[4]{H}}$	Coefficient de vitesse. $K'_v = \frac{V}{\sqrt{g\,H}} = \frac{K_v}{\sqrt{2\,g}}$
Smith.	S. Morgan Smith Company. . . .	3,68 (2.032)	7,26 (4,008)	80,6 (358,5)	0,905
Improved New American..	The Dayton Globe Iron Works C°.	3,43 (1,893)	7,1 (3,92)	79 (351,2)	0,885
Leviathan.	Risdon Alcott Turbine Company.	2,96 (1,634)	7,17 (4,125)	74,1 (329,5)	0,931
Improved Samson (fig. 5)..	The James Leffel Mfg. Company.	3,18 (1,755)	7,07 (3,902)	73,1 (325)	0,881
Victor Increased Capacity.	The Platt Iron Works C°.	3,59 (1,982)	6,1 (3,368)	66,6 (296)	0,761
Victor Standard Capacity.	The Platt Iron Works C°..	3,26 (1,80)	6,1 (3,368)	63,5 (282,5)	0,761
Trump	The Trump Mfg. Company. . . .	3,52 (1,943)	5,87 (3,24)	63,4 (282)	0,729
New Success	.S. Morgan Smith Company. . . .	2,75 (1,518)	5,88 (3,245)	55 (244,5)	0,733
New American..	The Dayton Globe Iron Works C°.	2,8 (1,545)	5,6 (3,09)	54,1 (240,5)	0,69
Mc Cormick.	S. Morgan Smith C°.				0,667
Jolly Mc Cormick.. . .	Wellman-Seaver-Morgan C°. . . .	2,8 (1,545)	5,35 (2,954)	51,4 (228,6)	
Alcott High Duty Special (fig. 6)	Risdon Alcott Turbine Company.	2,25 (1,242)	5,46 (3,015)	46,7 (207,8)	0,681
Risdon double Capacity. .	Risdon Alcott Turbine Company.	1,7 (0,938)	5,9 (3,356)	43,8 (195)	0,735

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LA SOUDURE ÉLECTRIQUE, PROCÉDÉS *Elihu Thomson* (1).

La soudure électrique a fait, dans ces dernières années, de remarquables progrès, notamment par le développement des procédés Thomson exploités, en Angleterre, par la British insulated and Helsby Cables C°, de Prescot, Lancashire.

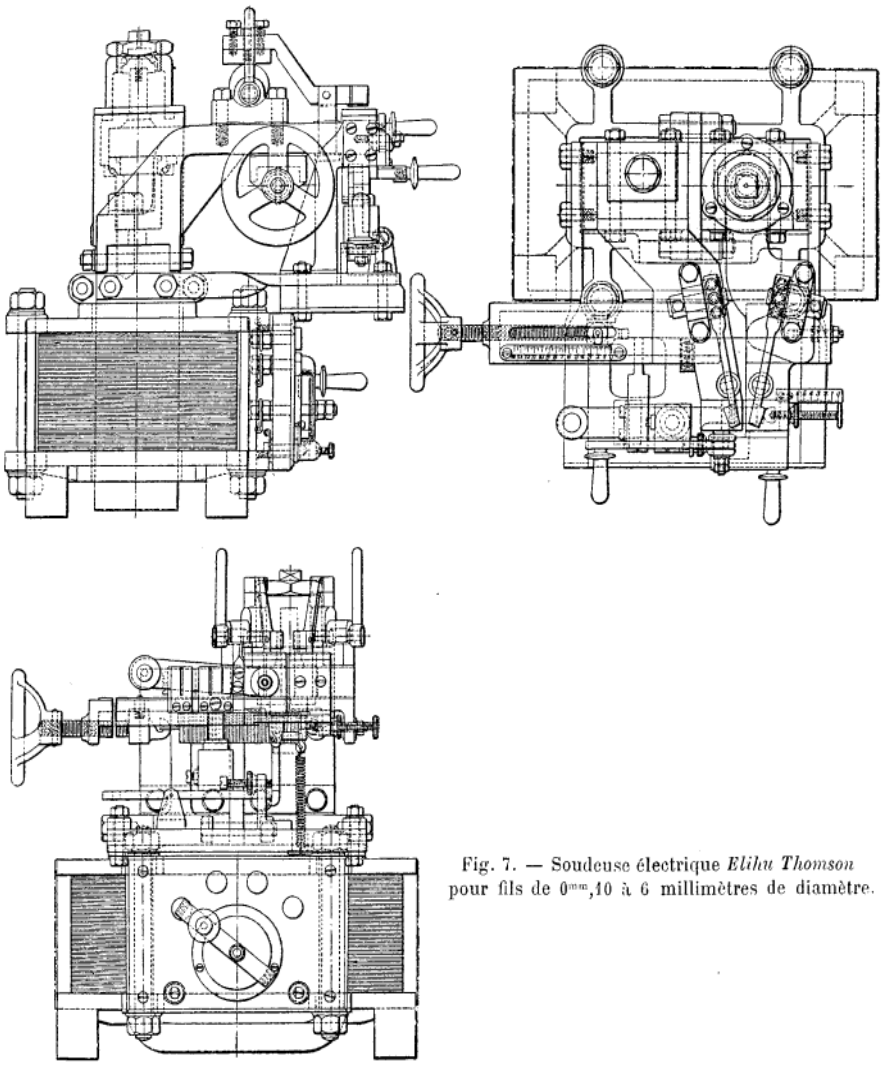


Fig. 7. — Soudeuse électrique *Elihu Thomson* pour fils de 0mm,10 à 6 millimètres de diamètre.

Des deux méthodes de soudage électrique, par application de l'arc même et par passage du courant entre les pièces à souder convenablement appuyées au contact,

(1) *Engineering*, 15 et 29 janvier, 12 février 1909.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

c'est la seconde qui présente, de beaucoup, le plus d'économie, de précision, de sûreté et de facilité d'application aux cas les plus divers de soudure par simple rapprochement, par recouvrement ou par boutons. Elle permet de souder non seulement le fer et l'acier, mais d'autres métaux et alliages : cuivre, laitons, bronzes... sans nécessité d'un nettoyage ou décapage préalable des surfaces.

Dans le soudage par rapprochement au procédé Thomson, les pièces à souder sont saisies entre de puissantes mâchoires en cuivre, pôles du très gros secondaire d'un transformateur qui donne des courants de faible tension et de très grande intensité, et,

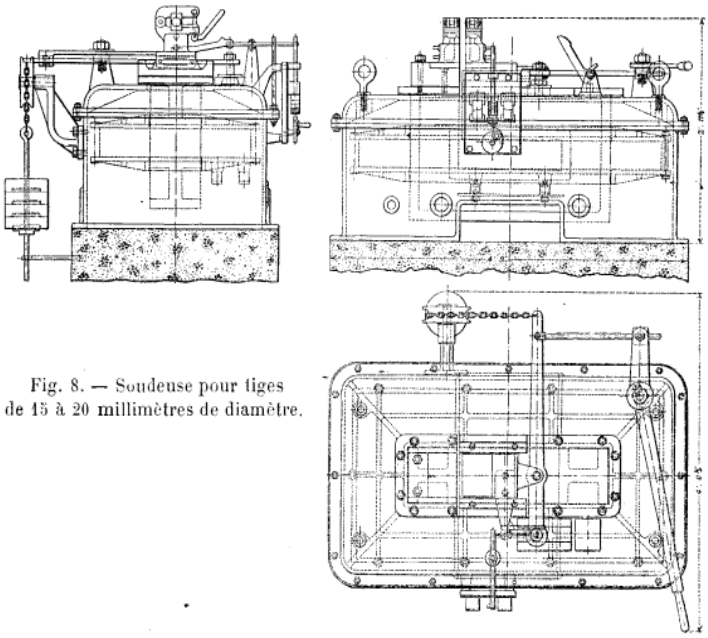


Fig. 8. — Soudeuse pour tiges de 15 à 20 millimètres de diamètre.

dès que le courant passe, l'appui des pièces en soudure par les ressorts appropriés des mâchoires les fait se rapprocher automatiquement par le ramollissement et la fusion partielle du métal, puis le courant se coupe automatiquement, par un commutateur *ad hoc*, dès que ce rapprochement a acquis une certaine longueur déterminée par l'expérience. On arrive ainsi à réaliser automatiquement d'excellentes soudures avec la moindre perte possible de métal à enlever autour de la soudure et la moindre dépense d'électricité. La soudure par boutons se fait en remplaçant les mâchoires en cuivre par des électrodes à pointes de cuivre convenablement disposées et constituant des sortes de pointes de feu déterminant la soudure par bouton. La soudure par recouvrement se fait en appuyant le métal entre deux électrodes constituées l'une par un galet roulant, l'autre par une plaque de cuivre, et en faisant rouler le galet sur le recouvrement à souder, dont l'exécution peut se faire à la vitesse de $0^{m},30$ par minute.

La machine figure 7 permet de souder par rapprochement des tiges de fer ou d'acier doux de $0^{mm},10$ à 6 millimètres de diamètre, et aussi pour la soudure des petits fils

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'or, d'argent et d'argentan. Le transformateur est logé dans le socle. Une manette permet d'en faire varier le rapport d'enroulement ou l'intensité du courant de soudure. Les extrémités du gros secondaire en forme d'U aboutissent d'une part à un bras fixe de cuivre coulé et, de l'autre, à un bras monté sur pivot à billes et recevant son courant par un bain de mercure. Une manette règle la pression du ressort qui rapproche les deux bras. Les fils à souder sont serrés sur ces bras par des pinces à

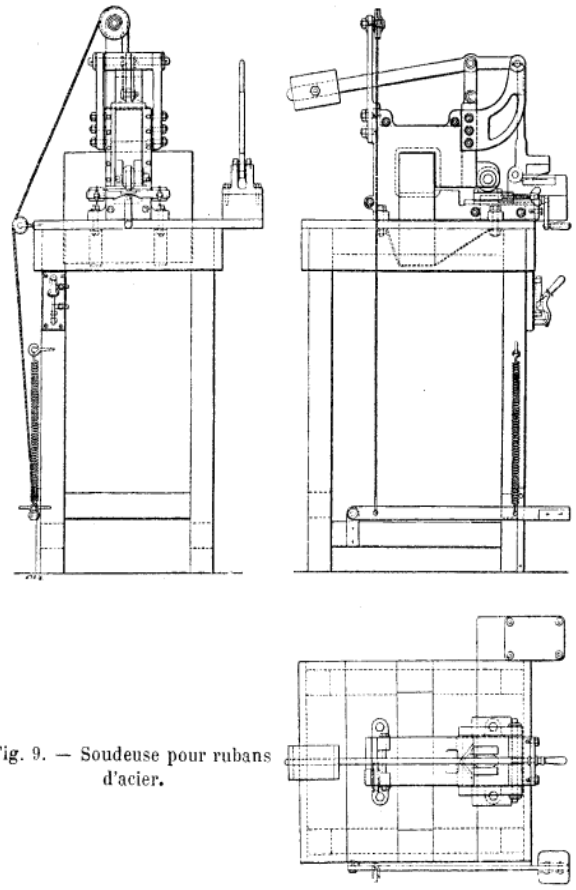


Fig. 9. — Soudeuse pour rubans d'acier.

excentriques opérant sur des plaques de serrage ajustables au diamètre du fil. Dès que, par le progrès de la soudure, le bras mobile s'est suffisamment rapproché de l'autre, un déclic coupe automatiquement le circuit primaire et arrête l'opération au point très exactement réglé par l'échelle de la vis indiquée en plan. L'encombrement de la machine est de 405 × 380 × 430 mm. de haut; poids 90 kilos. Puissance maxima pour les plus grosses tiges, 3 chevaux pendant au plus 5 secondes. A 10 centimes le kilowatt-heure, la dépense est d'environ 60 centimes par mille soudures ; pour le travail normal de la machine, la dépense d'électricité est insignifiante.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

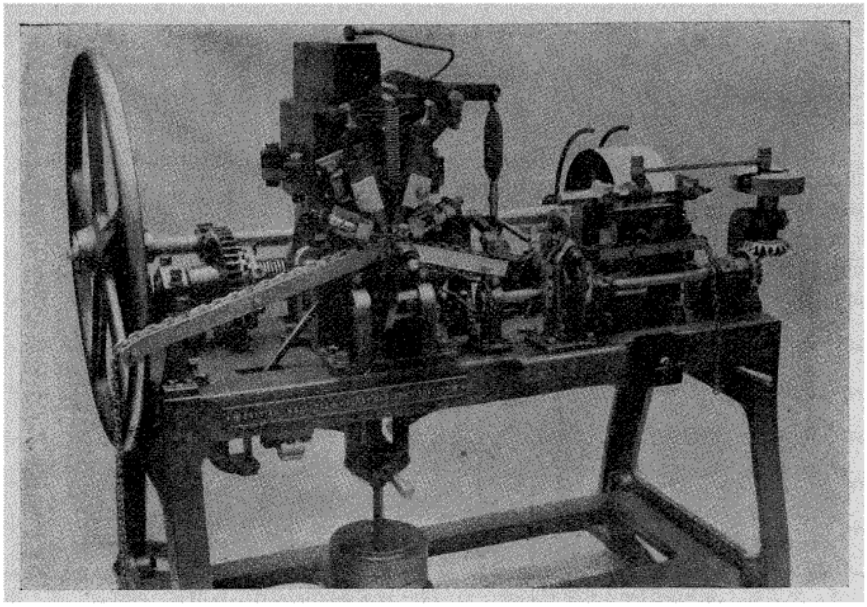


Fig. 10. — Machine à souder automatiquement les chaînes.

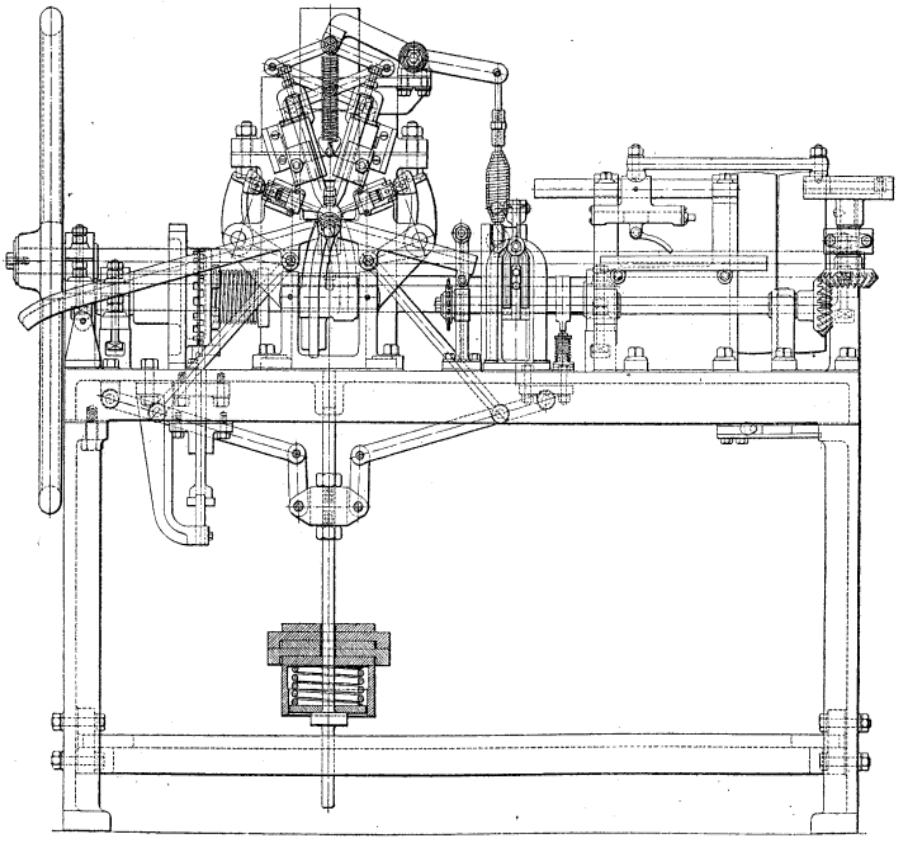


Fig. 11. — Machine à souder automatiquement les chaînes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

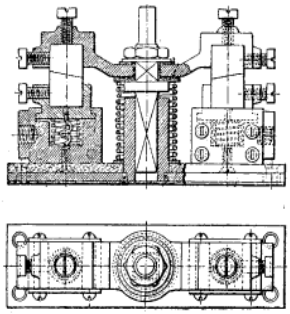


Fig. 12.

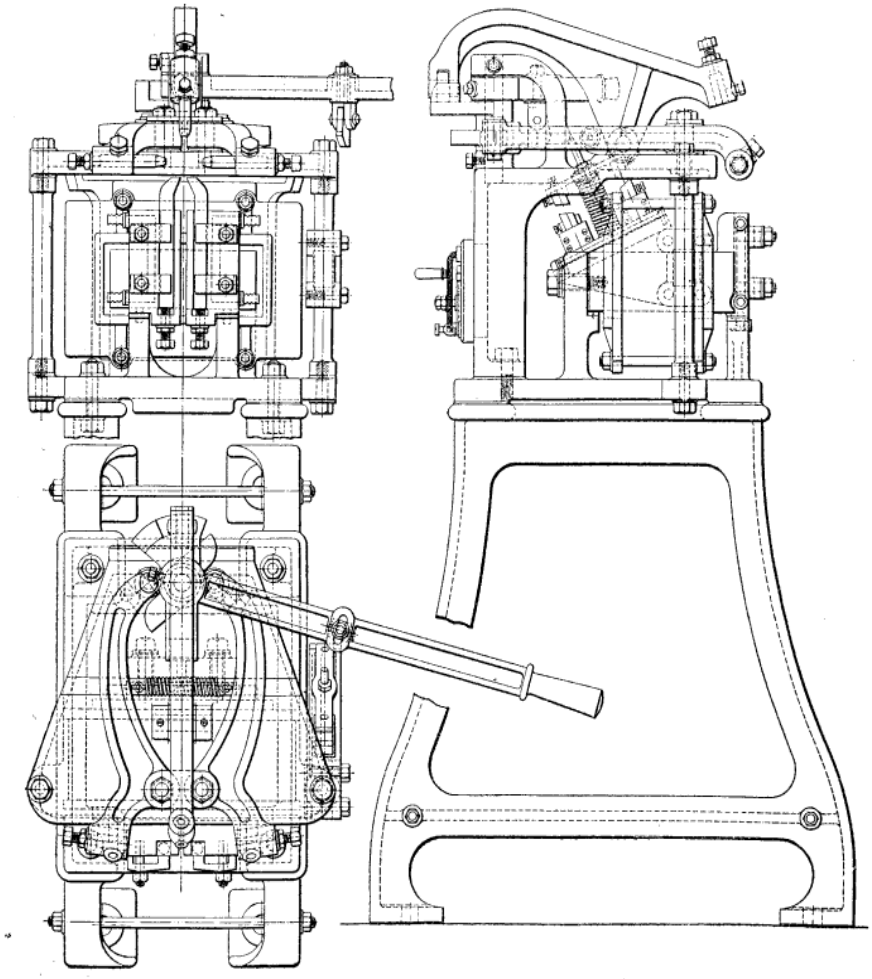


Fig. 13. — Soudeuse pour anneaux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La machine figure 8 a sa mâchoire mobile montée sur glissière en V en un alliage de cuivre avec un peu d'étain et rapprochée de la mâchoire fixe par un contrepoids. Elle peut souder des tiges de laiton de 10 à 25 millimètres et des tiges de fer et d'acier de 15 à 30 millimètres. La petitesse des diamètres des tiges de cuivre tient à

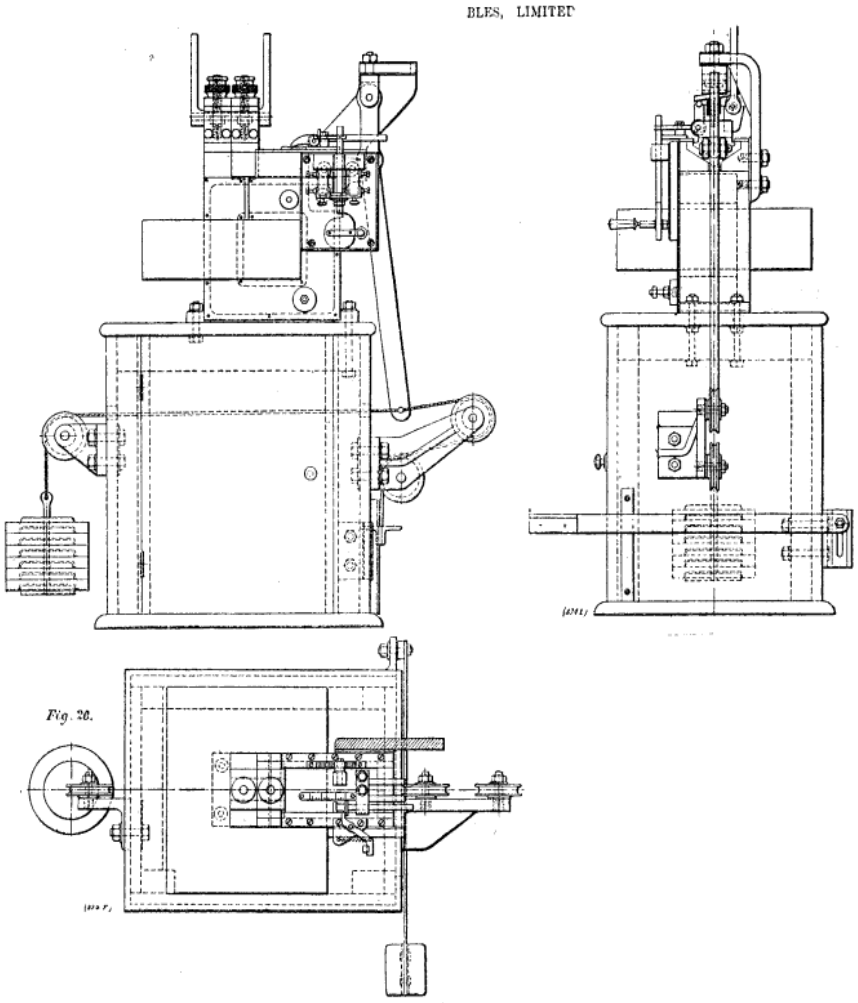


Fig. 14. — Soudeuse pour tiges de 20 millimètres de diamètre.

ce que leur conductibilité est telle qu'il faut les faire traverser par un courant extrêmement puissant pour les amener très vivement à la température soudante ; température qui s'abaisse dès que la soudure se fait, de sorte qu'elle doit s'opérer très rapidement. On peut souder ainsi de l'acier doux à du cuivre ou du laiton, en disposant les distances de leurs mâchoires respectives au contact de soudure en raison inverse de leurs

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

conductibilités de manière à égaliser les températures des barres. On peut obtenir de cette manière des boulons en laiton avec tête d'acier, ou inversement, et d'excellente résistance à la soudure, mais sans grand intérêt industriel. Le levier à contrepoids qui commande la mâchoire mobile a son pivot réglable sur le socle de la machine. On commence par enclancher le levier de manœuvre en y rabattant le déclic montré levé en figure 8, puis on règle par le pivot du levier à chaîne l'écartement des deux mâchoires dans cette position d'enclanchement du levier de manœuvre. On serre les tiges à souder amenées au contact, on règle le déclic du commutateur de manière qu'il interrompe automatiquement le courant au bout d'un rapprochement donné des

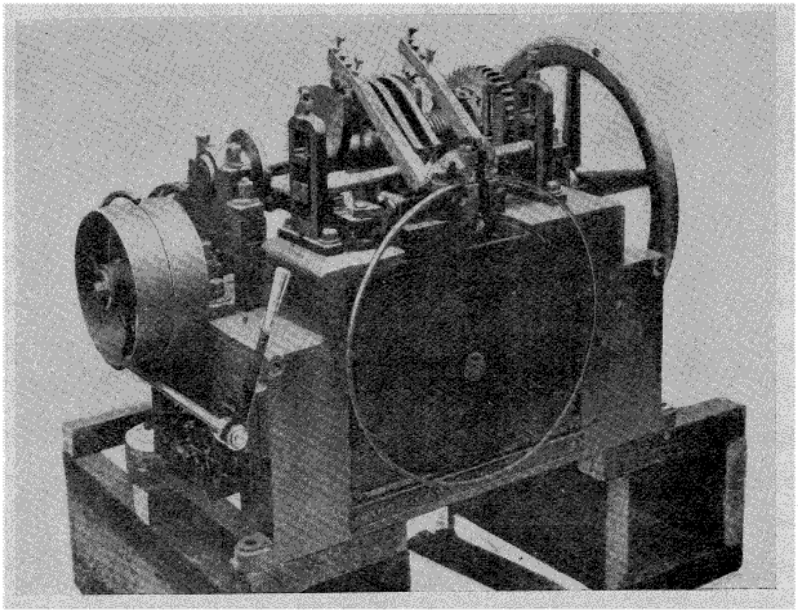


Fig. 13. — Soudeuse pour jantes.

mâchoires, on déclanche le levier de manœuvre et on lance le courant. Poids de la machine 190 kilos. Dépense maxima 65 chevaux pendant 90 secondes.

La petite machine figure 9, de 1 mètre × 840 × 1^{m},85 de haut, permet de souder rapidement, en une minute environ, les bouts des rubans en acier doux, de 13 à 75 millimètres de large sur 0,4 à 1^{mm},5 d'épaisseur qui arment les câbles électriques. Lorsque l'enroulement d'un de ces rubans est terminé, on arrête la machine à câble, et on opère la soudure d'un nouveau ruban au premier. Le transformateur a son secondaire constitué par une masse en fonte en forme de C, dans laquelle peut monter et descendre une glissière à contrepoids terminée par un galet en bronze. Le ruban est placé sur une table sous ce galet, soulevé par une pédale, puis on laisse le contrepoids presser le galet sur l'extrémité du ruban, que l'on avance par la manette de la table sous le galet.

La machine représentée par les figures 10 et 11 permet le soudage automatique des maillons d'une chaîne, par le milieu de ces maillons, qui se présentent alternativement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à plat puis de champ aux appareils soudeurs, de sorte que la chaîne doit y passer deux fois. L'arbre moteur à volant et poulies folle et fixe, qui tourne constamment, entraîne un contre-arbre parallèle par une transmission à pignons et embrayage alternatif de sorte que, sous l'action d'une came, cet embrayage lâche son arbre au bout de chaque tour pendant un temps marqué, et cet arbre commande, par une transmission à chaînes, un second arbre également à mouvement discontinu.

La chaîne à souder, amenée par la gouttière de gauche, traverse, au haut de cette

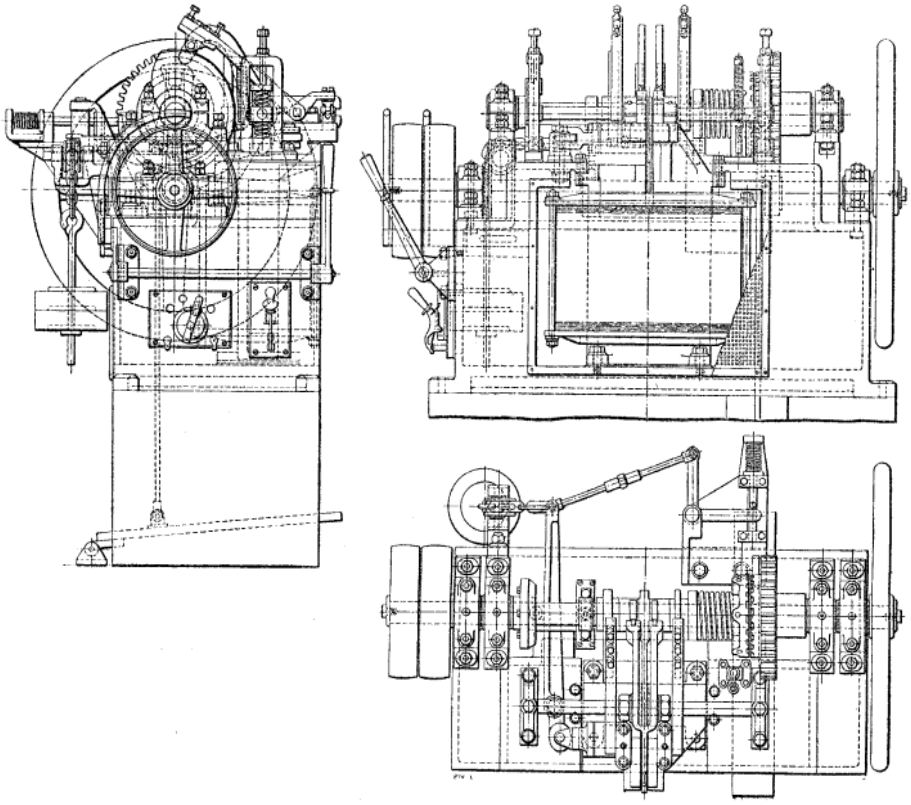


Fig. 16. — Soudeuse pour jantes.

gouttière, un canal où son maillon en soudage est soumis à l'action des deux pinces soudeuses, de deux poussoirs qui rapprochent les extrémités à souder et de deux refouloirs. Aussitôt les extrémités du maillon rapprochées, les contacts soudeurs y amènent le courant, que ferme le commutateur fig. 12, avec touches en blocs de charbon biseautés et à ressort. Le second contre-arbre, qui s'est arrêté pendant la formation de la soudure sous la pression des poussoirs repart, à la fin de cette soudure, en rabattant les frappeurs-refouleurs qui réduisent le bourrelet de métal de la soudure à une petite collerette, ensuite enlevée automatiquement par une araseuse à droite du soudeur. L'alimentation ou avancement de la chaîne est commandé, du troisième

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

contre-arbre, par une glissière à cliquet de course réglable suivant la longueur des maillons.

Cette machine fait des chaines à barres de 55 millimètres à $7^{mm},5$ à la vitesse de 10 à 12 maillons par minute. Encombrement $1^{m},87 \times 1^{m},20 \times 1^{m},70$ de haut. Poids 1 460 kilogrammes. Puissance maxima 13 ch.5 au moment de la soudure.

La machine figure 13 permet de souder des anneaux de chaines et des boucles, en fers de jusqu'à 6 millimètres de diamètre. Le transformateur est sur le socle avec son secondaire formé d'un seul gros enroulement de cuivre disposé horizontalement

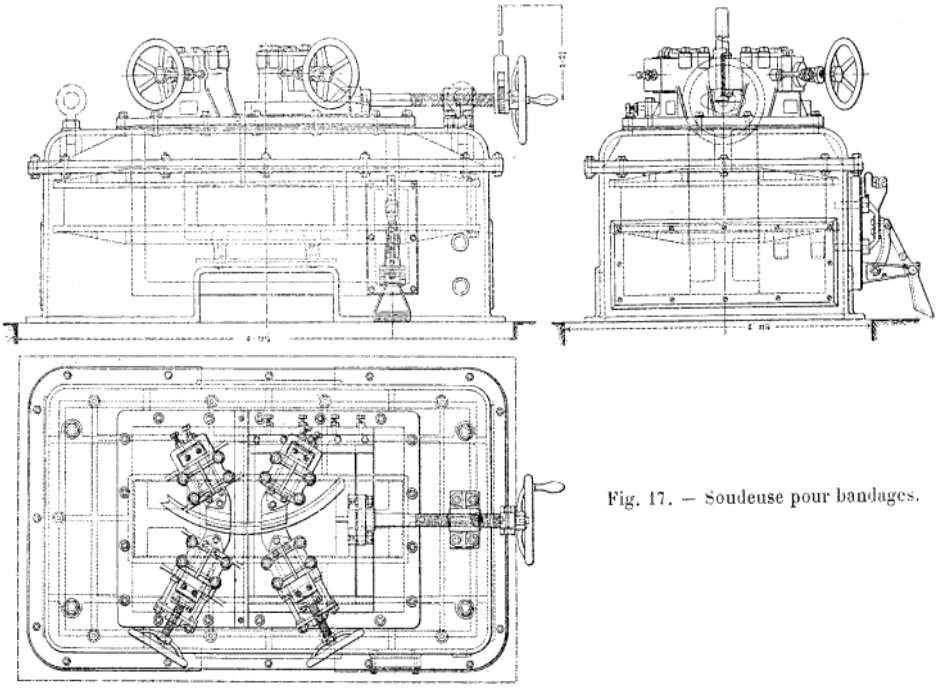


Fig. 17. — Soudeuse pour bandages.

et terminé par des mâchoires en forme de porte-outils maintenant deux pôles en cuivre verticaux ajustables par des vis. Au-dessus de ces pôles, qui restent fixes pendant la soudure, se trouvent deux poussoirs horizontaux, qui rapprochent les extrémités à souder, et un serreur vertical appuyant la pièce sur les bornes. Ces trois poussoirs sont commandés par les cames d'un seul levier qui commande en même temps le commutateur de prise de courant de manière à faire passer ce courant dès que la pièce est bien serrée en place, puis à le rompre automatiquement dès que la soudure est effectuée, comme dans les appareils précédents. La pièce soudée est rejetée par le retour même de ce levier. On peut souder ainsi, par heure, 700 anneaux de 6 millimètres, avec une dépense d'un kilowatt par 200 soudures. La machine peut être facilement conduite par une femme.

Le type figure 14 est destiné au soudage de tiges de cuivre et de bronze de $1^{mm},5$ à 10 millimètres et de fer de 1,5 à 20 millimètres de diamètre, rectangulaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ou rondes, serrées sur les bornes du circuit secondaire par des palettes à excentriques s'adaptant à toutes les sections. L'une des bornes du secondaire, constitué par un gros anneau de cuivre vertical, est fixe, et l'autre mobile sous l'impulsion d'un levier à contrepoids et corde. Après avoir retiré cette mâchoire mobile à la distance voulue, en appuyant sur une pédale, inséré les tiges à souder et les avoir amenées au contact, on lâche la pédale et ferme le circuit dont le commutateur s'ouvre de lui-même à la



Fig. 18. — Soudeuse par boutons.

fin de la soudure. Puissance maxima 10 chevaux. On peut souder deux tiges d'acier de 20 millimètres de diamètre en 7 secondes.

La machine (fig. 15 et 16) permet de souder des bandages à section en U tels que ceux des roues de vélocipèdes. L'arbre supérieur commande par un embrayage intermittent un contre-arbre disposé au-dessous, qui s'arrête ainsi automatiquement à chaque tour, et qui porte 6 cames. La première de ces cames à partir de la gauche (fig. 16) commande le levier de la mâchoire mobile et l'écarte de la mâchoire fixe, dont elle est rapprochée par des contrepoids; la seconde came commande le commutateur du circuit primaire, la troisième et la quatrième came, disposées en paires, commandent le serrage de la pièce et, entre ces cames, deux autres commandent les refouleurs. La

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pièce une fois posée avec ses extrémités au contact, on presse une pédale qui fait l'embrayage du contre-arbre, dont la rotation serre la pièce, laisse le contrepoids presser ses extrémités, ferme le courant primaire, fait la soudure, frappe les refouleurs sur sa collerette, rompt automatiquement le circuit et lâche la pièce soudée sans bavure. Encombrement $1^m,37 \times 1^m,15 \times 1^m,32$; poids 970 kilos. Peut souder des bandages de 200 mm. à 1 mètre de diamètre, 3 à 4 millimètres d'épaisseur et 15 à 25 millimètres de large. Puissance maxima 11 chevaux. Peut souder de 10 à 15 bandages par minute.

La machine (fig. 17) permet de souder des bandages de jusqu'à 26 centimètres carrés de section. Les mâchoires sont à circulation d'eau. La paire mobile est montée

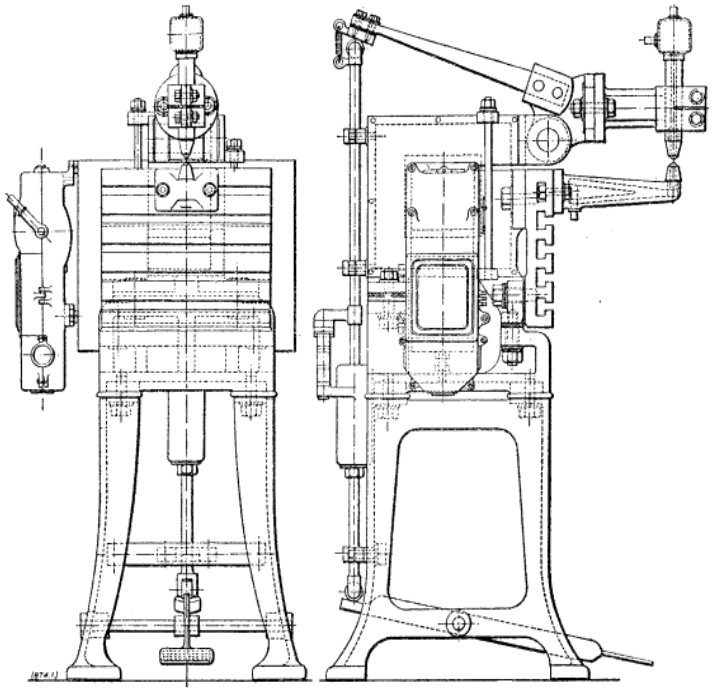


Fig. 19. — Soudeuse par boutons.

sur une glissière à vis glissant sur l'un des pôles du secondaire. Une fois les extrémités de la pièce au contact, on ferme le circuit par une pédale et on fait avancer la mâchoire mobile par un levier à rochet agissant sur sa vis. La soudure faite et le courant rompu, c'est par le volant de cette vis que l'on ramène les mâchoires mobiles à leur position primitive.

La machine (fig. 18 et 19) est destinée à l'exécution des soudures par boutons. Le secondaire, en forme de C, porte, à l'une de ses bornes, une table verticale en cuivre avec rainures sur laquelle on fixe la borne immobile de ce circuit, constitué par un bras en cuivre à circulation d'eau. La borne mobile est constituée par un levier en cuivre, aussi à circulation d'eau, porteur, comme le premier, d'une grosse pointe en charbon sur ressorts, orientable autour de l'axe du bras, qui bascule sur une charnière horizon-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tale, à la commande d'une pédale ; on peut ainsi faire agir ces deux pointes sur des objets de formes les plus diverses, chaque abaissement de la pointe mobile déterminant, au point où elle touche la pièce, un bouton de soudure électrique analogue à une sorte de rivure par fusion. La tige verticale qui commande le levier de la pointe mobile n'est pas continue, mais brisée par un ressort, dont la compression limite la pression de la pointe et prolonge cette pression jusqu'à la rupture automatique du courant par le télescopage même de cette tige. Le circuit ne peut se fermer qu'après le serrage des pointes sur la pièce, et ce serrage ne cesse qu'après l'ouverture de ce circuit, ce qui évite tout crachement aux pointes. Ces soudures par boutons sont très solides, comme le montre l'exemple (fig. 20) de 3 pièces d'acier doux de $38 \times 4 \times 50$ mil-

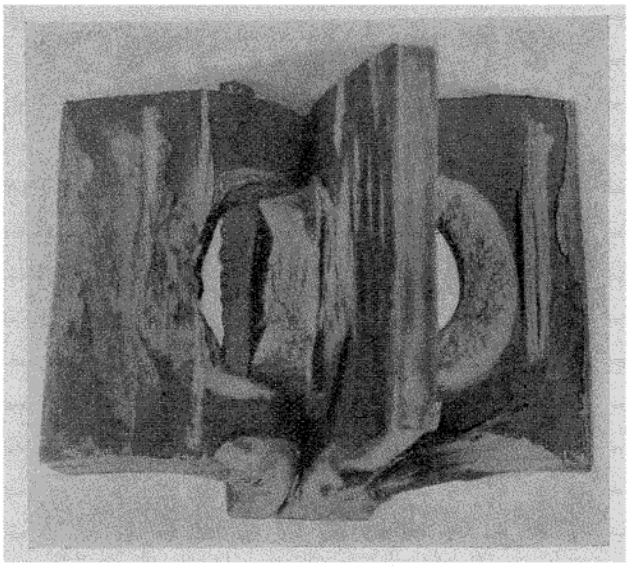


Fig. 20.

limètres de long, soudées par un seul bouton au milieu de leur longueur, et qui ne purent être arrachées qu'au ciseau en refoulant les tôles de 120°. Elles sont aussi solides que les rivures.

Les soudures obtenues par ces différents procédés sont parfaitement homogènes, même entre métaux différents comme fer et bronze, cuivre et laiton, sans aucune brûlure du métal, et aussi résistantes que les métaux eux-mêmes.

DYNAMOMÈTRE NICHOLSON POUR L'ÉTUDE DU TRAVAIL DES OUTILS (1)

Ce dynamomètre est un perfectionnement de celui qui a servi à M. Nicholson dans ses remarquables recherches sur le travail des outils (2).

Le porte-outil A est (fig. 21) monté dans un étrier B, maintenu sur le chariot du tour verticalement par son appui, au moyen d'une rotule S′, sur le piston manométri-

(1) *Engineering*, 19 février 1900, p. 244.
(2) *Revue de mécanique*, juillet 1904, p. 46.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que D', latéralement par son appui U sur le piston D^2, et longitudinalement par son appui S^3 sur le piston D_3. Ces trois pistons enregistrent sur des manomètre $sP^1\ P_2\ P_3$ les poussées tangentielle, longitudinale et latérale de la pièce en tournage sur l'outil. La queue de l'étrier B est, à cet effet, suspendue à la Cardan par les pointes orthogo-

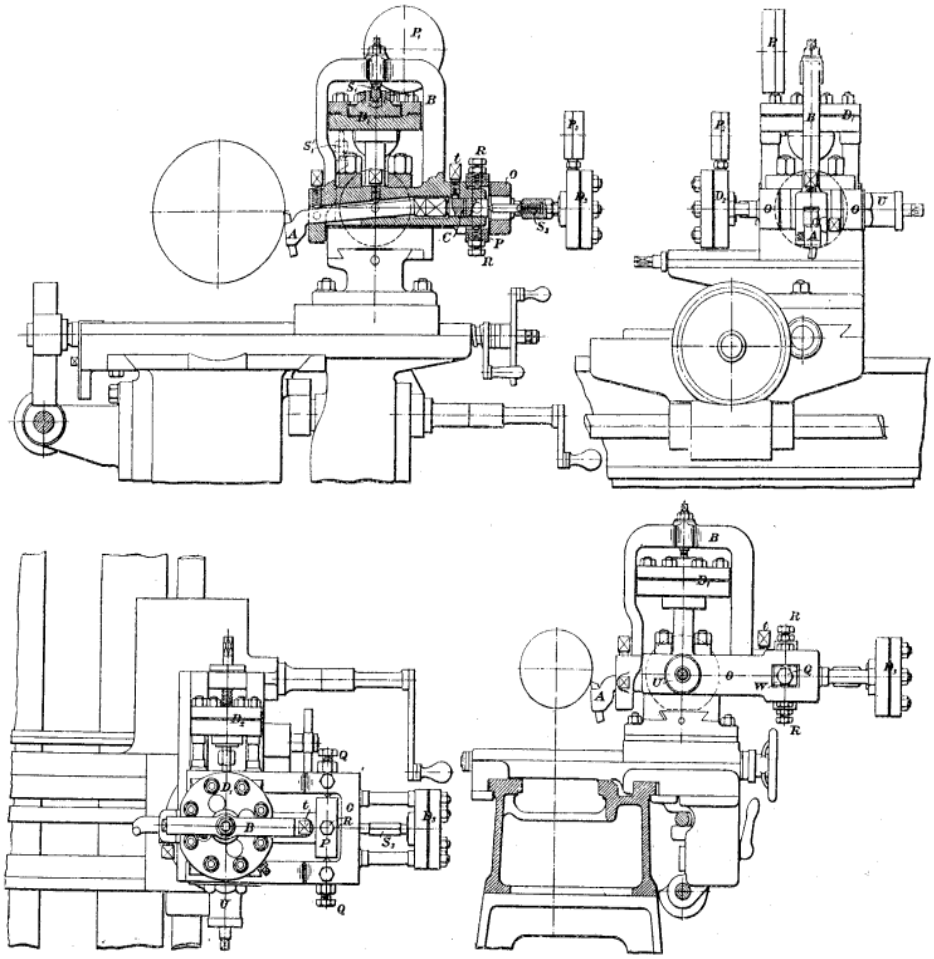


Fig. 21. — Dynamomètre *Nicholson* pour tours.

nales QQ et PP, dans le cadre O du chariot. La vis S avance le coulisseau C dans B jusqu'au contact des blocs qui le séparent de l'outil A, puis on fixe C dans cette position par la vis de pression T. Les pointes Q sont dans les glissières W de O, et se prêtent à cet ajustage. L'outil pivote autour de ces pointes sous l'action de la pression tangentielle de sa coupe qui est transmise au piston D dans un rapport donné par les distances de A à Q et à la verticale de S', mais toujours verticalement et sans coincement, grâce à la forme sphérique de S'.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les poussées latérales de l'outil dans son pivotement autour de PP se transmettent de même au piston D_2, mis en charge par un ressort taré U de manière à éviter les oscillations horizontales de l'outil, et dont la pression, sensiblement invariable, se retranche de celles indiquées par le manomètre de P. On donne de même, par S'

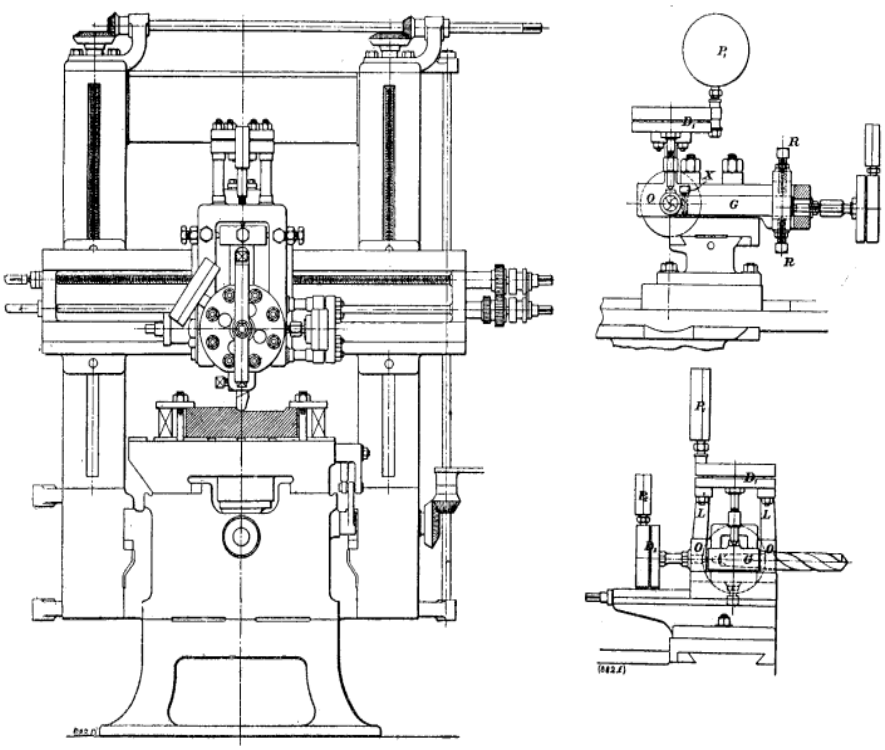


Fig. 22 à 24.

et S_3, une pression initiale connue aux pistons D' et D_3 de manière à éviter les vibrations parasites de l'outil.

La figure 22 représente l'application de ce dynamomètre à une raboteuse.

Dans le cas d'une perceuse, le foret, pris dans un bras G (fig. 23) suspendu à la Cardan en RR QQ dans le cadre O, est amené dans le prolongement de l'axe du tour par la vis X. La poussée sur le foret est donnée par le dynamomètre D_2 P_2. L'effort tangentiel du foret qui tend à entraîner G autour des pointes Q (fig. 21) est enregistré par le piston D', fixé aux colonnes LL de O.

Construit par J. Adamson, Hyde, Chester.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PROCÈS-VERBAUX

DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

SÉANCE DU 12 FÉVRIER 1909

Présidence de *M. Gruner*, président.

M. le Président fait part du décès de M. le général **Basset**, administrateur de la Compagnie de Châtillon-Commentry, et se fait, auprès de la famille de M. le général Basset, l'interprète de notre sincère sympathie dans le malheur qui les frappe.

Il informe l'assemblée que *M. le Ministre de l'Agriculture* a bien voulu faire ordonnancer au profit de la Société d'Encouragement une subvention de 1 700 francs et exprime à M le ministre la reconnaissance de la Société. Cette subvention sera, comme les précédentes, consacrée à subventionner des recherches et travaux utiles à l'agriculture.

RAPPORTS DE MM. LES SECRÉTAIRES :

MM. Hitier et **Toulon**, secrétaires, présentent, avec remerciements aux donateurs, divers ouvrages offerts à notre bibliothèque, et dont la bibliographie sera publiée au *Bulletin*.

M. Arnodin, ingénieur constructeur à Châteauneuf-sur-Loire (Loiret), dépose un *pli cacheté* relatif à la discussion du mémoire de M. J. A. Waddell concernant l'*acier au nickel pour ponts*, devant les ingénieurs civils des États-Unis.

REVUE DE LA QUINZAINE, par *M. G. Richard*.

MESSIEURS,

Je vous ai souvent entretenus des progrès des **lampes à incandescence** à filaments métalliques (1); ces progrès ne se ralentissent pas; chaque jour on voit surgir des types plus durables et plus divisés des lampes au tantale, au zircone, au tungstène, à l'osmium... que vous connaissez, et de nouveaux types, d'une fabrication parfois singulière, et qui méritent d'attirer l'attention bien qu'encore plus riches d'espérances que de réalités.

Tel est le cas de la lampe *Kuzel*, dont l'originalité consiste dans l'application, à la constitution de filaments en métaux très réfractaires, des propriétés des solutions colloïdales de ces métaux. On ne sait pas au juste où finit et commence l'état colloïdal

(1) *Bulletin* de mars 1905, p. 404.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'un métal ; il nous suffira de rappeler que cet état consiste essentiellement en une division extrême du métal, en particules que l'on voit, en ultramicroscopie, se livrer à la danse singulière des mouvements browniens (1), état de division tel que la solution colloïdale d'argent renferme, paraît-il, environ 3 000 de ces particules par millimètre cube, et que ses solutions traversent sans s'altérer les filtres les plus serrés, c'est-à-dire en conservant leur couleur caractéristique pour chaque métal ; rouge pour l'or dans l'eau, violette pour le platine. Ces solutions colloïdales s'obtiennent par divers procédés de réduction chimique ou par l'électricité en faisant jaillir sous l'eau un arc entre des électrodes du métal à colloïder, et certaines de ces solutions possèdent des propriétés qui ont été utilisées par Kuzel pour la fabrication de ces filaments.

Ces solutions de matière colloïdale dans l'eau, décantées et filtrées, forment une matière plastique qui, après son pétrissage avec un agglomérant approprié : alcool et glycérine par exemple, peut se tréfiler au travers de filières en diamant en formant des filaments assez résistants pour subir les manipulations nécessaires, après leur séchage. En outre, ce filament séché, qui n'est pas conducteur à la température ordinaire, le devient, à 80° environ, suffisamment pour être porté à l'incandescence par le passage d'un courant. On obtiendrait ainsi des filaments métalliques très homogènes, sans trace de carbure, puisqu'il n'y a pas de carbone dans la pâte du filament.

M. Kunzel a réalisé ainsi des filaments de bien des métaux, et le plus avantageux s'est montré celui d'un alliage de tungstène et d'autres métaux dont je ne connais pas la composition. Les lampes Kunzel, construites par la société Pintsh, à Berlin, sous le nom de lampes Sirius, descendent jusqu'à 25 bougies, et peuvent supporter des tensions de 120 volts avec des filaments de 560 millimètres. Elles ne sont guère répandues, du moins en France, mais leur procédé de fabrication, original et très suggestif, méritait de vous être signalé.

La lampe américaine *Helion*, à filament en carbone sur lequel on a déposé du silicium réduit, procurerait, au taux très bas d'un watt par bougie, une lumière blanche d'un spectre voisin de celui de la lumière solaire et durerait 1000 heures, et sa résistance, qui baisse avec l'accroissement de sa température jusqu'aux environs de 1 370°, augmente de 1 370° à 1 720°, puis diminue de nouveau au delà de cette température, indice d'un changement probable de la constitution moléculaire de ce filament vers 1 720°. Les filaments de lampes de 30 bougies à 110 volts ne sont guère plus longs que ceux des lampes au carbone de même puissance.

Le filament de la lampe *Canelo*, construite à Vilvorde, est aussi à oxydes métalliques et constitué par une mèche en coton imbibée d'un sel de métal rare, séchée, calcinée en chalumeau oxyhydrique, puis plongée dans une dissolution de peroxyde d'osmium transformé ensuite en sulfure par un courant d'hydrogène sulfuré. On porte ensuite ce filament à l'incandescence par un courant électrique dans un courant d'hydrogène, et on le recouvre d'oxyde de thorium en le suspendant dans un bain électrolytique d'azotate de thorium avec anode en charbon, puis on le chauffe dans le vide. Ces lampes, qui se font jusqu'à 20 bougies, durent environ 1 000 heures avec des dépenses d'environ 1w,3 par bougie.

On voit combien sont variés les procédés de fabrication de ces nouvelles lampes et comment on se rapproche graduellement de la réalisation de types de 16 à 20 bougies sous 110 volts, nécessaire pour achever la vulgarisation de ces lampes dans les éclairages domestiques.

(1) *Bulletin* de mars 1905, p. 406.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Je vous ai, dans notre séance du 23 février 1905 (1), dit quelques mots d'une très ingénieuse application des étincelles à hautes tensions et grande fréquence à la dissipation des brouillards et fumées. Ces expériences, d'un intérêt capital pour la marine et les chemins de fer, n'ont pas été abandonnées, elles se poursuivent, en Angleterre, à grands frais, à Liverpool notamment, avec l'espoir de parvenir à rendre ainsi parfaitement claires les voies des lignes de banlieue, même par les brouillards les plus épais.

Un ingénieur français, M. Dibos, qui s'est beaucoup et fort ingénieusement occupé de question de signaux et sauvetages maritimes, a repris de son côté, avec moins d'argent à sa disposition, mais avec des idées personnelles, l'étude de la dispersion des brouillards par les ondes hertziennes, avec adjonction, à ces appareils électriques, de jets de chalumeaux oxyhydriques.

Voici quelques renseignements que M. Dibos a bien voulu me communiquer sur ses derniers essais.

Les 25 et 26 décembre 1908, à la villa Excelsior, à Wimereux (Pas-de-Calais), M. l'ingénieur Dibos a procédé à de nouvelles expériences de dispersion artificielle des hydrométéores par intervention des ondes hertziennes émises, par courant secondaire, à un potentiel de 380000 à 400000 volts. Mais, un peu au-dessus de l'antenne circulaire de diffusion électrique, on avait disposé une couronne métallique de plus petit diamètre supportant 4 buses de chalumeaux oxyhydriques (type à soudure autogène), tangentes, orientées suivant les 4 points cardinaux, et reliées par leurs tubes en caoutchouc à un collecteur alimenté par un poste de bouteilles d'oxygène et d'hydrogène comprimés.

Le 25, le brouillard matinal fut particulièrement intense. Toute la semaine, il avait été d'ailleurs très épais. Le circuit électrique fut fermé et les ondes émises en même temps que les 4 chalumeaux allumés étaient portés en pression et donnaient chacun environ 2000° centigrades.

Les zones d'éclaircies se déterminèrent beaucoup plus vite au bout de 20, 22, 27 et 30 minutes au lieu de 40 minutes, et le diamètre de ces zones augmenta très sensiblement par rapport aux précédents résultats. C'est ainsi que, de 120 mètres, on passa à 150, 160 et 170 mètres d'éclaircie continue pendant 115 minutes environ. L'épuisement d'une bouteille d'oxgyène mit fin à l'expérience.

Le 26 décembre après-midi, les essais furent repris avec les ondes hertziennes seules, mais cessèrent après 15 minutes, le vent ayant halé vers le Nord-Est et le brouillard s'étant dispersé naturellement sous la poussée de la bise aigre venant de la mer du Nord.

Il est certain que la diffusion des ondes hertziennes et des calories émises par les chalumeaux a produit des phénomènes d'ionisation des plus favorables pour l'obtention des éclaircies souhaitées (2).

Je ne saurais guère vous expliquer comment l'intervention de chalumeaux oxyhydriques concourt à d'aussi heureux effets, mais cette difficulté d'explication ne saurait être une raison pour ne pas vous signaler comme ils le méritent les essais de M. Dibos.

Vous savez quel métal protéiforme est l'acier moderne, avec ses innombrables constituants de compositions et d'aspects si divers, dont les moindres variations, bien qu'ils ne s'y trouvent qu'en doses extrêmement faibles, entraînent, pour l'acier même, des changements extraordinaires, d'allures parfois fantastiques. *M. Arnold*, éminent aciériste anglais, vient d'ajouter à cette liste déjà si longue un nouveau constituant de l'acier et, dédaignant de l'appeler l' « Arnoldite », il lui a donné le nom romantique de

(1) *Bulletin* de mars 1905, p. 404.
(2) *Daily Mail* du 16 décembre 1908.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Ghost » (esprit, ombre) qui eût ravi les alchimistes, et rappelle les « Démons » de la thermodynamique de Maxwell. Mais, si les démons de Maxwell étaient parfaitement vivants mais invisibles, les ombres de M. Arnold sont parfaitement visibles et sans vie, au sens du moins que le vulgaire assigne encore à ce mot.

Voici comment M. Arnold s'exprime au sujet de ce revenant dans sa seconde conférence à la Royal Institution sur les « Mystères des métaux » (1). « C'est dans les énormes lingots de 120 tonnes qu'il apparut, à côté de la perlite et de la ferrite, comme une aire de ségrégation riche en carbone, phosphure et soufre, sous la forme de globules de sulfure de manganèse MnS. Au martelage et à l'étirage en barres du lingot, cette tache aussi s'allongea, mais sous l'aspect d'une ombre carburée. Au recuit, le sulfure de fer expulsa ce carbone, et l'ombre apparut blanche. Dans un arbre tourné, cette ombre se manifeste par de longues lignes riches en carbone, phosphore et soufre, plus dures que le reste du métal, et c'est cet aspect blanc sur le fond bleu de l'acier qui a fait donner à ce constituant, par le tourneur, le nom de « Ghost », la dame blanche si l'on veut », et, dans cette même communication, M. Arnold prédisait (2) à ses auditeurs ensorcelés la venue prochaine d'un nouvel acier pour outils quatre fois plus actif que les fameux aciers rapides de Taylor et autres, dont je vous ai fréquemment entretenus.

Or, voici que cette prophétie vient de se réaliser sous les espèces de l'acier « Novo Superior » de MM. Jonas et Colver. D'où vient cet acier? Il vient de six mois d'efforts tentés dans le but avoué de tourner les brevets Taylor. Comment fut-il trouvé? Avec ou sans le concours d'un revenant, celui de M. Arnold ou un autre, ou par hasard, comme le fut en partie l'acier Taylor? On ne le dit pas. Quant aux propriétés de cet acier, les principales sont : qu'il se trempe non pas seulement à l'air, comme le Taylor, mais à l'eau et cela jusqu'à 70 fois de suite, sans criques, peut se recuire, et taille sans broncher sous des températures de coupe de 700°. Son usure est, avec les aciers très doux, deux ou trois fois moindre que celle des aciers rapides ordinaires, et bien moindre encore avec les aciers durs. Instruit, par sa découverte même, de la fragilité des brevets de chimie, l'inventeur de ce nouvel acier n'a pas pris de brevet, et il espère pouvoir en conserver le secret deux ou trois années, malgré les investigations que lui feront subir les métallurgistes du monde entier. Ces investigations seront certainement couronnées de succès un jour ou l'autre; on trouvera le tour de main, et, une fois trouvé, l'on démontrera probablement que ce tour de main n'a, de l'empirisme que l'apparence, car il se trouvera nettement indiqué par l'allure de telle ou telle courbe d'un diagramme de thermométallurgie bien antérieur, mais oubliée parmi tant d'autres; mais il faudrait être infiniment plus que je ne suis au courant des jeux de la science et du hasard en matière de sidérurgie pour donner un avis sur la date plus ou moins prochaine de cet heureux événement.

Comme vous le savez tous, M. Ringelmann, notre collègue au Comité d'Agriculture, n'est pas seulement un professeur de tout premier ordre, c'est aussi un remarquable inventeur; son laboratoire de la rue Jenner est plein de ses inventions, grâce auxquelles, malgré la faiblesse de ressources qu'il a l'honneur de partager avec tout ce qui touche à l'enseignement technique supérieur en France, on est parvenu à y

(1) *Engineering*, 5 février 1909, p. 171.
(2) *Ibid.*, p. 190.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mener à bien des recherches des plus importantes pour la technique des machines agricoles et des moteurs à gaz, à pétrole et à alcool. Malheureusement, M. Ringelmann a un grand défaut, une réserve excessive, telle qu'il n'ose pas venir, ici, où il ne compte que des amis. vous présenter lui-même ses inventions d'ailleurs des plus désintéressées. C'est pour cela que me voici obligé de vous présenter, alors qu'il l'aurait bien mieux fait lui-même, le **dynamomètre** que M. Ringelmann vient d'établir **pour l'essai des moteurs à grande vitesse angulaire**. Après m'être vengé de cette obligation en vous disant de M. Ringelmann ce que vous en pensez tous, il ne me reste qu'à vous prier de m'excuser de prendre ici la parole à sa place, et il n'y aura d'ailleurs, dans cette substitution, qu'un assez petit malheur, car, dans la rédaction de notre compte rendu, c'est la note même de Ringelmann que vous aurez sous les yeux.

« Les essais des moteurs s'effectuent au frein de Prony, auquel plusieurs ingénieurs ont apporté des améliorations en vue de faciliter le réglage ou la manœuvre; nous rappellerons le **frein automatique** que nous avons combiné en 1894 pour nos essais de moteurs à pétrole lampant et que nous avons laissé dans le domaine public comme nous le faisons, d'ailleurs, pour le dynamomètre qui fait l'objet de la présente note.

Pour les essais de moteurs à grande vitesse angulaire, tels que ceux des automobiles, bateaux, aéroplanes, etc., la manœuvre du frein de Prony est délicate et surtout malpropre par les projections de liquide lubrifiant qu'il faut fournir abondamment pour des essais d'une durée d'au moins une heure; disons cependant que c'est avec de semblables freins que nous avons pu procéder aux essais des 74 moteurs à alcool des concours de 1901 et de 1902 (1) organisés à la Station d'essais de machines par le ministère de l'Agriculture (sans compter les autres essais effectués depuis 1902).

On a proposé divers dispositifs et surtout l'emploi de dynamos soit comme appareil d'absorption, soit en équilibrant la dynamo pour l'utiliser à la façon d'un frein (dynamo-frein), soit en se basant sur la résistance de l'air (moulinets).

Dans tous ces appareils, il y a une constante, ou une quantité considérée comme telle, à faire intervenir dans le calcul : rendement électrique de la dynamo, variable d'un jour à l'autre, frottement de l'arbre, variable avec le serrage, le graissage, la vitesse, la température et l'état des surfaces, etc. Malgré cela, beaucoup de ces appareils donnent des résultats assez rapprochés pour que l'industrie puisse les utiliser pratiquement.

Pour nos recherches scientifiques, nous avions à résoudre le problème suivant :

Un dynamomètre spécial est intercalé entre le moteur à essayer et des résistances modifiables à volonté en cours de travail.

Le dynamomètre doit indiquer l'*énergie totale* fournie à chaque instant par le moteur, sans faire intervenir une constante due aux frottements des arbres ou des mécanismes.

Le dynamomètre doit être à la fois indicateur, enregistreur et totalisateur.

Il est complété par un jaugeur permettant de voir rapidement, sans arrêter le moteur, la consommation de combustible. Enfin, un compteur d'eau et des thermomètres donnent les températures de l'air, de l'eau à l'entrée et à la sortie de la double enveloppe des cylindres et du radiateur, celle des gaz de l'échappement.

Le *dynamomètre* proprement dit devait répondre aux conditions suivantes :

(1) Ces essais ont fait l'objet d'une communication de M. Ringelmann à la Société d'Encouragement en 1894.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a) Revenir au zéro lorsque l'énergie transmise devient nulle ;

b) Ses déformations doivent être proportionnelles aux efforts ;

c) Il ne doit pas changer d'indication dans le temps et doit rester toujours comparable à lui-même ;

d) La transmission aux appareils indicateurs et enregistreurs doit être simple, sans jouer le rôle d'amortisseur (comme le cas des transmissions par l'air ou par les liquides).

Les plans du dynamomètre datent de 1902, et il a fallu attendre jusqu'en 1908 pour obtenir les crédits nécessaires à son exécution. L'appareil nous a été construit par MM. Pollet, 16, rue de la Chandellerie, au Kremlin-Bicêtre (Seine).

La photographie fig. 1 donne une vue générale du dynamomètre monté sur un

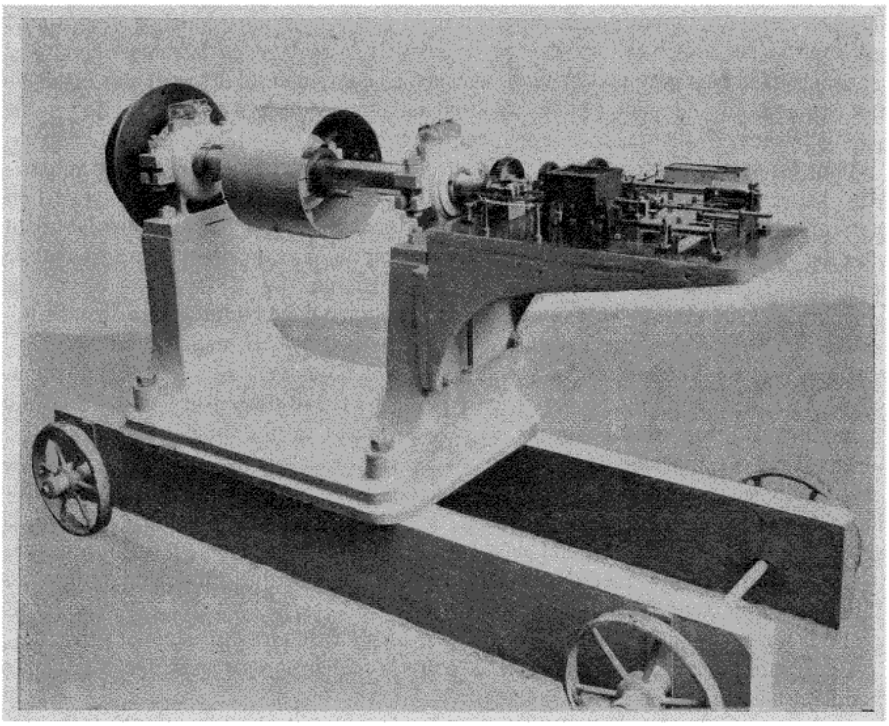


Fig. 1. — Dynamomètre *Ringelmann*.

châssis en bois qui en facilite le déplacement ; en travail, le dynamomètre est enlevé de ce châssis pour être boulonné sur un grand socle en fonte recevant en même temps le moteur à essayer.

En principe, le dynamomètre consiste en une ou deux lames flexibles, radiales *a* (fig. 2), fixées à l'extrémité d'un arbre *b*, portant un tambour *c*, entraînant, par courroie, une résistance quelconque ; tous les appareils indicateurs et enregistreurs sont fixés sur une table en fonte *d*, solidaire du bâti *e* du dynamomètre ; le moteur *f* à essayer est soutenu par des supports *g* ; les bâtis *g* et *e* sont enfin boulonnés sur un grand socle en fonte *x*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La lame de ressort *a* (fig. 2) est entraînée par un toc *i*, fixé sur le volant *h* du moteur *f* à essayer. Ce toc est maintenu sur l'arbre du moteur et est équilibré.

En pratique, le toc agit sur un bras d'une poulie *j* (fig. 3) folle sur l'arbre *b*, et la jante de la poulie porte des couteaux K, qui appuient sur l'extrémité des lames flexibles *a*, dont le pied est fixé sur l'arbre *b*, solidaire d'un disque *l*. Suivant les lames *a*, on obtient des flexions différentes pour des efforts F, supposés appliqués à une circonférence de rayon R ; une pièce, qu'il n'y a pas lieu de décrire, permet de déterminer

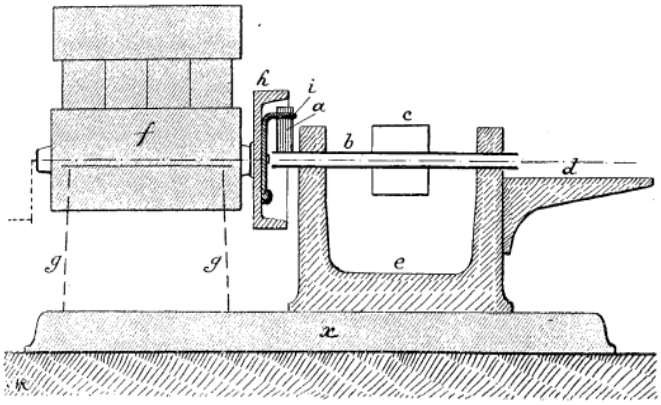


Fig. 2.

expérimentalement ces flexions et de tarer les lames pour un effort F appliqué à l'extrémité d'un rayon R égal à 1 mètre.

L'*énergie totale* fournie par le toc du moteur, absorbée par le mécanisme du dynamomètre et d'autres résistances appropriées dont nous parlerons plus loin, est donc représentée par la flexion des lames *a* et par le nombre de tours de l'arbre *b*.

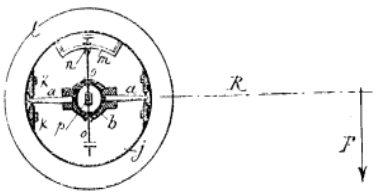


Fig. 3.

Suivant la puissance maxima du moteur à essayer, on emploie une ou deux lames, à profil parabolique, de même longueur mais de différentes épaisseurs au talon ; on cherche, bien entendu, à prendre les lames ayant le plus de flexion possible afin d'obtenir une très grande précision.

Les efforts F (fig. 3) se traduisent donc par un déplacement angulaire de la poulie folle *f* relativement au disque *l*, solidaire de l'arbre *b* ; il s'agit de mesurer ce déplacement malgré le rapide mouvement de rotation ; pour cela, la poulie *j* porte un sec-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

teur m, à denture fine, engrenant avec un pignon n, solidaire d'un arbre o, dont les coussinets sont fixés sur le disque l; le pignon n et l'arbre o sont soigneusement équilibrés. Les efforts, ou les déplacements angulaires, se traduisent par une rotation, dans un sens ou dans l'autre, de l'arbre o.

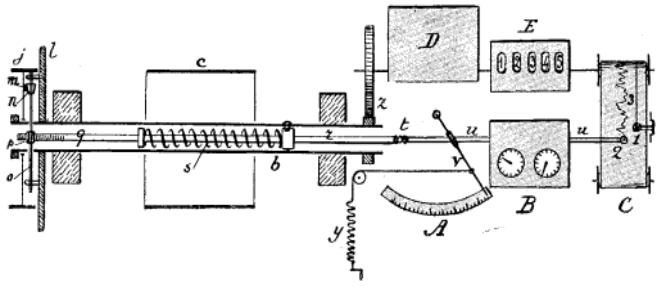


Fig. 4.

L'arbre o (fig. 4) porte un pignon p, engrenant avec une crémaillère q, prolongée par une pièce r, et poussée par un ressort s; les pièces q, r et s sont logées dans l'intérieur de l'arbre b et tournent avec ce dernier.

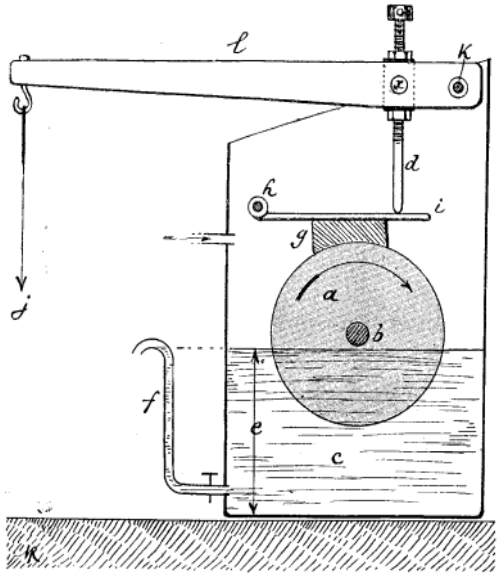


Fig. 5.

A l'extrémité de l'arbre b, une bille t est intercalée entre la pièce r (qui tourne tout en se déplaçant suivant l'axe de b et d'une quantité proportionnelle aux efforts transmis) et la pièce u, qui est rappelée par le levier v et le ressort y.

L'extrémité du levier v se déplace devant un arc gradué A, qui *indique*, à chaque instant, l'effort F transmis par le moteur à l'extrémité d'un rayon R (fig. 3).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La pièce *u* (fig. 4)) porte une roulette qui commande le totalisateur B, indiquant les kilogrammètres fournis par le moteur, puis, à son extrémité, la pièce *u* porte un crayon *2* qui *enregistre*, en C, sur un papier déroulé par l'arbre *b;* le crayon *2* trace la ligne des efforts limitant, avec le crayon fixe *1*, une surface *3*, représentant les kilogrammètres fournis par le moteur.

Par engrenages *z* et arbres, on commande le totalisateur B, l'enregistreur C, un

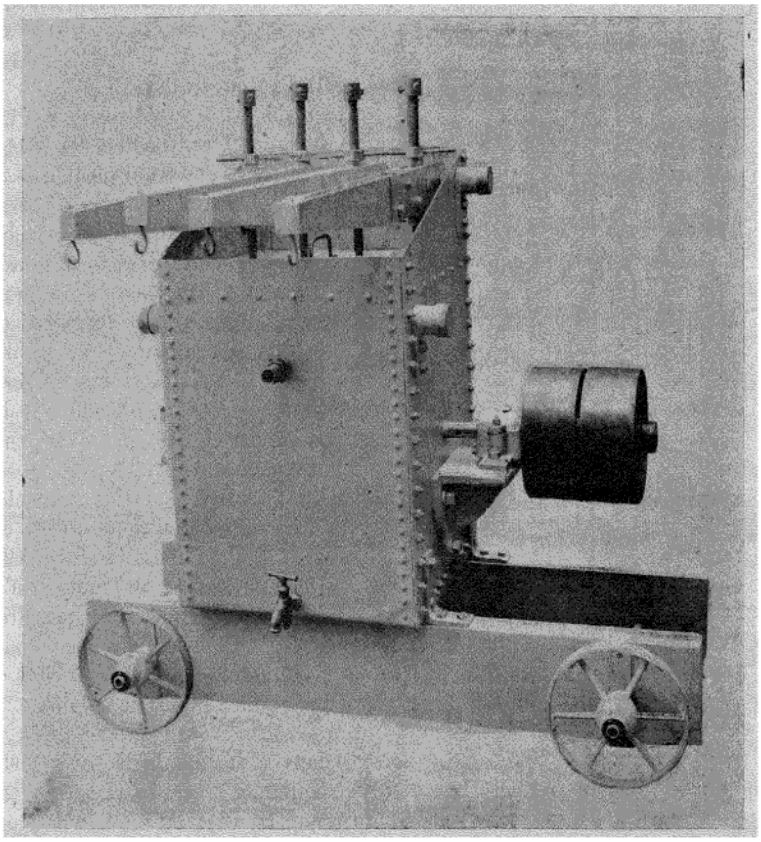


Fig. 6.

tachymètre enregistreur D, inscrivant les variations élémentaires de vitesse du moteur essayé, et enfin un compteur de tours E.

Des débrayages non représentés dans la figure 4, permettent, l'arrêt ou la mise en route de chacun de ces appareils, de sorte que l'essai peut ne durer que quelques minutes ou peut être prolongé toute une journée.

La *résistance*, commandée par courroie et poulies (fixe et folle), peut être quelconque, car on n'a pas à la calculer, toute l'énergie du moteur étant indiquée par le dynamomètre. On peut employer une dynamo ordinaire, une pompe centrifuge, un ventilateur, un moulinet, etc., en un mot une machine quelconque appropriée à la quantité d'énergie fournie par le moteur essayé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Comme nous voulions, pour nos recherches, que la résistance fût modifiable à volonté en cours de marche, sans avoir besoin d'arrêter le moteur, tout en la maintenant constante pendant la durée que nous désirions, nous employons une série de poulies *a* (fig. 5) montées sur un arbre horizontal *b*, et tournant dans un bac *c*, à circulation d'eau ; la hauteur *e* du plan d'eau se modifie à volonté par un siphon *f*.

Sur chaque poulie *a* (fig. 5) appuie un sabot en bois *g*, articulé en *h* au levier *h i*, dont la charge est obtenue par la tige *d*, pouvant osciller autour d'un axe horizontal *x*, solidaire du levier *l* ; des poids *j* sont accrochés à l'extrémité du levier *l*, mobile dans le plan vertical autour de l'axe *k*.

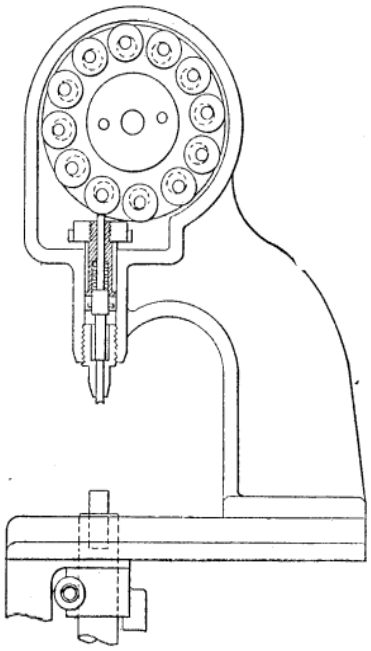


Fig. 7. — Riveuse *Townsend*.

On peut donc très rapidement, par la lecture du dynamomètre, modifier les poids *j* et le nombre de freins en action jusqu'à ce qu'on fasse donner au moteur à essayer la puissance qu'on désire, de zéro à sa puissance maxima, tout en observant et en enregistrant toutes ses conditions de fonctionnement : énergie transmise et ses variations, vitesse et ses variations.

La figure 6 représente une photographie de cet appareil d'absorption ; ici encore, on voit un châssis en bois destiné à faciliter le déplacement de l'appareil, qui, en travail, est fixé sur un autre bâti.

D'ailleurs, après les pétrins mécaniques, dont les expériences se poursuivent en ce moment à la Station d'essais de machines, nous aurons à essayer un moteur d'automobile, et nous pourrons alors prendre des photographies de l'ensemble des appareils, que nous communiquerons à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

Notre *jaugeur* a été communiqué à notre Société dans la séance du 10 avril 1908 (1) ; rappelons qu'il consiste en un récipient en verre gradué, raccordé au carburateur et placé, par rapport à ce dernier, au même niveau que le réservoir à combustible logé dans une automobile, un bateau ou un aréoplane ; le zéro de la graduation, qui est à la partie supérieure du jaugeur, se trouve dans une portion de petit diamètre afin d'atténuer les erreurs.

Le *compteur d'eau* que nous avons construit pour ces essais est du type à bascule ; il *pèse* l'eau qui s'échappe de la double enveloppe du moteur à une température relevée par un thermomètre enregistreur.

Voici une petite machine à poser les rivets, dont le principe est des plus intéressants. Il s'agit, ici, de petites rivures sur tôles minces, cuirs, canevas, dont il ne faut risquer ni de fausser le rivet ni d'arracher les trous en opérant par un choc unique ou

(1) *Bulletin* de mai 1908, p. 737.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par une pression brutale, et, à cet effet, son inventeur M. Townsend (1) a substitué à ces actions celle d'une série de chocs très faibles et extrêmement rapides, agissant comme une sorte de pression ondulatoire ou vibrante.

Ces chocs sont produits par (fig. 7) le passage, sur la tête du riveur rappelée par un ressort, d'une série de galets montés avec un grand jeu sur des axes compris entre deux plateaux animés d'une rotation rapide. Il se produit, au passage de chaque galet, un choc sur la tête du riveur, et ces chocs se succèdent avec une rapidité qui peut atteindre 300 par seconde. La rivure se fait aussi vite que peut la suivre l'ouvrier, et avec une netteté parfaite.

NOMINATION DE MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ

Sont nommés membres de la Société d'Encouragement :

M. Alfred Engel, au Chenois, par Belfort, présenté par M. Gruner.

M. Jules Combemale, chimiste à Paris, présenté par M. J. Pillet.

M. Albert Barbeau, ingénieur des arts et manufactures, à Paris, présenté par M. G. Richard.

M. Alfred Bardereau, à Montereau, présenté par M. J. Garçon.

RAPPORTS DES COMITÉS

Sont lus et approuvés les rapports présentés, au nom du Comité des Arts mécaniques, par **M. E. Sauvage**, sur le *Sertisseur de tubes de M. Gallon* et la *Sablière de locomotive de M. Lambert*.

COMMUNICATIONS

M. le capitaine *Nicolardot* fait une communication sur ses recherches relatives à la *résistance des peaux et cuirs*.

M. le Président remercie et félicite vivement M. le capitaine Nicolardot de sa très intéressante communication, qui sera reproduite au *Bulletin*.

(1) 32, Union Place, Hartford, Connecticut, *American Machinist*, 30 janvier 1909.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BIBLIOGRAPHIE

Pomologie et cidrerie, par G. WARCOLLIER. (Encyclopédie Agricole.) Paris, J.-B. Baillière et Fils, 1909.

M. LINDET. — J'ai déjà eu l'occasion d'expliquer à la Société comment le directeur de l'Encyclopédie agricole, M. Wery, avait été amené, devant l'affluence des lecteurs, à détripler la deuxième édition du livre de M. Boullanger, intitulé : *Les industries agricoles de fermentation*, et j'ai déjà présenté également, de la part de celui-ci, les deux premières parties de cette trilogie, « la Brasserie et la Distillerie ». Voici maintenant la troisième partie, qui est consacrée à la pomologie et à la cidrerie, et que nous devons à M. Warcollier, ingénieur agronome, et directeur de la station pomologique de Caen.

La valeur scientifique et industrielle de ce nouvel ouvrage ne le cède en rien à celle de ses compagnons de fortune, et tous trois constituent le meilleur traité qui ait été fait jusqu'ici sur les industries de fermentation.

Mais je voudrais faire remarquer que M. Warcollier a dû s'écarter du cadre que lui traçaient ses devanciers. Le brasseur, en effet, ne cultive pas les orges qu'il travaille ; le fabricant d'alcool, à l'exception du distillateur agricole, achète ses betteraves, ses grains et ses mélasses, et M. Boullanger n'a pas eu, dès lors, à se préoccuper de la production des matières premières. Il n'en est pas de même du fabricant de cidre ; sans doute, on a installé, dans diverses localités, des cidreries industrielles, mais celles-ci se sont trouvées aux prises avec des difficultés commerciales, pour la vente de leurs petits cidres par exemple, que n'éprouvent pas les cidreries agricoles. Les cultivateurs, d'une façon générale, brassent les pommes de leurs vergers ; il leur faut donc connaître les arbres fruitiers. Aussi M. Warcollier consacre-t-il la première moitié de son ouvrage à la pomologie, à la création des vergers, aux soins qu'exigent les arbres, aux maladies et aux insectes qui guettent les récoltes, aux meilleures variétés de pommes à cultiver.

Ce n'est qu'à la suite de cette étude, que M. Warcollier aborde la fabrication du cidre ; il y est particulièrement compétent ; car depuis plusieurs années c'est vers cette industrie qu'il dirige toute son activité scientifique, et si, au cours de son ouvrage, il rappelle ses recherches sur les levures sélectionnées, l'emploi de l'acide sulfureux, le cuvage de la pulpe, le ralentissement de la fermentation en vue de la fabrication d'un cidre doux, etc., c'est pour les faire servir, sous forme de conseils pratiques, à la direction qu'il veut donner aux fabricants qui vont devenir ses lecteurs.

Ceux-ci vont choisir les meilleures variétés de pommes, se rendre compte, en se basant sur les analyses de notre excellent collègue, M. Truelle, de leur valeur indus-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trielle ; ils vont assister au broyage et au pressurage des pommes, à la défécation, à la fermentation et au soutirage des moûts, au soutirage, au collage et à la conservation des cidres ; ils vont connaitre les maladies des cidres et les procédés de lutte qu'il convient d'employer ; ils vont même pouvoir faire l'analyse de leurs produits, afin de se garantir contre les soupçons de fraude que soulève le règlement du 28 juillet 1908.

Le traité de pomologie et de cidrerie fait, comme les deux traités de Brasserie et de Distillerie, le plus grand honneur à MM. Warcollier et Boullanger, à l'Encyclopédie agricole qui a ouvert ses colonnes à ces deux jeunes savants, ainsi qu'à l'Institut national agronomique, où ils ont puisé leurs premières leçons.

ROYAUME DE BELGIQUE, MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE ET DU TRAVAIL. **Monographies industrielles. Groupe VI : Industries du Caoutchouc et de l'Amiante.**

L'*industrie du caoutchouc* a été introduite en Belgique en 1852. Actuellement on compte trente établissements pouvant être rangés dans l'industrie du caoutchouc, et occupant 1 900 ouvriers et ouvrières. Le poids total ducaoutchouc mis en œuvre dans ces établissements peut être évalué à 350 000 kilogrammes par an et les produits fabriqués atteignent une valeur de 11 millions de francs.

La plupart des établissements d'une certaine importance se sont maintenant spécialisés pour la fabrication de tels ou tels articles : tuyaux, bandages pneumatiques, tissus imperméables, chaussures imperméables (1 million de paires fabriquées à Alost).

La Belgique commence à exporter des produits manufacturés par l'industrie du caoutchouc ; notamment la production de la feuille anglaise et des articles qui s'y rapportent est presque totalement destinée à l'étranger.

L'*industrie de l'amiante* est nouvelle en Belgique. La première fabrique ayant pour but le travail complet de cette substance fut érigée près d'Anvers en 1904. Un autre établissement du même genre a été fondé en 1907. Malgré leur création récente ces installations modernes et bien comprises ont déjà atteint un important chiffre d'affaires et une bonne partie des articles fabriqués est destinée à l'exportation vers l'Angleterre, la Suède, le Danemark, la France, l'Allemagne.

L'amiante brut utilisé par l'industrie belge provient pour la plus grande part, du Canada, puis de Sibérie, enfin du Cap.

Les articles les plus courants fabriqués avec l'amiante en Belgique sont : la poudre d'amiante, le carton, les fils, les cordes et tresses, les tissus d'amiante. Les tissus d'amiante peuvent être produits sous forme de rubans, de cordes rondes, carrées ou plates. Ces articles peuvent être combinés avec du caoutchouc, avec des éléments métalliques ou avec les deux en même temps.

C'est surtout pour assurer l'étanchéité des joints de vapeur, d'eau, etc., ou encore comme calorifuge que l'amiante est utilisé. H. H.

L'industrie de la porcelaine en Limousin, ses origines, son évolution, son avenir, par M. CAMILLE GRELLIER, docteur en droit, diplômé de l'École des sciences politiques. Paris, Émile Larose, 11, rue Victor-Cousin, 1900.

De toutes les grandes industries locales, l'industrie porcelainière en Limousin est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

celle qui occupe le plus grand nombre de bras et de sa prospérité dépend le bien-être d'un grand nombre d'individus.

Dans cet ouvrage, l'auteur étudie les origines et l'évolution de l'industrie porcelainière en Limousin pour arriver à tracer un tableau aussi complet et aussi vrai que possible de son état actuel. M. Grellier a voulu, du reste, faire une œuvre économique plutôt qu'une étude technique, artistique ou sociale. Le livre I est consacré aux généralités et à faire comprendre les diverses phases de la fabrication. Le livre II donne un aperçu rapide des débuts de l'industrie de la porcelaine en Europe et retrace l'histoire des premières manufactures limousines jusqu'à la fin du XVIIIe siècle. Dans le livre III l'auteur a essayé de nous apporter une image exacte de l'état actuel de l'industrie de la porcelaine en Limousin. Enfin le livre IV contient tout ce qui concerne la vente des produits et la concurrence.

La conclusion à laquelle aboutit l'auteur nous montre les fabricants limousins obligés plus que jamais aujourd'hui à faire un effort considérable pour conserver leur prépondérance menacée. Pendant longtemps le Limousin posséda réunis sur son sol les éléments nécessaires à la fabrication de la porcelaine : matières premières des pâtes, terre à gazettes, bois, et cette situation lui permit de se placer au premier rang de l'industrie porcelainière. Il n'en est plus de même aujourd'hui. Les fabricants sont obligés d'aller chercher au loin les terres caillouteuses pour mettre dans leurs pâtes, les argiles réfractaires pour la gazetterie, la houille devenue indispensable, les couleurs pour le décor, etc. La main-d'œuvre est devenue plus chère, difficile. La concurrence des usines de Thuringe, de Bohême, etc., a beaucoup augmenté. Mais la fabrique limousine a pour elle une tradition vieille de plus d'un siècle, et possède un personnel habile et exercé. L'auteur convie dès lors les fabricants limousins à s'efforcer de perfectionner encore leurs moyens de production en profitant des nouvelles applications scientifiques, à organiser et encourager l'enseignement professionnel pour sauvegarder leur supériorité artistique, à ouvrir de nouveaux débouchés pour ne plus être sous la dépendance du marché des États-Unis. Il estime enfin que pour organiser la vente commerciale des produits, solutionner les questions ouvrières, les fabricants limousins doivent quitter l'état d'isolement où ils sont restés jusqu'à présent et s'unir pour travailler en commun dans l'intérêt de tous. H. H.

Encyclopédie Universelle des Industries tinctoriales, publiée sous la direction de M. JULES GARÇON ; *fascicule 43e.*

La publication de l'*Encyclopédie universelle ou répertoire analytique universel des Industries tinctoriales* se poursuit régulièrement sous la direction de notre savant et infatigable bibliothécaire, M. Jules Garçon. Le fascicule 43e comprend le dépouillement des travaux de la Société de chimie allemande de 1868 à 1900 par M. Paul Richard. Les industriels trouveront dans ce fascicule comme dans les précédents, avec l'indication précise des sources, des notices bibliographiques tout à fait substantielles faisant de suite connaître ce qui est réellement original et utile à retenir dans chacun des travaux signalés. H. H.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le Machinisme : son rôle dans la vie quotidienne, par MAX DE NANSOUTY (douze conférences). Paris, Pierre Roger et Cie, 54, rue Jacob, 1909 (4 francs).

Le rôle du machinisme ; les industries de l'alimentation : les industries du vêtement ; la machine-outil ; les transports en commun ; les transports maritimes ; les industries minières et métallurgiques ; l'électricité dynamique ; l'électricité galvanique ; les ondes ; l'automobilisme ; le machinisme dans la vie quotidienne ; la houille verte. Tels sont les sujets de ces conférences qui, sous une forme pittoresque, mais avec une documentation précise et moderne, nous montrent tout ce que notre vie de chaque jour doit à « la Machine » et combien « la Machine » est précieuse pour l'amélioration du sort du genre humain.

Les succédanés de la soie. Les soies artificielles, par A. CHAPLET et H. ROUSSET (Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire). Paris, Gauthier-Villars (2 fr. 50).

La fabrication des soies artificielles est au premier rang des procédés de la chimie industrielle, tant par le développement considérable pris rapidement en quelques années, que par l'intérêt de la singularité de l'obtention de la matière précieuse qu'est la soie avec des déchets de coton et de bois.

Cet ouvrage renseigne sur l'importance de l'industrie des soies artificielles, sur les différents procédés qui en permettent l'obtention, sur l'appareillage des usines et leurs résultats financiers, les propriétés et les applications des fibres artificielles.

Le travail mérite particulièrement son titre d'*Aide-Mémoire ;* les auteurs, en effet, mentionnent tous les brevets pris ces dernières années, avec indication exacte de la source. Ajoutons que ce qu'aurait de peu intéressant l'énumération de l'exposé des procédés industriels est heureusement corrigé par des digressions intéressantes se rattachant étroitement d'ailleurs à l'industrie des soies artificielles. C'est ainsi que le bombyx est très justement présenté comme le modèle suivi par les inventeurs de la soie artificielle, et qu'après l'étude de l'état actuel de l'industrie vient celle de son avenir.

Technologie et Analyse chimiques des huiles, graisses et cires, par le Dr J. LEWKOWITSCH, traduit du manuscrit rédigé pour cette édition par l'auteur, par Em. BONTOUX ; tome II. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 49, quai des Grands-Augustins, 1909 (30 francs).

Ce nouveau volume de M. Lewkowitsch fait suite à celui paru à la fin de l'année 1906. Nous avons dit tout le bien que nous pensons de l'œuvre même dans notre *Bulletin*, 1904, p. 1021.

Le chapitre XIII, consacré à la préparation des huiles, graisses et cires, a reçu de l'auteur et du traducteur de nombreux développements techniques. Au chapitre XIV, les monographies ont été complétées et mises à jour tant au point de vue scientifique qu'au point de vue analytique et technique ; enfin, on les a augmentées de statistiques puisées aux sources les plus dignes de foi, tandis que, pour faciliter la consultation du volume et en accroître l'utilité, on l'a fait suivre d'index des noms botaniques et zoologiques des végétaux et animaux dont dérivent les matières grasses étudiées.

Le développement considérable des matières traitées, comparativement à l'édition anglaise originale, a obligé à diviser le second volume en deux, de sorte que l'ouvrage entier comportera trois volumes.

En résumé, l'ouvrage entièrement nouveau que nous apporte la collaboration éclairée de l'auteur et du traducteur constitue une édition française véritablement originale qui rendra

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les plus grands services à nos analystes, experts et techniciens, à l'heure où s'organise chez nous la répression des fraudes en matières alimentaires.

Quant aux techniciens, ils trouveront, dans le chapitre XIII et les monographies du chapitre XIV, nombre de développements nouveaux sur la fabrication et l'utilisation des huiles, graisses et cires, en attendant que soient étudiées en détail les industries qui en dérivent, ce qui sera l'œuvre du troisième volume.

L'industrie des parfums d'après les théories de la chimie moderne, par M. Otto. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 49, quai des Grands-Augustins, 1909 (22 fr. 50).

Le plan adopté par M. Otto est des plus simples.

La première partie est consacrée aux *Notations et formules nouvelles*, à l'étude des fonctions chimiques, à l'exposé des classifications que l'on peut adopter pour l'étude des parfums et aux principales méthodes d'analyse et de recherches des falsifications.

La deuxième partie est consacrée à l'étude des *Parfums naturels*.

Dans le premier chapitre sont décrites les méthodes générales d'extraction. Les six chapitres suivants se rapportent à l'étude détaillée des principaux parfums. La classification adoptée est basée sur la fonction chimique du constituant principal.

La troisième partie a trait à l'étude des *Parfums artificiels :* six chapitres sont consacrés à l'étude des différents groupes.

La quatrième partie contient des *tables*, des *données numériques* et des *recettes diverses*.

L'ouvrage de M. Otto est l'un des plus complets parmi ceux publiés jusqu'ici sur l'industrie des parfums. Il se recommande par sa précision et il est au courant des dernières recherches et applications.

La route moderne, par Jules Vinsonneau. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 49, quai des Grands-Augustins, 1908 (6 francs).

Le livre de M. Vinsonneau réunit les documents relatifs à la suppression de la poussière par un traitement de la masse même des matériaux de la route.

Le livre retrace d'abord l'historique de la lutte contre la poussière des routes. Viennent ensuite : la théorie du goudronnage, ou superficiel ou dans la masse ; l'exposé du matériel pour la construction et pour l'entretien des chaussées : rouleaux cylindreurs et appareils divers de goudronnage, mécanique ou non. « La route moderne », sa construction et son entretien sont l'objet d'une étude particulièrement documentée, suivie de notes intéressant les dérivés de la route. Les voies de luxe : asphalte et ciment, pavages en pierre et pavages en bois agglomérés ou pisés de pierres et de brai font l'objet d'un chapitre spécial.

Le lecteur trouvera des chiffres pouvant le renseigner sur les dépenses nécessitées par la lutte contre la poussière, et aussi relatives à la construction et à l'entretien de la « Route moderne ».

M. Vinsonneau, dans un appendice, montre l'œuvre du premier Congrès international de la route tenu à Paris en 1908.

La force motrice et l'eau à la campagne, par René Champly. Paris, H. Desforges, 29, quai des Grands-Augustins, 1909 (7 fr. 50).

L'auteur définit son but par ces deux phrases imprimées sur la couverture de ce bel ouvrage :

« L'eau est indispensable à la fertilité du sol ; un terrain aride et sans valeur devient

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

productif et enrichit son propriétaire par une irrigation convenable, qui est toujours possible avec l'emploi des machines modernes.

« Les machines doivent changer les conditions de la vie rurale et les améliorer, comme elles ont transformé de nos jours les conditions de la vie industrielle. Le devoir de l'agriculteur soucieux de ses intérêts est donc d'étudier l'adaptation de ces nouveaux moyens à la culture de son domaine. »

Il faut chercher l'eau dans le sol, la puiser par les moteurs et les pompes, la répandre par les réservoirs et les canalisations, l'épurer pour la consommation. Tout cela est traité d'une façon pratique dans le livre de M. Champly, avec des gravures et des croquis explicatifs autant qu'il en faut pour que le travail puisse être exécuté par les plombiers, les mécaniciens et les maçons de nos campagnes. Ainsi l'agriculteur fera une installation à bon marché lui donnant l'eau en abondance.

Cet ouvrage intéresse donc au plus haut point les fermiers et propriétaires, ainsi que les entrepreneurs de travaux hydrauliques.

L'art de bâtir, par P. PLANAT. 5 forts volumes in-4. Paris, Librairie de la Construction Moderne, 13, rue Bonaparte.

Nombre d'auteurs ont écrit, en tous temps, sur l'*art de bâtir*. Les Grecs possédaient un ensemble très complet d'ouvrages sur ce sujet; seul Vitruve nous en a conservé quelques fragments. Tout incomplet qu'il nous a été conservé, il a été longtemps le code où les auteurs de la période moderne allaient chercher les préceptes fondamentaux de leur art. A la fin du XVIIIe siècle, Rondelet, membre de l'Institut et collaborateur de Soufflot à la construction du Panthéon, écrivit le vaste traité où il résumait les connaissances de son temps. Son grand ouvrage est resté classique; et à cause de son esprit scientifique, ainsi que pour une quantité de faits et de préceptes, il mérite encore d'être consulté. Mais si les principes subsistent, les modes d'applications se transforment; les procédés sont devenus très différents.

Le présent ouvrage conserve le titre illustré par Rondelet, parce qu'il en est la continuation et le complément, en un mot, le rajeunissement.

Les parties plus spécialement théoriques ont été traitées dans l'ouvrage antérieur de M. Planat, sur *La Mécanique appliquée à la résistance des matériaux*.

Les applications sont accompagnées d'exemples multiples, d'exécutions et de consultations techniques.

Telle est l'œuvre considérable de M. Planat.

Nous donnons ci-dessous le résumé de la table des matières; elle donnera bien l'impression que *toutes* les questions de l'art de bâtir y sont examinées, et les ingénieurs, les constructeurs et les architectes y trouveront presque à coup sûr le calcul ou l'indication dont ils peuvent avoir besoin.

J. G.

Ire partie : *Connaissance des matériaux*.

Pierres de construction et Résistance. Granits, briques et tuiles. Bois. Métaux. Chaux et ciments, mortiers et bétons.

Ciments spéciaux et composés artificiels. Le ciment armé. Appareils à essayer les matériaux. Travail normal des matériaux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

IIe partie : *Fondations.*

Procédés anciens. Sondages, drainage. Procédés actuels : Battage des pieux. Mauvais terrains à traverser. Cheminées d'usines.

IIIe partie : *Notions élémentaires de mécanique statique.*

IVe partie : *Murs ordinaires.*

Stabilité des murs. Construction. Murs de clôture. Murs soumis à des charges exceptionnelles. Consoles et balcons, loggias et bow-window sur poutrelles; encorbellements, voussures. Poussées sur les murs. Causes des désordres survenus dans les murs. Piles en maçonnerie.

Ve partie : *Murs de soutènement*

Théorie. Types. Écartement des contreforts. Murs sans contreforts. Murs avec redans. Remblais surchargés. Murs montés sur arcs et murs consolidés par arcatures.

VIe partie : *Murs de réservoirs.*

Murs de réservoirs sans contreforts ; avec contreforts. Réservoirs sur voutants et sur voûtes. Réservoirs sous remblais. Barrages et bâtardeaux. Glacières et silos. Fosses et citernes.

VIIe partie : *Voûtes en maçonnerie*

Caves ; arcs ; égouts, ponceaux et aqueducs.

VIIIe partie : *Voûtes d'églises.* — IXe partie : *Flèches et tours.* — Xe partie : *Emploi du béton armé.* — XIe partie : *Théorie des charpentes fer et bois.* — XIIe partie : *Application aux éléments de constructions.* — XIIIe partie : *Planchers et passerelles.* — XIVe partie : *Fermes en bois.*

XVe partie ; *Fermes métalliques.*

Travail du fer dans les fermes métalliques. Influence de la température; action du vent. Fermes d'atelier. Fermes avec tirants et sans tirants.

XVIe partie : *Chauffage et ventilation.* — XVIIe partie : *Éclairage. Électricité.*

XVIIIe partie : *Hydraulique.*

Applications pratiques : Évaluation des débits. Conduites d'eau. Conduites spéciales et divers. Glacières.

XIXe partie : *Hygiène.*

La structure de la fibre de la laine et ses rapports avec les applications techniques, par M. F. H. Bowman. Londres, Mac Millan and Co, Saint-Martin's street, 1908.

Les conférences faites sur la laine par M. F. Bowman au Technical College de Bradford en 1880 (1re édition publiée en 1881, 2e édition en 1882), puis celles faites en 1884 dans plusieurs villes d'Écosse (publiées en 1885), ont eu un succès très grand. Le présent volume est le second d'une série de trois consacrés au coton, à la laine, à la soie. C'est le traité classique sur la laine.

Une question qui rendit perplexe l'auteur fut le choix des figures; seraient-elles des photographies ou des dessins? Il a choisi les dessins, parce que, dit-il, les distinctions caractéristiques sont plus nettement rendues par le dessin que par la photographie ; celle-ci les donne bien à la vision, mais ne les montre pas aussi clairement à la reproduction.

L'objet de l'ouvrage est d'exposer les caractères distinctifs de la fibre brute, aussi bien au point de vue chimique qu'au point de vue mécanique, mais autant qu'elles aident soit le traitement par les machines, soit l'action des agents de blanchiment et de teinture.

J. G.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

I. — Généralités sur la nécessité de l'enseignement technique, sur les progrès du Japon et de la Chine. Comparaison des méthodes anglaises et françaises de traitements de la laine. Emploi du microscope.

II, III, IV, V. — Classification des fibres. Structure de la peau. Développement du poil. Variations dans la structure du poil.

VI, VII. — Histoire et espèces de moutons et de chèvres. Moutons étrangers. — VIII. Élevage des moutons. Sortes de laine. — IX. Structure mécanique de la laine. — X. Composition chimique de la laine. — XI. Action des agents chimiques sur la laine. — XII. Qualités et sortes de laine. Leur distinction. — XIII. Résistance des laines. Essais des filés. — XIV. Théorie de la teinture. — XV. Méthodes d'analyse et caractérisation des différentes fibres.

DIRECTION DU TRAVAIL. **Statistique des grèves et des recours à la conciliation et à l'arbitrage survenus pendant l'année 1907.**

Il y a eu, en 1907, 1275 grèves comprenant 197,961 grévistes; elles ont entraîné 3 562 220 journées de chômage, dont 513 774 jours chômés par 30 684 ouvriers non grévistes.

Les 1 309 grèves de l'année 1906 avaient occasionné 9 438 594 journées de chômage, dont 8 692 104 pour les 438 466 grévistes proprement dits, ce qui faisait une perte moyenne de 19 jours par gréviste. En 1907, la moyenne des jours chômés a été de 15 par gréviste.

Après les industries du bâtiment qui ont fourni 272 grèves avec 35 571 grévistes, viennent les industries textiles, avec 247 grèves et 33 348 grévistes, les industries du transport, avec 141 grèves et 43 248 grévistes, le travail des métaux avec 135 grèves et 19 006 grévistes; les industries du bois avec 93 grèves et 9 577 grévistes.

Voici les résultats comparatifs des grèves de 1907 avec celles des dix années précédentes (moyenne p. 100):

	Grèves.		Grévistes.	
	Moyenne 1897-1906	1907	Moyenne 1896-1906 p. 100	1907
Réussite des ouvriers. . .	22,91	20,63	12,14	12,31
Transactions.	39,01	38,43	61,95	66,08
Échec	38,05	40,94	25,91	21,64

De ces 1275 grèves, 789 ont duré une semaine ou moins; et parmi elles, 136 ont duré de 1 à 2 jours, 222 n'ont duré qu'une journée. 24 grèves ont duré plus de 100 jours: à Paris, terrassiers, 320, 273 et 234 jours; à Roubaix, tisseurs de laine, 209 jours; à Escaupont, verriers, 176 jours; à Valpajola, scieurs à la mécanique, 162 jours; à Werwicq-Sud et Halluin, tisseurs de toiles, 152 jours; à Tulle, batteurs d'or, 145 jours; à Hem, tisseurs, 142 jours; à Paris, granitiers, 142 jours; à Coësmes, ardoisiers, 139 jours; à Vivier-au-Court, ferronniers, 139 jours; à Haybes, ardoisiers, 137 jours; à Revin, ouvriers de fonderie, 133; à Saint-Rémy-sur-Durolle, couteliers, 123 jours; au Tréport, verriers, 123 jours; à Bordeaux, verriers, 120 jours; à Roubaix, trieurs de déchets de laine, 117 jours; à la Gorgue-Estaires, tisseurs, 116 jours; à Fours, bûcherons, 109 jours; à Flers, tisseurs, 109 jours; à Paris, bijoutiers, 109 jours; à Neuville-sur-Saône, maçons, 104 jours; à Buxières-les-Mines, mineurs, 103 jours.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le tableau suivant donne les évaluations de pertes ou de gains dans les grèves qui ont eu pour but un maintien ou une augmentation de salaires.

	Grèves.	Grévistes.	Salaire. Avant.	Salaire. Après.	Salaire. Gain.	Jours chômés.	Salaires perdus (en milliers de francs).	Perte par gréviste.	Nombre de jours nécessaires pour compenser les pertes.
				DEMANDES D'AUGMENTATION DE SALAIRE					
			francs.					francs.	
Réussite. . .	128	11 818	4,27	4,68	0,41	134 446	0,573	48,53	118
Transaction.	252	54 653	4,12	4,50	0,38	1 037 713	4,271	78,16	208
Échec. . . .	257	25 875	3,65	3,65	»	617 238	2,250	86,97	»
Total. .	637	92 346	3,97	4,24	0,27	1 789 397	7,095	76,83	274
				RÉDUCTION DE SALAIRE					
Réussite. . .	6	436	4,81	5,72	0,91	2 172	10,5	23,96	26
Transaction.	2	60	2,04	2,31	0,27	390	0,8	13,27	49
Échec. . . .	6	143	1,76	1,76	»	1 210	2,0	14,92	»
Total. .	14	689	3,55	4,25	0,70	3 772	13,0	20,93	54
Tot. général.	651	92 985	3,96	4,24	0,28	1 793 169	7,108	76,45	273

L'application de la loi du 27 décembre 1892 sur la conciliation et l'arbitrage a été, au cours de l'année 1907, constatée dans 250 différends : dans 16 d'entre eux avant toute cessation de travail.

Sur le nombre 1275 des grèves de l'année, la proportion des recours a donc été de 19,61 p. 100. Elle avait été de 23,07 en 1906, et de 24,36 en moyenne pour les quatorze premières années d'application de la loi.

L'initiative des recours a été prise dans 95 grèves par les ouvriers, dans quatre par les patrons, dans douze par les patrons et les ouvriers réunis ; le juge de paix est intervenu d'office dans 139 grèves. Quelques grèves ont donné lieu à la réunion de deux Comités (grèves des apprêteurs de Darnetal, des mécaniciens-constructeurs de la Madeleine, des maçons de Tarare et de Villefranche, des tailleurs de pierre de Quimper). La tentative de conciliation a été repoussée 80 fois dont 73 fois par les patrons, 5 fois par les ouvriers et 2 fois par les deux parties. A la suite de ces refus, 2 différends ont pris fin, 1 par l'abandon des demandes et 1 par remplacement des ouvriers en cause. Dix autres différends se sont terminés par la conciliation directe. Deux différends se sont terminés par une transaction avant la réunion du Comité de conciliation.

Dans 78 cas, la grève a été combinée ou déclarée après les refus d'entrer en pourparlers en présence du juge de paix.

Il reste 158 différends pour la solution desquels des Comités de conciliation ont été constitués : 91 d'entre eux ont été terminés directement par les Comités. La proposition de recourir à un arbitrage a été faite 38 fois et repoussée 21 fois, dont 9 par les patrons, 2 par les ouvriers et 10 par les deux parties.

Aux 101 différends terminés par les Comités de conciliation ou par l'arbitrage, il y a lieu d'en ajouter 7 autres qui ont pris fin sous l'influence des explications qui avaient été échangées au Comité de conciliation.

Parmi les exposés de détails, signalons ceux relatifs à une grève de tissus à Roubaix qui a duré du 28 février au 25 septembre, ceux relatifs aux différends qui ont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

éclaté à plusieurs reprises entre les tisseurs à la main du centre d'Avesnes-les-Aubert et leurs employeurs, et qui ont pris fin par des transactions sans que le travail fût interrompu pendant les négociations, ce qui devrait être le cas le plus général pour le plus grand bien des employeurs et des employés; enfin les détails relatifs à une grève de tisseurs à Houplines qui a été réglée par l'intervention d'un comité d'usine établi depuis le 15 octobre 1906.

Les moteurs à gaz. Étude de projets, construction et conduite des moteurs à explosion, par M. H. Haeder, traduction de M. Varinois, 2 volumes in-8°, 206 et 248 p., 1600 figures et 100 pl. Paris, Dunod et Pinat (30 francs).

Cet ouvrage est écrit pour les praticiens et constructeurs qui ont affaire aux moteurs à gaz réels et pas seulement aux quelques équations plus ou moins représentatives de leur fonctionnement thermique, d'ailleurs en grande partie inconnu. Il donne à ces praticiens, par qui le moteur à gaz existe réellement, marche et progresse, les moyens d'en étudier l'ensemble et toutes les parties essentielles à la lumière des leçons fournies par cette expérience spéciale qui est comme la base de toute réalisation mécanique industrielle et véritablement utile: la pratique. Cette pratique met en œuvre le génie de l'inventeur (très souvent ce que l'on est convenu d'appeler un ignorant: un comptable, par exemple, comme Otto dans le cas du moteur à gaz), puis l'art du constructeur et de l'ingénieur aidé, au besoin, de quelques formules élémentaires.

Ces formules qui permettent de calculer approximativement les dimensions des cylindres, les volants assurant un coefficient de régularité donné aux moteurs des différents cycles et accouplements, leur équilibrage, les bielles, les pistons, les paliers..., sont données en surabondance dans l'ouvrage de M. Haeder, avec les coefficients déduits de la pratique, toujours suivies d'exemples numériques et presque toujours de tableaux qui en précisent et facilitent grandement l'emploi.

Mais ce qu'il y a de plus remarquable dans l'ouvrage de M. Haeder, c'est la suite unique de ses dessins, les uns simplifiés, les autres de construction avec toutes leurs cotes, donnant avec une minutie des plus fouillées les moindres détails de l'anatomie des moteurs, et la justification de ces détails (soupapes, leviers roulants, cames, allumages...), suggérant au praticien à la recherche d'un type nouveau une foule d'idées, de précautions à prendre, de petits écueils cachés à éviter avec soin, et qu'aucune théorie ne saurait indiquer.

Ce n'est pas à dire qu'il suffira de posséder l'ouvrage de M. Haeder pour se mettre à fabriquer des moteurs à gaz comme des petits pains chez le boulanger ou des projets pour un concours d'école. Une belle et bonne pièce de mécanique est une œuvre d'art autant que de calcul, et l'on ne devient pas artiste uniquement en lisant des bouquins; mais ce que l'on peut affirmer c'est que cet ouvrage présente au constructeur le guide le plus complet et le plus sûr qu'il puisse souhaiter dans ses tâtonnements inévitables, et qu'il ne saurait s'en passer. G. R.

La science au théâtre : Étude sur les procédés scientifiques en usage dans le théâtre moderne par MM. A. DE VAULABELLE et CH. HEMARDINQUER. In-8°, 290 p. Paris, H. Paulin et Cie, 21, rue Hautefeuille (6 francs).

Personne ne regrettera les 6 francs qu'il aura consacrés à l'achat de cet ouvrage, ne serait-ce que par l'intérêt que présente l'explication d'innombrables trucs d'optique,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'acoustique et d'escamotage qui ont émerveillé notre enfance. Ce sont des procédés extrêmement simples et par conséquent très ingénieux. Malheureusement, on ne saurait en dire autant de la mécanique proprement dite du théâtre : dessous presque toujours en bois, embrouillés et combustibles comme une forêt d'énormes allumettes, grils, treuils rudimentaires, marchant à force de bras... alors que tout cela pourrait s'éclaircir, se simplifier et décupler de puissance, de sécurité, de rapidité et d'économie par l'emploi de moteurs électriques appropriés.

Et nos précautions contre l'incendie : comme c'est enfantin toutes ces petites retouches avec règlements minutieux, multiples et compliqués, à côté des moyens radicaux et simples employés dans les nouveaux théâtres à l'étranger, aux États-Unis notamment (1).

L'ouvrage de MM. de Vaulabelle et Hémardinquer, d'une lecture facile, est, en somme, très intéressant, tant par ce qu'il décrit que par ce qu'il suggère de perfectionnements possibles et, croyons-nous, faciles à réaliser dans la machinerie et la construction des théâtres.

G. R.

(1) *Bulletin* de mars 1907, p. 343.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

EN JANVIER 1909

Don de M. Emile Guimet, membre correspondant de notre Société :

Annales du musée Guimet. Conférences. (Bibliothèque de vulgarisation, tomes XII (L. de Milloué, 1898-1899), XIV (L. de Milloué, 1890-1900 et 1900-1901), XV et XVI (1903-1904), XVII (Émile Guimet), XVIII, XIX, XX, XXV, XXVI (L. de Milloué, 1901-1902, et 1902-1903), XXVII (L. de Milloué, 1903-1904, 1904-1905 et 1905-1906), XXIX, XXX. Paris, Ernest Leroux.

Pér. 333

Pierre (S.). **Chimie des parfums et fabrication des essences** (Encyclopédie Industrielle), 392 p., 72 fig. Paris, J.-B. Baillière et Fils, 1909. **13587**

Sauveur (Albert) and Boylston (H. M.). **Laboratory Experiments in metallurgy.** 26 × 20,5 de 73 p., 17 fig. The authors, Cambridge, 1908. **13588**

Moreau (M.). (**Cours d'industries du bâtiment**). 2 vol. **Chauffage et Ventilation** (École spéciale de travaux publics) 23 × 8 de 95 et 117 p., 53 et 41 fig. Paris, École spéciale des Travaux Publics, 1906, 1909. **13589, 13590**

Arnodin (F.). **La lutte économique des transports.** In-12 (18 × 12) de 129 p. Paris, Marcel Rivière, 1909. **13591**

Espérandieu (Cdt). **Fouilles du Mont Auxois. Rapport sur les fouilles exécutées en 1907** (*ex* Bulletin archéologique, 1908, 31 p., VI pl.).

Bowman (F.-H.). **The structure of the wool fibre, and its relation to the use of wool.** In-12 (18 × 12) de XIX-475 p., 78 fig. London, Macmillan and Co, 1908. **13592**

Blancarnoux (Paul) et Blancarnoux (Pierre). **Constructions rurales.** Matériaux. Habitations des gens. Logements des animaux et des récoltes (L'Agriculture au XXe siècle), 271 p., 57 fig. Paris, Lucien Laveur. **13593**

Degens (Pieter Nicolaas). **Legeeringen van tin en lood** (Proefschrift-Doctor in te technische Wetenchap aan de technische Hoogeschool te Delft). (16 × 24) de 77 p., 32 fig. Dordrecht, Morks et Geuze, 1908. **13594**

Tesch (P.-M.-T.). **Der Niederländische boden und die ablagerungen des Rheines und des maas aus der jüngeren tertiär und der älteren diluvialzat** (Proefschrift-Doctor in te technische Wetenschap aan de technische Hoogeschool te Delft). (25 × 19) de 74 p. Amsterdam. **13595**

Royaume de Belgique. Office du travail (Monographies industrielles). **Industries du caoutchouc et de l'amiante** (27 × 17) de 232 p., fig. Bruxelles, J. Lebègue et Cie, 1908. **13595**

Royaume de Belgique. Office du travail (Monographies industrielles). **Constructions des machines et appareils électriques** (26 × 17) de 336 p., fig. Bruxelles, J. Lebègue et Cie, 1908. **13596**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Brochet (André). **État actuel de l'industrie du chlore et des alcalis électrolytiques,** (*ex* Bulletin de la Société Internationale des Électriciens, décembre 1908), 20 p., 8 fig. Paris, Gauthier-Villars, 1908.

Champly (René). **La force motrice et l'eau à la campagne.** In-8 (25 × 17) de 432 p., 286 fig. Paris, H. Desforges, 1909. **13 597**

Grellier (Camille). **L'industrie de la porcelaine en Limousin.** Son origine, son évolution, son avenir. In-8 (26 × 17) de 511 p. Paris, Émile Larose, 1909. **13 598**

Chaplet (A.) et Rousset (H.). **Les succédanés de la soie. Les soies artificielles.** In-8 (19 × 19) de 168 p., avec 19 fig. (Encyclopédie scientifique des Aide-mémoire). Paris, Gauthier-Villars, 1908. **13 599**

Le Grand (G.). **Vade-Mecum des transports par omnibus automobiles.** In-12 (17 × 13) de 160 p. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1908. **13 600**

Nansouty (Max de). **Le machinisme. Son rôle dans la vie quotidienne** (12 conférences). In-8 (21 × 14) de 300 p. xxviii pl. Paris, Pierre Roger et Cie, 1809. **13 601**

Guarini (Émile). **Les mines à travers les âges. — L'exploitation électrique.** (26 × 17) de 36 p. Paris, H. Dunod et E. Pinat. **8 004 b**

Lewkowitsch (J.). **Technologie et analyse chimiques des huiles, graisses et cires,** Traduit du manuscrit spécialement rédigé pour cette édition par l'auteur, par Émile Bontoux. Tome II. In-8 (25 × 16) de xiii p., 563 à 1423. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1909. **13 602**

Auvert. **La traction électrique sur la ligne du Fayet à Chamonix** et à la frontière suisse (*ex* Revue générale des chemins de fer, novembre 1908, 35 p., 34 fig., x pl.).

The proceedings and Transactions of the Nova Scotian Institute of science. Vol. XI, part 3 and 4, session of 1904-1905, 1905-1906, vol. XII, p. 1, session of 1906-1907, Halifax, Institute by Mc Alpine publishing Co. **Pér. 334**

Royaume de Belgique. Office du Travail. — *Rapports annuels de l'inspection du travail.* 13e année (1907). Bruxelles. J. Lebègue et Cie 1908.

Pér. 277

Royaume de Belgique Office du travail. — *Annuaire de la Législation du Travail,* publié par l'Office du Travail de Belgique, 11e année, 1907. Bruxelles, J. Lebègue et Cie, 1908.

Pér. 278

The Institution of civil Engineers. *Minutes of Proceedings,* Vol. CLXXIV. London, Great George Streeh, Westminster, 1908.

Pér. 189

Territoires du sud de l'Algérie. — Service géologique. — Compte Rendu de la Campagne 1907-1908. Alger, Victor Heintz, 1908.

American Society of mechanical Engineers, *Transactions,* Vol. 29. New-York, published by the society, 1908.

Pér. 200

Société Chimique de France. — *Tables des années 1899 à 1906* du Bulletin de la Société Chimique. 1er fascicule : Table analytique des auteurs; 2e fascicule : Table analytique des matières dressées par M. R. Marquis. Paris, Masson et Cie, 1908.

Pér. 103

Annual Report of the Bureau of american ethnology (1904-1905). Washington, Government printing office, 1908.

Pér. 25

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ASSOCIATION ALSACIENNE DES PROPRIÉTAIRES D'APPAREILS A VAPEUR. *Section française. Exercice 1907.*

Pér. 31

Annual Report of the Board of Regents of the SMITHSONIAN INSTITUTION, années 1850-1853-1854-1855-1856-1862-1863-1864-1866. Washington, Government printing office.

Pér. 27

Smithsonian Miscellaneous Collections. *Catalogue of publications of the Smithsonian Institution* (1846-1882) with an alphabetical index of articles. Washington, Smithsoniam Institution, 1882.

Pér. 27

Annals of the ASTROPHYSICAL OBSERVATORY of the Smithsonian Institution. Vol. II. Washington, Government printing office, 1908.

Pér. 240

Repertorium der technischen journal-Literatur, Herausgegeben in Kaiserlichen Patentamt, Jahrgang 1907. Berlin, Carl Heymanns Verlag, 1908.

Pér. 327

DIRECTION GÉNÉRALE DES DOUANES. — *Tableau Général du commerce et de la navigation.* Année 1907. 2e volume : Navigation.

Pér. 34

Nouvelles archives des missions scientifiques et littéraires. Tome XVI, fascicules 2, 3 et 4. Tome XVII, fascicule 1.

Pér. 38

Un siècle de Commerce entre La France et le Royaume-Uni. — Tableaux statistiques et graphiques (*in* Annales du commerce extérieur). Paris, Imprimerie nationale, 1908.

Pér. 107

Agenda Lumière 1909.

Pér. 286

Encyclopédie Universelle (ou Répertoire analytique universel) *des Industries Tinctoriales et des industries annexes, teintures, impressions, blanchiments, apprêts,* publiée sous la direction de M. Jules Garçon. Fascicule 43; Deutsche chemische Gesellschaft, par M. Paul Richard. Paris, La Direction, 40 *bis*, rue Fabert, 1909.

Pér. 268

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LITTÉRATURE

DES

PÉRIODIQUES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE DE LA SOCIÉTÉ

Du 15 Janvier au 15 Février 1909

DÉSIGNATIONS ABRÉGÉES DES PUBLICATIONS CITÉES

Ag. . . . Journal de l'Agriculture.
Ac. . . . Annales de la Construction.
ACE . . . American Society of civil Engineers.
ACP. . . . Annales de Chimie et de Physique.
AIM. . . . American Institute of Mining Engineers.
AM. . . . Annales des Mines.
AMa . . . American Machinist.
Ap. . . . Journal d'Agriculture pratique.
APC. . . . Annales des Ponts et Chaussées.
Bam. . . . Bulletin technologique des anciens élèves des Écoles des arts et métiers.
BCC. . . . Bulletin du Congrès international des chemins de fer.
CN. . . . Chemical News (London).
Cs. . . . . Journal of the Society of Chemical Industry (London).
CR. . . . Comptes rendus de l'Académie des Sciences.
E. . . . . Engineering.
E' . . . . The Engineer.
Eam. . . . Engineering and Mining Journal.
Elé. . . . L'Électricien.
Ef. . . . Économiste français.
EM. . . . Engineering Magazine.
Fi . . . . Journal of the Franklin Institute (Philadelphie).
Gc. . . . . Génie civil.
IC. . . . . Ingénieurs civils de France (Bulletin).
Ie. . . . . Industrie électrique.
Im . . . . Industrie minérale de St-Étienne.
It. . . . . Industrie textile.
IoB. . . . Institution of Brewing (Journal).
LE . . . . Lumière électrique.
Ms. . . . . Moniteur scientifique.
MC. . . . Revue générale des matières colorantes.
PC. . . . Journal de Pharmacie et de Chimie.
Pm. . . . Portefeuille économ. des machines.
RCp . . . Revue générale de chimie pure et appliquée.
RdM. . . . Revue de métallurgie.
Rgc. . . . Revue générale des chemins de fer et tramways.
Ré . . . . Revue électrique.
Ri . . . . Revue industrielle.
RM. . . . Revue de mécanique
Rmc. . . . Revue maritime et coloniale
Rso. . . . Réforme sociale.
RSL. . . . Royal Society London (Proceedings).
Ru. . . . . Revue universelle des mines et de la métallurgie.
SA. . . . Society of Arts (Journal of the).
ScF. . . . Société chimique de France (Bull.).
Sie. . . . . Société internationale des Électriciens (Bulletin).
SIM. . . . Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse.
SL. . . . . Bull. de statistique et de législation.
SNA. . . . Société nationale d'Agriculture de France (Bulletin).
StE. . . . Stahl und Eisen.
Ta. . . . . Technique automobile.
Tm. . . . Technique moderne.
Va. . . . . La Vie automobile.
VDI. . . . Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure.
ZaC. . . . Zeitschrift für angewandte Chemie.
ZOI. . . . Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieure und Architekten-Vereins.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

AGRICULTURE

Asperge. Mouche de l' —, mœurs et dégâts (Roubaud). *CR.* 18 *Janv.*, 195.
Aveyron. Agriculture de l'. *Ap.* 11 *Fév.*, 173.
Blé. Production dans l'empire britannique (Humphries). *SA.* 11 *Fév.*, 230.
Bétail Alimentation du (Grandeau). Ration du bœuf en stabulation. *Ap.* 21-28 *Janv.*, 73, 102.
— Engraissement. Origine de la graisse. (*id.*) 11 *Fév.*, 167.
— Utilisation des cadavres d'animaux. *Ap.* 4 *Fév.*, 142.
— Ration d'entretien de mouton. Production et composition de la laine (Grandeau). *Ap.* 4 *Fév.*, 135.
— Engraissement des bœufs en Charente (Hitier). *Ap.* 21-28 *Janv.*, 74. 106.
— Fécule saccharifiée dans l'élevage des veaux. *Ap.* 4 *Fév.*, 137.
Beurre. Industrie du (Lallié). *La Nature*. 13 *Fév.*, 171.
Caféiers. Régénération des plantations par introduction d'une espèce nouvelle (Dybowski). *CR.* 25 *Janv.*, 232.
Champagne. Sa délimitation. *Ap.* 11 *Fév.*, 169.
Chevaux. Crise chevaline. *Ap.* 11 *Fév.*, 171.
Corse. Rénovation agricole (A. Dumazet). *Ap.* 28 *Janv.*, 103.
Culture sous verres colorés. Expériences de Juvisy. *Cosmos.* 6 *Fév.*, 150.
Cuscute et répression des fraudes. *Ap.* 11 *Fév.*, 178.
Engrais. La vie du sol (Rousset). *Cosmos.* 23 *Janv.*, 90.
— Superphosphates (les) (T. Collot). *Ap.* 28 *Janv.*, 111.
— Diffusion des engrais salins dans la terre (Muntz et Gaudechon). *CR.* 1er *Fév.*, 253.
— Dissociation des carbonophosphates, rôle dans la nature (Barillé). *CR.* 8 *Fév.*, 344.
Forêts. Le reboisement. *E.* 29 *Janv.*, 153.
Insectes nuisibles. Emploi des insecticides arsénieux (Vermorel et Dantouey). *CR.* 1er *Fév.*, 302.
Irrigations dans l'Inde. Présidence de Madras (Martin). *E'.* 29 *Janv.*, 109.
— Barrage d'Esnech, Nil. *E'.* 22 *Janv.*, 78; *E.* 5 *Fév.*, 173.
Jardins alpins. *Ap.* 21 *Janv.*, 80.
Lait. Contrôle du. *ZaC.* 22 *Janv.*, 149.
Ouvriers agricoles polonais en France. *Ap.* 28 *Janv.*, 101.
Pommes de terre. Adaptations culturales et variations (Labergerie). *SNA. Déc.*, 788.
Rouleau sous sol Campbell. *Ap.* 4 *Fév.*, 139.
Sources (les) (Ringelmann). *Ap.* 11 *Fév.*, 174.
Stramoine (la). *Ap.* 4 *Fév.*, 144.
Syndicats agricoles et projet de loi du ministre de l'agriculture (Doin). *RSo.* 16 *Fév.*, 225.
Viandes congelées. Contrôle chimique en Nouvelle-Zélande (Wright). *Cs.* 15 *Fév.*, 124.
Vigne. Essai d'inculture (Vivier). *Ap.* 21 *Janv.*, 77.

CHEMINS DE FER

Automotrice au pétrole de l'État prussien. *VDI.* 6 *Fév.*, 201.
Chemins de fer de Wilmslow-Levenshulme, Angleterre. *E'.* 29 *Janv.*, 108.
— suisses en 1996. *Rgc. Janv.*, 22.
— densité du trafic (*id.*) 16.
— du Brésil. *Rgc. Janv.*, 40.
— de l'Inde anglaise en 1908. *Rgc. Fév.*, 110.
— des États-Unis. Trafic pendant les crises. *Rgc. Fév.*, 117.
— souterrain de New-York, augmentation de sa capacité. (*id.*) 55. Métro de Paris, ligne n° 5. *Ac. Fév.*, 18.
— Bergen-Christiania. *E.* 12 *Fév.*, 207.
— Camertson-Limpley. *E'.* 5 *Fév.*, 130.
— français. Rachat de l'Ouest. *Gc.* 13 *Fév.*, 252.
— coloniaux français. *Rgc. Fév.*, 124.
— d'intérêt local. *Rgc. Janv.*, 30. Législation (Doniol). *Rgc. Fév.*, 87.
— et tramways en France. Unité technique. Circulaire ministérielle du 8 juillet 1908. *AM. Août*, 464.
— funiculaire de Wetterhorn Grindelwald. *Gc.* 13 *Fév.*, 249.
— *Électriques* Seebach-Wettinghen. *Re.* 30 *Janv.*, 48, 53; *Fév.*, 94.
— — Électrification du London Brighton. *E'.* 5 *Fév.*, 186.
— — du South London. *E'.* 12 *Fév.*, 162.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chemins de fer *électriques*. Alternomoteurs monophasés de traction (Henry). *Elé.* 30 *Janv.*, 71.

Attelages avariés, réparations sur les chemins de fer de l'État autrichien. *Rgc. Fév.*, 137.

Circuits à rebroussement. Emploi pour le tournage des locomotives (Goupil). *AFC. Sept.*, 169.

Chauffage à l'eau chaude. *Ri.* 30 *Janv.*, 49.

— par thermo-siphon. Chemins de fer du Nord. *Tm. Janv.*, 58.

Dépôt de Decatur, Ill. *Rgc. Fév.*, 139.

Freins à vis pour wagons de la Cie de l'Est. *Rgc. Janv.*, 63.

Gares de New Bridge Newcastle, manutention électrique. *Re.* 15 *Fév.*, 92.

— du Bush Terminal Ry Co, New-York. *Rgc., Fév.*, 131.

Indicateur de vitesse (Hasler). *E.* 5 *Fév.*, 182.

Locomotives Compound. *E'.* 29 *Janv.*, 114; 12 *Fév.*, 158.

— et surchauffe (King). *E'.* 5 *Fév.*, 145.

— pour voies étroites (Hempel). *Rgc., Fév.*, 143.

— tender à 4 cylindres des chemins de fer de l'Ouest. *Tm. Janv.*, 47.

— à vapeur surchauffée. *E'.* 22 *Janv.*, 86.

— Crosse de piston du Canadian Pacific. *Rgc. Fév.*, 152.

— Limitation du poids. *E.* 42 *Fév.*, 166.

Rétablissement de la circulation sur la rive droite du Rhône à la suite des coupures causées par les inondations d'octobre 1907 (Ruffieux). *Rgc. Fév.*, 75.

Signalisation. Hollande, Belgique, Suisse, Italie (Epinay). *APC. Mars*, 12. Postes électromagnétiques du P.-L.M. (Martiny). *Tm. Fév.*, 83.

Voie. Joint à pivot asymétrique (Bouchard). *Rgc. Janv.*, 9.

— Rails du Pennsylvania Rr. Spécifications nouvelles. *E.* 12 *Fév.*, 218.

TRANSPORTS DIVERS

Automobiles. Avenir en Angleterre. *E.* 22 *Janv.*, 117.

— Avenir des transports automobiles (Guedon). *Va.* 23 *Janv.*, 57.

— Salon de 1908. *Gc.* 30 *Janv.*, 221; 6 *Fév.*, 236.

Automobiles. Éclairage par dynamos. *Ie.* 25 *Janv.*, 32.

— Autobus à trolly. *E'.* 22 *Janv.*, 83.

— Motocyclette Alcyon. *Va.* 30 *Janv.*, 74.

— Camion au pétrole Broom et Wade. *E'.* 22 *Janv.*, 98.

— électriques Siemens Shuckert. *Re.* 30 *Janv.*, 66.

— à pétrole. Voiture Roval. *Ri.* 30 *Janv.*, 44.

— — de la Neuen Automobil. Ges. Berlin. *VDI.* 13 *Fév.*, 256.

— — Moteurs en V. Équilibrage (Carlès). *Ta.* 15 *Janv.*, 1.

— — Ariès. *Va.* 23 *Janv.*, 54.

— — Knight (*id.*). 23 *Janv.*, 6.

— — Pipe. *Va.* 13 *Fév.*, 103.

— Châssis des. Leur étude.

— Transmissions au Salon. *Va.* 30 *Janv.*, 70; 6 *Fév.*, 91.

— Suspension multiplex. *Ta.* 15 *Janv.*, 8. Granieri. *Cosmos.* 6 *Fév.*, 149.

Tramways *électriques* à plots. G. B. *E'.* 22 *Janv.*, 85.

— Tramways allemands en 1906-1907. *Rgc. Janv.*, 47.

— — français en 1908. *Ef.* 6 *Fév.*, 195.

CHIMIE ET PHYSIQUE

Acides trialcoylacétiques. Mode de préparation général (Haller et Bauer). *CR.* 18 *Janv.*, 127.

— sulfurique. Emploi des fours mécaniques (Gazel). *Revue Scientifique.* 30 *Janv.*, 138.

— cyanhydrique. Formation dans l'action de l'acide nitrique sur les phénols et les quinones (Segewetz et Poizat). *CR.* 1er *Fév.*, 286.

Alcool dénaturé. Emplois industriels (Dulac). *Tm. Janv.*, 51.

Alimentation. Chimie de l' (Snell). *Cs.* 30 *Janv.*, 49.

Agosterol. Substance cholesterolique dans les sols (Schreiner et Shorey). *CN.* 29 *Janv.*, 53.

Alcools distillés dans l'air et dans le vide. Analyses comparatives (Girard et Chauvin). *Ms. Fév.*, 73.

— Extraits alcooliques de fruits (Chauvin). (*id.*) 90.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Alcools. Préparation des oxydes alcooliques. Nouvelle méthode (Senderens). *CR.*, 25 *Janv.*, 227.

Brasserie. Divers. *Cs. Fév.*, 153.

Caoutchouc au Sud-Est de Madagascar. *Cs.* 30 *Janv.*, 99.

Carburendum (le) (Baraduc Muller). *IC. Nov.*, 793; *RdM. Fév.*, 117.

Carbure de calcium. État actuel de sa fabrication (Pitaval). *Gc.* 6 *Fév.*, 240.

— de barium. Action de l'azote. *ZaC.* 22 *Janv.*, 193.

Céramique. Unification des briques réfractaires. *E.* 29 *Juin*, 167.

— Poteries mexicaines. *S.A.* 29 *Janv.*, 207.

— Porcelaines du Japon. *Spreechshall.* 28 *Janv.*, 43.

— Divers. *Cs.* 30 *Sept.*, 91,

Changements chimiques. Leur nature (Armstrong). *CN.* 22 *Janv.*, 37.

Chauffage des liquides. Circulation des liquides chauffés (Miller). *Cs.* 15 *Fév.*, 125.

Chaux et Ciments. Action de la gelée (Matthews et Watson). *ACE. Janv.*, 2.

— Raccordement du nouveau ciment au vieux (Goodrich). *ACE. Janv.*, 15.

— Fabrication du ciment de portland avec des matières riches en magnésie. *Le Ciment. Janv.*, 4.

— Divers. *Cs.* 30 *Janv.*, 92; 15 *Fév.*, 141.

— Action de l'eau de mer. *Le Ciment. Janv.*, 7.

— Four rotatif Morgan. *Le Ciment. Janv.*, 17.

Chinconamine et autres alcaloïdes rares (Howard et Chick). *Cs.* 30 *Janv.*, 53.

Chlorure de soufre S^2Cl^2. Action sur les oxydes métalliques (Bourion). *CR.* 18 *Janv.*, 170.

Colloïdes. Extension aux — de la notion de solubilité (Duclaux). *CR.* 1er *Fév.*, 295.

— Composition chimique de l'argent colloïdal électrique (Rebière). *CR.* 8 *Fév.*, 344.

Corrosion du fer. *RdM. Janv.*, 14. (Cushman). *CN.* 22 *Janv.*, 39.

— Attaque de fer par l'eau et les solutions aqueuses. (*id.*). 19.

Désinfectants. Méthode physico-chimique pour déterminer leur valeur antiseptique (Schryver et Lessing). *Cs.* 30 *Janv.*, 60.

Éclairage. Solutions actuelles (Vigneron). *Tm. Janv.*, 42.

Éclairage au gaz. Allumage électrique des becs (Wendt). *J. f. Gasb.* 30 *Janv.*, 97.

— Allumage par incandescence et combustion des gaz sans flamme (Meunier). *CR.* 1er *Fév.*, 292.

— Éclairage au gaz comprimé. (*id.*). 6 *Fév.*, 120.

Égouts. Épuration électromagnétique des eaux à Santa Monica (Californie). *Elé.* 23 *Janv.*, 49.

— Épuration et filtres (Lubbert). *VDI.* 23 *Janv.*, 135.

— — par les oxychlorures. *E.* 12 *Fév.*, 222.

— Cinquième rapport de la Commission royale sur les eaux d'égout (Thomson). *Cs.* 30 *Janv.*, 72.

— Fours pour incinération des ordures ménagères. *Ac. Janv.*, 13.

Émaillage métallique sur verre ou métaux. Règlements d'ateliers. *Cs.* 30 *Janv.*, 91.

Essences et parfums. Divers. *Cs.* 30 *Janv.*, 107; 15 *Fév.*, 159.

Explosifs. Fulmi coton et nitroglycérine, leur production. *E.* 5 *Fév.*, 188. Règlement pour la fabrication des explosifs par le dinitribenzol. *Cs.* 15 *Fév.*, 134.

Fusion. Retard apparent de l'aluminium (Matignon). *ScF. Fév.*, 91.

Gaz à l'eau et gazogènes d'aspiration dans les usines. *Cs.* 30 *Janv.*, 79.

Glycérophosphates acides (Carré). *ScF. Fév.*, 109.

Huiles de spermaceti : essais (Dunlop). *Ms. Fév.*, 129.

— de coco dans le beurre (Paal et Amberger). *Cs.* 15 *Fév.*, 157.

— de sésame. Influence de la rancidité sur les résultats donnés par l'essai de Baudouin (Lauffs et Lewkowitsh). *Ms. Fév.*, 129.

— et graisses. Divers. *Cs.* 30 *Janv.*, 97; 15 *Fév.*, 149.

— Essai Potentoke. Sa valeur dans leur analyse (Tatlock et Thomson). *Cs.* 30 *Janv.*, 69.

Hydrogénation par les métaux divisés, applications nouvelles (Sabatier et Mailhe). *ACP. Janv.*, 70.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Hydrocelluloses. Formation et chimie des (Schwabbe). *ZaC.* 22-29 *Janv.*, 155, 197.

Iode. Action de la chaleur sur l'anhydride iodique (Guichard). *ScF. Fév.*, 86.

Laboratoire. Appareil pour, simultanément, extraire un précipité et en filtrer la dissolution (Record). *CN.* 29 *Janv.*, 53.

— Nouveaux agents de dissolution et d'extraction. *Ms. Fév.*, 133.

— Laboratoires de chimie appliquée de l'université de Leipsick. *ZaC.* 12 *Fév.*, 289.

— *Analyse* rapide des aciers (Harrison et Wheeler). *RM. Janv.*, 2; des laitons par électrolyse (Price et Humphries). *Cs.* 15 *Fév.*, 117.

— — des bases métalliques, séparation qualitative et quantitative. *ScF. Fév.*, 90.

— *Dosage* du tantale, volumétrique et colorimétrique (Faber). *RdM. Janv.*, 2.

— — volumétrique du barium (Hilland et Zink). *CN.* 22 *Janv.*, 42.

— — de l'arsenic par la méthode de Gutzeit (Sanger et Black). *Ms. Fév.*, 112.

— — du vanadium, molybdène, chrome et nickel dans l'acier (Blair). *Ms. Fév.*, 124.

— — du phosphore jaune dans les produits phosphorés. *Ms. Fév.*, 123.

— — colorimétrique de l'acide phosphorique (Pouget et Chouchack). *ScF. Janv.*, 104.

— — colorimétrique de l'oxygène dans l'eau (Frankforter). *Cs.* 15 *Fév.*, 157.

— — volumétrique de l'acide phosphorique et des phosphates mono et bi-alcalins (Wilkie). *Cs.* 30 *Sept.*, 68.

— — de l'oxygène dans les peroxydes en général, appareil Jaubert. *RCp.* 7 *Fév.*, 61.

— — iodométrique des acides vanadique et chromique et du fer en présence les uns des autres (Edgar). *American Journal of science. Fév.*, 174.

Laines. Lavage et ses sous-produits (Cogney). *Bam. Déc.*, 1443.

Lithium dans les minerais radioactifs (W. N. Hartley). *ACP. Janv.*, 127.

Meunerie. Appareil Robinson à mesurer l'humidité des blés. *E.* 12 *Fév.*, 227.

Optique. Pouvoir rotatoire dispersif dans l'ultra-violet et dans la région visible du spectre (Lowry). *RSL.* 31 *Déc.*, 472.

— Dispositif optique pour varier l'éclairement d'une surface suivant une loi donnée (Guillon). *CR.* 18 *Janv.*, 164.

— Comparaison des sources lumineuses hétérogènes (Bainville). *Le.* 10 *Fév.*, 56.

— Télémètre à courte base (le) (Taylor). *E.* 29 *Janv.*, 140; 12 *Fév.*, 205.

— Plaque à réseaux lignés donnant le relief stéréoscopique à vision directe (Estanave). *CR.* 25 *Janv.*, 224.

Or. Combinaisons avec le bronze (F. Meyer). *CR. Fév.*, 346.

Osmose. Pression osmotique des dissolutions concentrées et lois d'une solution parfaite (Lewis). *CN.* 22-29 *Janv.*, 40, 52; 5 *Fév.*, 63.

Oxydases et peroxydases artificielles (Martinaud). *CR.* 18 *Janv.*, 182.

Papiers divers. *Cs.* 15 *Fév.*, 158.

— surchargés. Caractères normaux (Belani). *Cs.* 30 *Janv.*, 105.

Permanganate : action sur les sels ferreux en présence de l'acide chlorhydrique (Berah). *CN.* 5 *Fév.*, 61.

Phosphore. Thermo-chimie du (Tomlinson). *CN.* 22 *Janv.*, 40.

— Phosphure de calcium. Préparation rapide pour obtention de l'hydrogène phosphoré (Matignon et Trannoy). *CR.* 18 *Janv.*, 167.

Phosphorescence. Déclin aux basses températures (Komalski). *CR. Fév.*, 280.

Photographie aérienne commandée à distance. Auby. *La Nature*. 30 *Janv.*, 131. En couleurs par réseaux polychromes Merchkens. *Tm. Fév.*, 93.

Poids atomiques. Azote et argent (Richards, Kolhmer et Tiede). *CN.* 29 *Janv.*, 5 *Fév.*, 54, 64.

— Erreur résiduelle dans la détermination des poids atomiques véritables (Hinrichs). Revision des synthèses de l'azotate d'argent. *Ms. Fév.*, 105.

Radio-activité. Nouveau produit radio-actif de la série de l'uranium (Danne). *CR.* 8 *Fév.*, 337.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Résines et vernis. Divers. *Cs.* 30 *Janv.*, 98; 15 *Fév.*, 150.

Savons de coco. Composition et caractéristiques (Cordier). *PC.* 1er *Fév.*, 97.

— Dosage des acides gras dans les savons. *ZaC.* 5 *Fév.*, 252.

Siliciures d'hydrogène (Lebeau). *ScF. Fév.*, 89.

Stéarinerie. Explosion d'un autoclave de saponification (Mathieu). *AM. Août*, 144.

Soie artificielle et ses dérivés (Colin). *RCp.* 7 *Fév.*, 49.

Sucrerie et industries de fermentation alcooliques en France. *Gc.* 23 *Janv.*, 204.

— Divers. *Cs.* 30 *Janv.*, 103; 15 *Fév.*, 153.

Sulfate de chaux aux températures élevées en présence de quelques fondants (Hofman et Moscowitsh). *AIM. Janv.*, 51.

Tannerie. Insolubilisation de la fibre dans le tannage au tannin, à l'huile, à l'alun, au chrome... (Meunier et Seyewetz). *Ms. Fév.*, 91.

— Extraits de tannin (Eitmer). *Cs.* 30 *Janv.*, 100.

Tantale et niobium en Australie (Simpson). *CN.* 29 *Janv.*, 49.

Teinture. Divers. *Cs.* 30 *Janv.*, 84, 86; 15 *Fév.*, 133, 136.

— Tissus de soie chargés. Altération des. (Silley). *MC.* 1er *Fév.*, 33.

— Réactions entre fibres et couleurs (Dreaper et Wilson). *Cs.* 30 *Janv.*, 57.

— Bleus à bon marché pour fabriques d'impressions ne possédant pas de cuve à indigo (Steiner). *Ms.* 1er *Fév.*, 44.

— Emploi d'un sel insoluble de vanadium pour l'impression du noir d'aniline (Friedlander). *MC.* 1er *Fév.*, 44.

— Teintures indigènes de l'Inde. Expériences. *Cs.* 30 *Janv.*, 87.

— Colorants pour mordants. Théorie. Werner. *MC.* 1er *Fév.*, 50.

— Colorants indigoïdes dérivés de la phenylesoxasoleine (Wahl). *CR.* 8 *Fév.*, 352.

— Machines à teindre les peaux de lapins Billaud Filias. *MC.* 1er *Fév.*, 54. A circulation Keukalaere. (*id.*). 56.

— Mercerisage, progrès récents. *It. Fév.*, 71.

Thorium. Préparation du chlorure (Matignon). *ScF. Janv.*, 92.

Tubes de Crookes. Occlusion des gaz résiduels dans leur verre et fluorescence (C. Swinton). *RSL.* 31 *Déc.*, 453.

COMMERCE, ÉCONOMIE POLITIQUE

Algérie. Budget et avenir. *Ef.* 22 *Janv.*, 113.

Allemagne en 1908. *Ef.* 30 *Janv.*, 151.

— Mouvement de la population (Dorfl). *Rso.* 1er-16 *Fév.*, 195, 246.

Angleterre. Commerce extérieur en 1908. *Ef.* 6 *Fév.*, 188.

— Les sans-travail (Smart). *SA.* 5 *Fév.*, 216.

— Arbitrage des employés de chemin de fer. *E.* 12 *Fév.*, 219.

Autriche. Prix des matériaux et de la main-d'œuvre pour travaux d'ingénieurs. *E.* 5 *Fév.*, 187.

— Bosnie-Herzégovine (Colquhoun). *SA.* 12 *Fév.*, 253.

Brevets. Nouvelle loi anglaise. *Ef.* 22 *Janv.* 112.

Chômages. Assurance contre les. *E.* 29 *Janv.* 154.

Chine. Marché chinois et les affaires françaises. *Ef.* 30 *Janv.*, 158.

Conserves. Industrie en Allemagne. *Ef.* 22 *Janv.*, 116.

Enseignement technique (Blondel). *Rso.* 1er *Fév.*, 213.

— à l'université de Toronto. *E'.* 29 *Janv.*, 103. 5 *Fév.*, 129.

— en Amérique (Fabre). *Revue scientifique.* 6 *Fév.*, 173.

États-Unis. Ressources : leur préservation. (Birkinbine). *Fi. Janv.*, 1.

— Productions minières et métallurgiques en 1908. *Ef.* 30 *Janv.*, 153. 6 *Fév.*, 189.

France. Impôt personnel et progressif sur le revenu. *Ef.* 23-30 *Janv.*, 109, 149. 6 *Fév.*, 185.

— Commerce extérieur en 1908. *Ef.* 23 *Janv.*, 111; 6 *Fév.*, 187.

— Caisses d'épargne de Lyon et de Marseille. *Ef.* 13 *Janv.*, 227.

— Dépopulation. *Ef.* 22 *Janv.*, 120; *Rso.* 1er *Janv.*, 2.

— Ouvrière parisienne de l'industrie des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fleurs artificielles (Claire Gérard). *Musée Social. Janvier.*

France. Placements dans certaines professions. *Ef.* 6 *Fév.*, 191.

— Nouvelle réglementation ouvrière. Paiement des salaires et amendes. *Ef.* 30 *Mai*, 155.

— Situation présente et future au Maroc. *Ef.* 13 *Fév.*, 221.

— Enfants assistés du département de la Seine. *Ef.* 13 *Fév.*, 223.

— Crise du mariage et de la famille (Montegu). *Rso.* 16 *Fév.*, 229.

Havai (les Iles). *Ef.* 23 *Janv.*, 121.

Inde. Le Cachmir. *E'.* 13 *Fév.* 153.

Industries ingéniorales (les). *E.* 29 *Janv.*, 137; 5 *Fév.*, 190.

Japon. Budget 1908-1909, présent et avenir. *Ef.* 6 *Fév.*, 192.

Retraites pour la vieillesse en Nouvelle-Zélande. *Ef.* 13 *Fév.*, 232.

Standarisation (la). Influence sur le commerce anglais (Barry). *E.* 29 *Janv.*, 163.

Titres au porteur. Nécessité d'une entente internationale pour la perte ou le vol des. *Ef.* 22 *Janv.*, 115.

Travail à domicile (Haussonville). *Revue des Deux Mondes.* 1er *Fév.*, 561.

Tunisie. Situation économique et financière. *Ef.* 13 *Fév.*, 227.

CONSTRUCTIONS ET TRAVAUX PUBLICS

Barrages. Maçonnerie (Calcul des) (W. Cain). *ACE. Janv.*, 38.

Chauffage et ventilation. Institut Carnegie. *Power.* 12 *Janv.*, 97.

— Chauffage à l'eau chaude à basse pression. Calcul des installations. *Ri.* 30 *Janv.*, 48; 13 *Fév.*, 70.

— Gare centrale de Washington. *Ri.* 30 *Janv.*, 50; 13 *Fév.*, 68.

— Ventilation à bord des navires (Boris). *RM. Janv.*, 3.

— Ventilateur à ozone. *Ri.* 10 *Fév.* 59.

Ciment armé. Jonctions de barres tendues dans les poutres en (Mesnager). *APC. Mars*, 109.

— Rapport du Local Government Board. (Sur le). *E'.* 29 *Janv.*, 113.

Ciment armé. Revêtement du port de Duisbourg. *Gc.* 30 *Janv.*, 229.

— Application aux constructions hydrauliques (Muller). *Le Ciment. Janv.*, 11.

— Ferme en ciment armé des bains de Croydon. *E.* 5 *Fév.*, 193.

— Chalands et pontons en. *Gc.* 6 *Fév.*, 233.

Immersion des blocs de béton. Ac. Fév., 25.

Égouts de Glasgow. *E'.* 5 *Fév.*, 142.

Ponts tournants sur l'Avon à Bristol. *Ac. Janv.*, 2.

— route flottant aux Indes. *Gc.* 6 *Fév.*, 244.

— suspendus (Pose des canalisations sur les). *Gc.* 30 *Janv.*, 227.

— Efforts secondaires dans les ponts à grandes portées. *E.* 29 *Janv.*, 151.

— Humboldt à Berlin. *VDI.* 30 *Janv.*, 179.

Réservoirs pour résidus de pétrole. *Ac. Janv.*, 12.

Route (Congrès de la) (Loreau). *IC. Nov.*, 776. (Le Gavrian). *APC. Sept.*, 124.

— Pavage et empierrement. Prix de revient annuel (Heude). *APC. Sept.*, 152.

Tunnel nouveau Gênes-Milan. *E'.* 12 *Fév.*, 160.

ÉLECTRICITÉ

Accumulateurs. Entretien d'une batterie. *Ie.* 25 *Janv.*, 39.

— au plomb. Coefficient de température (Ferron). *Bam. Janv.*, 46.

Commutatrices. Conduite des instructions pratiques (Montpellier). *Élé.* 30 *Janv.*, 65.

Détecteur de haute tension. *Élé.* 30 *Janv.*, 75.

Distribution. Emploi de la terre comme partie d'un circuit (Brylinski). *Ie.* 25 *Janv.*, 35.

— Application des fréquences élevées pour la transmission des signaux sur les lignes industrielles (Neu). *Ie.* 25 *Janv.*, 42.

— Ligne à haute tension de la Compagnie électrique du Nord. *Élé.* 6 *Fév.*, 81.

— Différents modes de transport de l'énergie électrique. Comparaison (Boissonas). *Ie.* 10 *Fév.*, 65.

— Limiteurs automatiques de courants pour abonnés. *Re.* 13 *Fév.*, 89.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dynamos à courant continu. Évaluation du rendement par la méthode des pertes séparées (Loppé). *Ie.* 23 *Janv.*, 30.
— Distribution des courants et résistance de la cage d'écureuil (Haya et Schouten). *Ré.* 15 *Fév.*, 91.
— Balais pour grandes vitesses Morganit. *Gc.* 23 *Janv.*, 206.
— Oscillations magnétiques des alternateurs. Expériences de M. Worrall. *Ie.* 25 *Janv.*, 35.
Moteur à collecteur à courant alternatif simple Thomson-Houston. *Ie.* 25 *Janv.*, 40.
Éclairage. Lampe à mercure (la) (Norden). *Société d'Encouragement de Berlin. Janv.*, 25.
— — à tube de quartz. *Élé.* 6 *Fév.*, 94.
— *Arc.* Son mécanisme et ses applications (Guye). *Revue scientifique*, 23 *Janv.*, 97.
— — Lampe à flamme Victor. *E.* 29 *Janv.*, 159.
— — Suspension de la London Electric Firm. *E'.* 5 *Janv.* 145.
— *Incandescence.* Lampes à filament de carbone et de métal. Rendement comparatif (Léonard). *Le.* 6-13 *Fév.*, 167, 199.
Électro-chimie. Divers. *Cs.* 28 *Janv.*, 95.
— Fabrication du sulfure de carbone au four électrique Taylor. *Ie.* 10 *Fév.*, 63.
Électrocapillarité des gaz aux basses pressions (Reboul). *CR.* 25 *Janv.*, 221.
Industrie électrique aux États-Unis. *Le.* 6 *Fév.*, 181.
Mesures (Différents systèmes de) et leurs inconvénients. *Sie. Janv.*, 9; *Elé.* 23-30 *Janv.*, 61, 75; 13 *Fév.*, 103.
— Appareil Kapp ponr l'essai magnétique des fers. *Re.* 30 *Janv.*, 73.
— Situation actuelle du système métrique (Guillaume). *Sie. Janv.*, 35.
— Ampèremètre à pression Northrupp pour fortes intensités. *Ie.* 10 *Fév.*, 60.
— Voltmètres compoundés donnant la tension à l'extrémité des feeders (Pillier). *Ie.* 10 *Fév.*, 61.
— Compteurs électrolytiques (Fierer). *Le.* 13 *Fév.*, 209.
Piano électrique (Kelly). *Fi. Janv.*, 22.
Soudure électrique. E. Janv., 135.
Stations centrales hydroélectriques. Prix d'établissement et d'exploitation (Izart). *Elé.* 6-12 *Fév.*, 84, 101.
— de la Vis à Madières (Hérault). *Gc.* 23 *Janv.*, 193.
— de Khartoum. *E.* 12 *Fév.*, 274.
— de Hampton Delaware Lakawanna Rr.
— à turbines à vapeur. *Power*, 19 *Janv.*, 141.
— à turbines et à moteurs à pistons. Comparaison (Rizzo). *Le.* 23 *Janv.*, 110.
Surtension (Protection contre la) (Bournat). *Ih. Janv.*, 60.
Synchronisation électrique à distance Miet. *Ie.* 25 *Janv.*, 29.
Télautographe Korn. *Tm. Fév.*, 107.
Télégraphone (Frankhauser). *Fi. Janv.*, 37.
Télégraphie. Fabrication de leur armature (Leauté). *AM. Août*, 162.
— *sans fil*, détecteur électrolytique. Renforcement du son perçu. Son application comme appel (Jegou). *CR.* 25 *Janv.*, 223.
— — Cymomètre Fleeming. Mesure des longueurs d'ondes. *E.* 12 *Fév.*, 211.
Téléphone Bell avec multiples automatiques. *Re.* 30 *Janv.*, 68; 15 *Fév.*, 110.
— Microphone pour installations privées. *Elé.* 13 *Fév.*, 97.
Transformateur d'électro-chimie à 4450 kw. *EE.* 23 *Janv.*, 103.
— Heyland-Korda. 6 *Fév.*, 171.

HYDRAULIQUE

Compteurs et limitateurs de débit (Juppont). *Ge.* 23 *Janv.*, 198.
Filtration des eaux potables (J. Don). *E.* 22-29 *Janv.*, 126, 160.
Irrigations dans l'Inde. Présidence de Madras. *E'.* 29 *Janv.*, 109.
Pompes pour eaux d'averses à Southsea. *E.* 22 *Janv.*, 110.
— d'accumulateurs commandées par moteurs à gaz. *E'.* 22 *Janv.*, 92.
— Lampe. *Ri.* 13 *Fév.*, 63.
— Centrifuge Worthington. *E.* 5 *Fév.*, 181.

MARINE, NAVIGATION

Bouées. Lampe à acétylène pour feux à éclats. *Gc.* 12 *Fév.*, 254.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Barrage d'Esneh, Nil. *E.* 22 *Janv.*, 78; 2-5 *Fév.*, 173.

Canal de Panama, État des travaux (Bertshinger). *VDI.* 30 *Janv.*, 162; 6 *Fév.*, 216.

— Canal à niveau. Sa possibilité (Granger). *AIM. Janv.*, 1.

Glaces de mer et de rivière. Manœuvres de préservation du déglaçage (Debos). *IC. Nov.*, 860.

Indicateur instantané de position et de route. *Rmc. Déc.*, 643.

Machines marines. Rendement. *E'.* 22-29 *Janv.*, 77, 107.

— Turbines pour croiseurs. *E'.* 12 *Fév.*, 166.

— à gaz à bord du Ratler. *Rmc. Déc.*. 626.

— à pétrole Diesel (Bochet). *IC. Nov.*, 845.

Marines de guerre. Amérique du Sud. *E'.* 22 *Janv.*, 90.

— Italie. Type de cuirassé. *Rmc. Déc.*, 647.

— Les flottes modernes. Puissance offensive. *E'.* 29 *Janv.*, 164.

— Angleterre. Établissement maritime de Rosyth. *E.* 12 *Fév.*, 224.

Navigation intervenue en Allemagne de 1875 à 1905. *IC. Nov.*, 972.

Paquebot à 2 hélices Orconia. *E.* 12 *Fév.*, 209.

Ports et docks de Malte. *E.* 22 *Janv.*, 106.

— de Baltimore. *E'.* 29 *Janv.*, 164.

— du Havre. Écluse à sas de la Floride (Guiffard). *APC. Sept.*, 38.

Roulis et tangage. Enregistreur Hecker. *E.* 12 *Fév.*, 203.

Traction électrique des bateaux sur les canaux (du Bousquet). *IC. Nov.*, 924.

Ventilation à bord des navires (Boris). *RM. Janv.*, 5.

Voies navigables de France. Leurs lacunes (Arnodin). *Gc.* 30 *Janv.*, 224.

MÉCANIQUE GÉNÉRALE

Aéronautique. Dirigeables modernes (Boltzmann). *ZOI.* 5 *Fév.*, 89.

— Sustentation des surfaces concaves (M. Armengaud). *EE.* 23 *Janv.*, 106.

Aéroplanes (Les) (H. Genf). *Société d'Encouragement de Berlin. Janv.*, 35.

— Stabilité et remous aériens (Peerey). *Va.* 6 *Fév.*, 86.

— État actuel de l'aviation (Saureau). *IC. Juillet.*

Aéroplanes. Technique du vol (Boltzmann) *ZOI.* 12 *Fév.*, 105.

Air comprimé. Turbo compresseur Lemale. *Tm. Janv.*, 62.

— Compresseur sur roues à pétrole. *Ri.* 6 *Fév.*, 55.

Chaudières (Construction des). *E.* 5 *Fév.*, 185.

— (Transmission de la chaleur dans les) (Nicholson). *E.* 5-12 *Fév.*, 194, 229; *E'.* 5-12 *Fév.*. 145, 165. (Neilson) (*id.*), 157.

— Compteurs de vapeur (Bendemann). *VDI.* 23 *Janv.*, 142. Von Lossau. *Re.* 30 *Janv.*, 73.

— Contrôle de marche (Macreks). *VDI.* 23 *Janv.*, 121.

— Coups d'eau dans les tuyauteries. *E'.* 29 *Janv.*, 119.

— Explosion d'Eygelshoven, Hollande. *VDI.* 30 *Janv.*, 185.

— Foyer au pétrole Simpson Strikland. E'. 5 *Fév.*, 146.

— Fonds bombés (Résistance des) (Bach). *E'.* 12 *Fév.*, 154.

— Foyer au lignite avec chaudière à tube d'eau. Essai. *VDI.* 12 *Fév.*, 262.

— Prises de vapeur. Dimensions (O.James). *Power.* 19 *Janv.*, 132.

— (Rendement des). *E'.* 22 *Janv.*, 89.

— Sifflets automatiques (Sawford). *Power.* 26 *Janv.*, 188.

— Soupape de sûreté compensée Maneby. *Gc.* 23 *Janv.*, 205.

— Tirage naturel et forcé. *Ri.* 23 *Janv.*, 36.

— Transmission de la chaleur à l'eau au-dessus et au-dessous du point d'ébullition (Sawdon). *Power.* 12 *Janv.*, 110.

— Tuyauteries en cuivre, joint Bryce. *E'.* 12 *Fév.*, 169.

Changement de vitesse Dietrich. *Gc.* 30 *Juin*, 222.

Courroies. Calcul graphique (Barth). *Power.* 19 *Janv.*, 169.

Dynamomètre électrique (Quick). *Power.* 26 *Janv.*, 209.

Embrayages Murphy. *E'.* 29 *Janv.*, 117.

Engrenages hélicoïdaux de grandes dimensions. *E'.* 29 *Janv.*, 118.

— Vis sans fin Hindlay. *AMa.* 30 *Janv.*, 68.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Graisseur visible multiple. *Power.* 19 *Janv.*, 160.
Imprimerie. Machines à composer (Legros). *E.* 22 *Janv.*, 130.
Indicateurs. Erreurs provenant des déformations du tambour (Smallwood). *Power.* 26 *Janv.*, 192.
Levage (Équipement électrique des appareils de) (Blum). *Ri.* 23 *Janv.*, 34.
— Ascenseurs. Système Rousselet de répartition des charges sur câbles agissant en parallèle. *Bam. Janv.*, 5.
— — Commande téléphonique. *La Nature.* 23 *Janv.*, 128.
— — à très haute pression de la Standard Plunger Elevator Cº. *Power.* 2 *Fév.*, 1909.
— Cableway Henderson. *E'.* 13 *Fév.*, 168.
— Manipulation des essieux montés de wagons. *Rgc. Janv.*, 66.
— Monte-charges hydraulique de la Standard Cº. *Power.* 12-19 *Janv.*, 126, 154.
Machines-outils.
— Ateliers. Évacuation des poussières par aspiration. *Ri.* 30 *Janv.*, 41.
— Meules (Meulage, étincelles de) (Bermann). *VDI.* 30 *Janv.*, 171.
— Chaînes. Machine Klatte. *SuE.* 20 *Janv.*, 102.
— Courbeuse pour fers d'angle Midgley. *E'.* 29 *Janv.*, 120.
— Écrous à encoches, machine à les fabriquer. *Rgc. Janv.*, 65.
— Engrenages. Tailleuse Eberhardt et Zimmermann. *RM. Janv.*, 80.
— — coniques, taille simplifiée *AMa.* 30 *Janv.*, 63.
— Forge à l'étampe au Pennsylvania. Rr. *AMa.* 23 *Janv.*, 16.
— Fraiseuse aléseuse Kendall et Gent. *E.* 29 *Janv.*, 148.
— — pour cames Kearney et Trucker. *AMa.* 6 *Fév.*, 93.
— — raboteuse rapide Bement. *AMa.* 30 *Janv.*, 41.
— — (Montages pour). *AMa.* 23 *Janv.*, 14.
— Jauges suédoises, leur emploi (Johannson). *AMa.* 23 *Janv.*, 8.
— Marteau pneumatique double Pulkington. *E'.* 12 *Fév.*, 172.
Machines-outils. Perceuse pour bâtis de dynamos Kearny. *E'.* 12 *Fév.*, 172.
— Presse à emboutir Berry. *E'.* 12 *Fév.*, 172.
— Meule d'outilleur Walker. *AMa.* 6 *Fév.*, 118. Le carburendum (Baraduc-Muller). *RdM. Fév.*, 117. Matières abrasives (Ercart). *Pm. Fév.*, 24.
— Raboteuse Wilmarth, ancien type. *AMa.* 23 *Janv.*, 30.
— — Mitchell. *AMa.* 30 *Janv.*, 55.
— — à récupération Buckton. *AMa.* 6 *Fév.*, 101.
— Riveuses électro-hydrauliques Piat. *Gc.* 30 *Janv.*, 217.
— Soudure électrique. *E.* 29 *Janv.*, 135. Antogène (Ries). *RdM. Fév.*, 97.
— Tour pour essieu Lodge et Shipley. *AMa.* 23 *Janv.*, 34.
— — Décolletage français (Guenan). *Bam. Janv.*, 71.
— — Petit tour Prentice. *AMa.* 23 *Janv.*, 37.
— — de 230 millimètres Whitcomb Bleisdell. *Ri.* 12 *Fév.*, 61.
— — rapides à commande électrique. Ateliers de Goppingen. *VDI.* 6 *Fév.*, 225.
— Trempe d'outils au chlorure de barium. *AMa.* 23 *Janv.*, 18.
— *à bois.* Raboteuse à queue d'hironde Ransome. *Ri.* 6 *Fév.*, 55.
Moteurs à gaz. Théorie (Letombe). *Tm. Janv.*, 33. *Fév.*, 86.
— (Température des). *E'.* 5 *Fév.*, 140.
— Destouches à 3 temps. *Tm. Fév.*, 105.
— Korbin et Rebikoff à 3 temps. *Cosmos.* 6 *Fév.*, 144.
— de hauts fourneaux Erhardt et Sehmer. *Ri.* 23 *Janv.*, 38.
— de Nuremberg 1100 ch. Forges de Barrow. *E'.* 5 *Fév.*, 135.
— Augmentation du rendement et de la puissance en refroidissant la charge (Junge). *Power.* 2 *Fév.*, 237.
— Allumage. Bougie Reliance. *Va.* 6 *Fév.*, 89.
— Équilibrage des moteurs en V (Cartès). *Ta.* 15 *Janv.*, 1.
— Turbines à gaz. État actuel (Armengaud). *LE.* 13 *Fév.*, 204.
à pétrole. Alcool et gazoline, compa-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

raison. *IC. Nov.*, 977; à pétrole lampant (Lumet). *Tm. Fév.*, 88.

Moteurs à pétrole. Berlize, Knight, Durel, Macpherson, Sulzer, Krupp, Despins, Esnault-Pelterie, Gobiet et Peugeot, Miol, Berliet, Thornycroft, Parsons, Trinkler, Korting, Tygard. *RM. Janv.*, 91.

— — à naphtaline Deutz. *RM. Janv.*, 101.

— — Proportions des cylindres. *E.* 22 *Janv.*, 105.

— — pour irrigations dans l'Inde et aux États-Unis. *RM. Janv.*, 90.

Moteurs à vapeur. Histoire en Allemagne (Matschof). *Société d'Encouragement de Berlin. Janv.*, 1.

— Compound à cylindres équivalents. Rapports des volumes. *Power.* 26 *Janv.*, 215.

— rapides, leur progrès. *Power.* 19 *Janv.*, 149.

— Distribution Cummer. *Power.* 26 *Janv.*, 181.

— Régulateur de pression au réservoir intermédiaire Main. *Power.* 2 *Fév.*, 265.

Condenseurs. Refroidissement par l'air saturé. *Power.* 12 *Janv.*, 128.

— Expériences de Mac Bride, Josse, Morrison. Types Contraflo, Weighton, Henderson, Allen, Quiggen, Reed, Alberger, Astrom, Nichols, Worthington, Aborn, Hague. *RM. Janv.*, 53-75.

— Vitesses de piston limites (Strickland). *IC. Nov.*, 963.

Turbines et machines à pistons pour stations centrales. Comparaison (Rizzo). *LE.* 23 *Janv.*, 103.

— d'échappement (Halliwell). *E'.* 29 *Janv.*, 107. *E.* 5 *Fév.*, 197.

— Condensation pour turbines (Josse). *Power.* 2 *Fév.*, 234.

— Electra-Kolb. *Ge.* 12 *Fév.*, 257.

— Rateau de 250 kw. *VDI.* 13 *Fév.*, 250.

Paliers. Refroidissement par ventilation. *Power.* 12 *Janv.*, 116.

Résistance des matériaux. Essais au choc à température variable (Guillet et Réveillon). *RM. Janv.*, 94.

— Résistance à des actions composées (Turner). *E.* 5-12 *Fév.*, 169, 203.

— Essais de dureté à la bille. Méthode simplifiée (Martens et Heyn). *RM. Janv.*, 105.

Résistance des matériaux. Essais au choc, leur incertitude (Harbord). *Tm. Janv.*, 63.

— Dureté. Influence de la température (Kurth). *VDI.* 6 *Fév.* 209; des aciers à chaud et aux basses températures (Robin). *RdM. Fév.*, 162, 180.

— Résistance à la traction et refroidissement (Stribeck). *VDI.* 13 *Fév.*, 241.

Roulements à billes (Essais de). *AMa.* 13 *Fév.*, 92 (B).

Tachymètre à liquide Verder. *Power*, 19 *Janv.*, 278.

Textiles. Fabrication des cordages. *It. Fév.*, 59.

— Enlèvement des poussières des cardes. *E'.* 29 *Janv.*, 116.

— Mécanismes d'alimentation de la trame dans les métiers à tisser. *It.* 13 *Fév.*, 55.

— Peigneuse Delette Grun, 1907. *It.* 56.

Tubes d'acier en spirale Radinger. *SuE.* 10 *Fév.*, 207.

Vis. Méthode d'interchangeabilité (Donaldson). *E.* 12 *Fév.*, 212.

MÉTALLURGIE

Alliages. Diffusion des systèmes binaires $CuCu^2Se$, $AgAg^2$ et PbPbSe. *RdM. Janv.*, 9.

— Étude mélallographique des (Rosenhein). *E.* 29 *Janv.*, 55.

— d'antimoine. Travaux du laboratoire de M. Tammann (Portevin). *RdM. Fév.*, 241.

— de cuivre : mécanisme du recuit (Bengough et Hudson). *Im. Janv.*, 38.

Aluminium et ses emplois (Breuil). *Tm. Fév.*, 78.

Bronze phosphoré (Philip). *E.* 29 *Janv.*, 154.

Coke. Fabrication : récolte et traitement des sous-produits (Say). *Im. Janv.*, 75.

— Pouvoir cokéfiant du charbon (Boudouard). *CR.* 8 *Fév.*, 348.

Cuivre (Industrie du) au Japon. *RdM. Janv.*, 59.

— Cheminée de 150 mètres aux usines de Great Falls. *Eam.* 16 *Janv.*, 156.

Fer et acier. Concurrence américaine. *E'.* 22 *Janv.*, 91.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fer et acier. Échantillonnage commercial et analyse des minerais de fer. Méthode de l'United States Steel Corporation. *Electrochemical. Fév.*, 64.
— Industrie métallurgique dans le bassin de la Loire (Vicaire). *Im. Janv.*, 31.
— Nouvel acier Colver. *E.* 5 *Fév.*, 190.
— Laboratoire métallurgique moderne (Portevin). *AMa.* 6 *Fév.*, 81.
— Cémentation (la) (Nicolardot). *Tm. Fév.*, 73.
— Compression de l'acier par tréfilage (Beutter). *RM. Janv.*, 75. Presse Bearmore de 5 000 tonnes. *E.* 22 *Janv.*, 101. *Ri.* 6 *Fév.*, 53.
— Couleurs de revenu (Guillet et Portevin). *RM. Janv.*, 102.
— Équilibre fer-carbone (Uptno). *RdM. Janv.*, 7.
— Production du fer au coke en Allemagne (Surmann). *SuE.* 20 *Janv.*, 89.
— Procédé Thomas. Étude expérimentale. *SuE.* 27 *Janv.*, 121.
— Trempe : pouvoirs réfringérants des liquides, vitesses de trempe. Troostite et Austénite (Benedicks). *RdM. Fév.*, 189.
— Hauts fourneaux. Diagramme du (Brisker). *RdM. Fév.* 73.
— — Explosions par chute des charges (Beauverie). *Im. Janv.*, 63.
— — Soufflerie au gaz de 1 100 ch. à Barrow. *E'.* 5 *Fév.*, 135.
— — Vent froid Gayley. Son invention (Raymon). *AIM, Janv.*, 81.
— Laminage de la tôle mince, travail dépensé (de Loisy). *RM. Janv.*, 60.
— — Laminoir de l'usine du South Chicago. *RdM. Fév.*, 89.
— — Laminoirs modernes (C. Anderson). *E'.* 29 *Janv.*, 107.
— — Étirage au laminoir (Puppe). *SuE.* 3 *Fév.*, 162.
— — Laminoirs électriques (Struck). *SuE.* 10 *Fév.*, 204.
— Fonderie. Évaluation des frais (Taylor). *RdM.* 18, 50.
— — Machines à mouler (les) (Avaurieu). *RM. Janv.*, 22. Bonvillain. *Ri.* 13 *Fév.*, 63.
— — Wagon à poche pour scories aux aciéries de Cananea. *Eam.* 23 *Janv.*, 204.

Fer et acier. Électrosidérurgie. Four Grondal Kjellin. *E.* 22 *Janv.*, 118.
— — Petit four à arc. Pourcel. *RdM. Fév.*, 185.
Fours. Conductibilité calorifique des parois (Bernard). *Im. Janv.*, 66 (Hering). *Electrochemical. Fév.*, 72.
— chauffé au charbon pulvérisé (Meade). *Électrochemical. Fév.*, 6.
Soudure autogène (Ries). *RdM. Fév.*, 97.
Mystères des métaux (les) (Arnold). *E.* 29 *Janv.*, 145; 5 *Fév.*, 170.
Zinc. Usine de la central zinc Cº. Caren. *E.* 29 *Janv.*, 141.

MINES

Accidents dans les mines métalliques, leur prévention (Rive). *Eam.* 6 *Fév.*, 298.
Argent, Rio Plata, Chihuahua, Mexique. *Eam.* 16 *Janv.*, 147.
— District de South Lorraine, Ontario. *Eam.* 23 *Janv.*, 214.
Coups de mines. Mise en feu électrique. *Eam.* 30 *Janv.* 243.
Diamant. Mine de Pike, Arkansas. *Eam.* 16 *Janv.*, 152.
Échantillonnage à la machine. *Eam.* 30 *Janv.*, 69.
Extraction. Machine de la Siegenes March. *Ri.* 23 *Janv.*, 33.
— — Frein Debauche. *RM. Janv.*, 75.
— — Installation électrique de la Société des charbonnages de Monceau Fontaine. *LE.* 6 *Fév.*. 188.
Fonçage à l'eau lourde (Chapot). *Im. Janv.*, 22.
Fer. Gisement de Clinton, Pa (W. Kelly). *AIM. Janv.*, 107.
Hartz (Mines dans le). *E.* 12 *Fév.*, 221.
Houillères. Gisements des États-Unis. *Eam.* 16 *Janv.*, 160.
— du bassin de la Loire de 1855 à 1903 (Siegler). *Im. Janv.*, 5.
— des Philippines (Delworth). *AIM. Janv.*, 39.
— Poussières de houille. Expériences anglaises (Leprince-Ringuet). *AM. Août*, 115. Efficacité de l'arrosage (Harrington). *Eam.* 23 *Janv.*, 193.
— Action de l'air et des agents oxydants sur les charbons (Baudouard). *CR.* 1er *Fév.*, 284.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Houillères. Lampe Muller autorisée en France. *AM. Août*, 481.
— Existence de la houille à Gironcourt-sur-Vraine (Vosges) (Nicklès). *CR.* 1er *Fév.*, 323.
— Exploitation. Méthode de rendement maximum (Hesse). *Eam.* 6 *Fév.*, 313.
Or. Alluvions à Addison, Nouvelle-Zélande. *Eam.* 23 *Janv.* 198.
— dans la Caroline du Nord. *Eam.* 6 *Fév.*, 293.
— Développement du draguage en 1908. (*id.*) 200. Préparation mécanique à Goldfield (Nevada). *Eam.* 6 *Fév.*, 311.
Or. Échantillonnage du minerai et évaluation des mines (Horwood et Mungo Park). *AIM. Janv.*, 91.
— Cyanuration. Emploi de la chaux et des températures élevées (Bishof). *Electrochemical. Fév.*, 73.
Perforatrices. Formes des tranchants de fleurets (de Gennes). *Im. Janv.*, 12.
Pétrole aux États-Unis en 1908. *Im. Janv.*, 42.
Statistique minérale en 1908. *Eam.* 23 *Janv.*, 207.
Traction électrique dans les mines. *Ie.* 10 *Fév.*, 55.
Transports mécaniques dans les mines du bassin rhénan. *Im. Janv.*, 28.

Le Gérant : G. Richard.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

108e ANNÉE. MARS 1909.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

ARTS CHIMIQUES

RAPPORT présenté au nom du *Comité des Arts chimiques*, par **M. Maurice Prud'homme**, sur le PROCÉDÉ DE TRAITEMENT DES FILÉS ET TISSUS, par **M. Ed. Agostini**.

L'apprêt des tissus consiste en une série d'opérations, ayant pour but de faire ressortir les caractères propres et les qualités de ces tissus, et de leur donner l'aspect et la tenue les mieux adaptés à chaque genre particulier.

Mais cette définition demande à être élargie, parce que dans nombre de cas, l'apprêteur ne se propose pas seulement d'exalter les qualités de la marchandise qu'il travaille, mais bien plutôt d'en masquer les défauts, d'en augmenter le poids, de donner à un tissu léger et sans soutien les apparences d'un tissu ferme et plein. Cela est vrai surtout pour les tissus destinés à l'exportation. Dans ce dessein, l'apprêteur *charge* le tissu d'une proportion plus ou moins considérable de matières étrangères, à tel point parfois, que, comme dit Polleyn dans son ouvrage « Les moyens d'apprêt », le tissu n'est plus alors que le support nécessaire de la masse d'apprêt.

Les tissus chargés de la sorte présentent un défaut capital : c'est que les matières d'apprêt n'y adhèrent que faiblement et s'en séparent au moindre frottement. En langage technique, on dit que de tels apprêts *poudrent*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quant aux apprêts légers, destinés seulement à parfaire l'étoffe pour la vente, ils ne sont pas non plus à l'abri de la critique. Un simple lavage à l'eau tiède, à plus forte raison un savonnage, suffisent la plupart du temps à les détacher complètement de la fibre, si bien que tel tissu, qui avait un aspect flatteur, de la main, de la tenue au sortir du magasin de vente, souvent n'est plus, après le premier lavage, qu'un mince chiffon sans valeur.

L'industrie, qui nous occupe, a vu se produire au cours de ces dernières années, des perfectionnements mécaniques importants. Mais, si l'on considère les matières qu'elle emploie et les modes d'emploi mêmes de ces matières, on ne constate aucun progrès réel.

Pour le gommage, amidons et fécules, dextrine, gélatine, gommes et mucilages; pour la charge, matières terreuses, comme le kaolin, le talc, l'albâtre, etc., ou sels solubles, comme le sulfate de soude ou le sulfate de magnésie; comme adoucissants, pour atténuer la rugosité des corps précédents, matières grasses diverses, savon, glycérine: l'apprêteur dispose d'une collection de substances, qui de loin en loin s'enrichit de quelque variété nouvelle, mais qu'il emploie de la même façon que les anciennes, et dont il obtient, à peu de chose près, les mêmes effets.

Toutes ces matières, du reste ont deux caractéristiques communes :

1° Leur action est superficielle et elles ne s'incorporent pas à la fibre textile. Rien de plus aisé que de les en séparer.

2° Telles elles ont été introduites dans la masse d'apprêt, telles on les retrouve sur le tissu. Elles s'y sont déposées sans modifications.

Le procédé de traitement des textiles, imaginé par M. Agostini, repose au contraire sur une transformation chimique, qui a lieu dans la fibre, après l'imprégnation de celle-ci et lors seulement de sa dessiccation. Et le produit de cette transformation est une substance particulière, insoluble dans l'eau, adhésive à un haut degré, qui fait corps avec la matière textile et sert de lien tenace entre celle-ci et l'apprêt.

C'est au cours de recherches entreprises par lui sur la solidification des huiles minérales et la production des cires factices, que M. Agostini est arrivé à ce résultat.

Son brevet français n° 361 772 du 16 septembre 1905 pour un « Procédé d'obtention de savons d'apprêt » définit ainsi les substances adhésives dont nous venons de parler. Ce sont des produits résultant de la « mixtion à haute température, dans des corps gras ou des hydrocarbures, de savons insolubles dans l'eau, de manière à former un tout homogène, qui a les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

apparences des matières grasses normales, la mixtion des savons dans ces corps gras ayant pour effet d'augmenter notablement les points de fusion et le pouvoir adhésif de ces derniers. » Ces *savons d'apprêt*, convenablement associés à des matières inertes ou à des colles, sont applicables aux matières textiles, aux papiers, aux cuirs, aux revêtements muraux, etc.

Il sautera aux yeux de tout apprêteur, que l'application aux filés et tissés entraîne des conditions d'applications particulières. En effet, les savons insolubles dans l'eau, ont été jusqu'ici très redoutés en apprêt et l'un des gros soucis des praticiens est même d'éviter leur formation.

Au cas où ces savons métalliques prennent naissance dans un bain d'apprêt et se déposent sur le tissu, ils n'y adhèrent point, et l'apprêt *se brosse*, ou bien ils fondent à la chaleur des appareils sécheurs et provoquent alors sur l'étoffe des taches locales indélébiles. Aussi veille-t-on à ne jamais introduire dans le même bain d'apprêt un savon et un sel métallique de nature à le précipiter.

Tout autre est le résultat, si le savon insoluble se forme *dans le tissu même*. Il s'attache alors à la fibre, et fait en quelque sorte partie intégrante du tissu, où il est réparti uniformément.

Pour réaliser cet effet, M. Agostini suit une marche très simple, indiquée dans le brevet déjà cité. On procède, dit-il, à la formation du savon d'apprêt, « par voie directe, en mélangeant des acides gras et des corps gras avec des oxydes métalliques en proportions calculées pour former les dits savons (insolubles). En appliquant ce mélange sur les tissus ou papiers, on provoque par dessiccation la formation de ces savons (insolubles) et leur mixtion aux corps gras. » Telles sont les bases du procédé que nous avons à examiner. La nouveauté en est incontestable. Les savons insolubles, nous venons de le dire, n'avaient pu trouver d'emploi en apprêt. Nous exceptons l'imperméabilisation, chose tout à fait différente de ce que l'on entend ordinairement par apprêt. Et même en imperméabilisation, la formation d'un savon insoluble dans le tissu, *lors seulement de sa dessiccation*, n'a jamais été pratiquée. En général, ou bien on dissout le savon insoluble dans un hydrocarbure léger, on enduit le tissu de cette solution et l'on chasse le solvant par la chaleur, ou bien on imprègne le tissu d'une solution de savon, puis on passe dans une solution d'un sel métallique. Dans les deux cas, on dépose sur le tissu une couche superficielle de savon insoluble, qui empêche ce tissu d'être pénétré par l'eau.

Nous avons vu traiter par l'inventeur un certain nombre de tissus. Il

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nous a en outre confié des échantillons prélevés sur des pièces traitées industriellement. La plupart sont très fortement apprêtés: cependant ils ne *poudrent* pas. Ils ont conservé une grande souplesse et les interstices des fils ne sont pas obstrués; ils sont perméables à l'eau. Le fil est net, il est grossi, d'où un épaississement notable de l'étoffe. En un mot, ce sont des tissus dont l'apparence est tout à fait normale, mais dont la valeur commerciale est de beaucoup supérieure à celle des tissus primitifs.

Au point de vue du consommateur, ils ont un avantage énorme sur les tissus apprêtés selon les procédés courants. L'eau les pénètre bien, mais elle n'en enlève pas l'apprêt, à moins que celui-ci ne soit abusivement chargé, car une substance, si adhésive qu'elle soit, ne peut évidemment fixer qu'une proportion déterminée de matières inertes. S'ils perdent par le savonnage, comme tous les tissus apprêtés, l'aspect brillant, le lustre artificiel que les opérations *mécaniques* leur avaient donné, ils gardent cependant leur main, leur épaisseur. Ils ne deviennent pas chiffons, ainsi que les tissus apprêtés ordinaires. Le gonflement de la fibre persiste, comme persiste la contraction de la fibre mercerisée, car il faut observer ici que le resserrement de l'étoffe, obtenu dans le mercerisage par la contraction de la fibre, provient au contraire, dans le procédé Agostini, de la nourriture, du grossissement du fil.

Ce qui précède suffit à montrer de quel intérêt est ce procédé pour le traitement des tissus de coton. Quoi qu'on ait pu dire des apprêts chargés, ils sont de plus en plus en honneur, surtout pour l'exportation, débouché nécessaire, « soupape de sûreté de la production », suivant le mot d'un maître de l'Économie politique.

Le procédé dont nous traitons ici ne convient pas d'ailleurs qu'aux apprêts chargés. Il s'applique aussi aux apprêts légers qu'il fixe d'une façon durable : là encore il donne aussi plus de main et de résistance. Nous reviendrons sur ce dernier point.

Il est de même applicable aux tissus de laine. On sait que l'apprêt des laines est extrêmement délicat. Si l'on veut du poids, de la main, il faut nécessairement s'adresser à des substances transparentes, c'est-à-dire à la gélatine ou à la dextrine. Mais une proportion tant soit peu élevée de ces substances dans un tissu de laine, lui communique de la raideur, altère profondément ce toucher doux que l'acheteur exige d'un lainage. Le mot de Toussaint (Bulletin de la Société industrielle de Flers, 1876) qu'il est difficile d'obtenir un bon apprêt donnant de l'épaisseur au tissu tout en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

restant moelleux, est encore vrai aujourd'hui. Tout ce que peut faire l'apprêteur, c'est d'adjoindre à sa colle ou à sa gomme, soit du glucose, soit de la glycérine, soit un sel très hygrométrique, comme le chlorure de magnésium, pour empêcher le tissu de sécher. Et dans ces conditions, tout au plus arrivera-t-il à introduire dans un tissu de laine quelques centièmes de matières d'apprêt; encore le tissu présente-t-il souvent le grave inconvénient de *marquer à l'ongle*.

Or, il se trouve que les savons d'apprêt de M. Agostini, très souples quoique très adhésifs, jouissent de cette propriété de conserver son moelleux au tissu, même en présence d'une forte quantité de colle. On peut, dit le certificat d'addition numéro 7757 du 8 août 1906, « au moyen des savons d'apprêt précédemment définis, introduire dans un textile 50 p. 100 de colles animales ou de matières amylacées, sans que cette introduction donne la moindre raideur aux textiles ou papiers, en masque le brillant ou en dénature le coloris ».

Ces affirmations sont exactes, nous l'avons constaté *de visu*, et les échantillons, que nous a confiés l'inventeur, en font foi. Il y a donc là aussi une branche d'industrie, où le procédé de M. Agostini peut s'exercer très avantageusement. Nous en dirons autant des tissus de couleurs quelconques, teints ou imprimés, pour lesquels on emploie des matières d'apprêt, à peu de chose près les mêmes que pour la laine.

A côté de l'apprêt des tissus, nous avons à considérer l'*encollage des fils de chaîne* avant tissage. Dans cette application particulière, nous ne doutons pas que le procédé en cause ne rende aussi de signalés services, soit que le tisseur veuille charger son fil, soit qu'il veuille simplement, pour la facilité de ses opérations et le meilleur rendement de ses métiers, lui donner plus de résistance. Différents tissus que nous avons eus sous les yeux, les uns encollés avec une colle x, les autres avec la même colle, mais en substituant à tous les parements un savon d'apprêt Agostini, nous ont montré une différence sensible en faveur de la seconde catégorie. La chaîne en est plus nette, moins duveteuse, par suite d'un meilleur encollage des petits filaments épars; elle est grossie, ce qui donne au tissu final plus de main et plus de soutien. Enfin, des attestations d'industriels que nous a communiquées l'inventeur, il ressort que la marche au tissage est bonne, première condition à remplir, et que le duitage, nombre de fils de chaîne au quart de pouce, peut être augmenté, conséquence d'une résistance plus grande.

Voici maintenant quelque chiffres officiels émanant de la condition

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

publique des soies et laines à Paris. Ils sont relatifs à la traction de fils ou de tissus, traités selon le procédé Agostini.

I. — ESSAIS DE RÉSISTANCE A LA TRACTION. — NATURE DU TISSU : COTON

Mesures.	Épreuve à la traction. Sur la chaîne. Poids de rupture. Avant traitement. kil.	Sur la chaîne. Poids de rupture. Après traitement. kil.	Sur la trame. Poids de rupture. Avant traitement. kil.	Sur la trame. Poids de rupture. Après traitement. kil.	Augmentation p. 100. Chaîne.	Trame.
G 4 Az.	23,3	27,5	26 »	32,5	18 »	25 »
D M 1 Az. . . .	45,5	51 »	29,4	32,5	12,09	10,54
G 10 N.	40 »	40,5	21 »	23,6	1,25	12,4
G 5 Az.	43 »	43 »	60,5	75,2	»	24,3

II. — ESSAIS DE RÉSISTANCE A LA TRACTION. — NATURE DU TISSU : LAINE

Marques.	Épreuve à la traction. Sur la chaîne. Poids de rupture. Avant traitement. kil.	Sur la chaîne. Poids de rupture. Après traitement. kil.	Sur la trame. Poids de rupture. Avant traitement. kil.	Sur la trame. Poids de rupture. Après traitement. kil.	Augmentation p. 100. Chaîne.	Trame.
C A 24.	38,5	39	3,8	7,6	1,3	100
L 25	34	34,5	26,3	29,6	1,47	12,54
L 19	27	27,5	28,4	30,4	1,85	7,04

III. — DÉTERMINATION DU NUMÉRO DE 4 ÉCHANTILLONS DE FIL DE COTON ET DE 4 AUTRES ÉCHANTILLONS DES MÊMES FILS TRAITÉS PAR UN PROCÉDÉ SPÉCIAL

Marques.	Poids moyen d'une échevette de 100 mètres. Fils non traités.	Fils traités.	Augmentation de poids. p. 100.	Diamètre moyen des fils. Fils non traités.	Fils traités.	Augmentation de diamètre.	p. 100.
N° 20 Water.	3,250	4,796	47,5	13 mm. / 100	15,5 mm. / 100	2,5 mm. / 100	19
V. V.. . . .	3,848	6,354	65,1	17 mm. / 100	22,6 mm. / 100	5,6 mm. / 100	32
B6 A trame .	10,786	14,683	36,1	31 mm. / 100	34 mm. / 100	3 mm. / 100	9,7
AB6A trame.	11.416	17,566	53,8	30 mm. / 100	35 mm. / 100	5 mm. / 100	16,6

IV. — LE TABLEAU SUIVANT CONTIENT QUELQUES CHIFFRES RELATIFS A UN ESSAI DE CONDITIONNEMENT DE FILS TRAITÉS, FAIT DANS UN TISSAGE DES VOSGES

Désignations.	Poids des échantillons avant traitement.	après traitement.	Gain p. 100.	Numéros des fils avant traitement.	après le traitement d'après le poids.	d'après la grosseur.
Chaîne 28	1,385	2,590	40,87	28	19,157	20
— 24	2,006	2,654	32,30	24	»	18
— 21	2,417	3,230	33,63	21	15,432	17
— 14	3,770	5,075	34,61	14	9,765	9 1/2
— 11	4,392	6,007	36,77	11	8,251	8,70
Trame 37	13,505	19,045	41,02	37	26,178	31
— 37	13,370	19,403	44,37	37	»	28

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un regard jeté sur ces tableaux montre que dans tous les cas l'augmentation de poids est accompagnée d'une augmentation de résistance et de grosseur du fil. L'augmentation de résistance est plus accusée sur la trame que sur la chaîne, parce que celle-ci, préalablement encollée, se refuse en quelque sorte à absorber une nouvelle dose d'apprêt. Il ne s'agit donc pas ici d'une simple formule d'apprêt, mais bien d'un véritable traitement, qui touche la fibre textile et l'améliore.

Nous avons montré sur quelles bases repose le procédé que nous étions chargé d'examiner et quels résultats il fournit. Un dernier point devait être envisagé par nous. Son application serait-elle possible par tous les apprêteurs, tisseurs, etc?.. N'entraînerait-elle point à des modifications importantes de matériel, de nature à rebuter les industriels, trop rebelles souvent au moindre changement et surtout aux dépenses qui en résultent?

Ce fut là l'une des grosses difficultés qui se présentèrent à l'inventeur : elle est heureusement résolue. La *Société Française des procédés Agostini*, à Paris, cessionnaire du brevet français, fournit actuellement à l'industrie plusieurs pâtes, dénommées *Sépa*, d'un emploi très facile, aussi facile que celui de n'importe quelle drogue d'apprêt. Elles diffèrent de composition, suivant le genre d'articles auquel elles s'adressent. L'une est destinée aux tissus blanchis et écrus, une autre aux tissus de laine et aux tissus de couleur, deux autres à l'encollage des fils. Les matières qui les composent y sont très soigneusement dosées, de façon à produire le maximum d'effet et à ne pas altérer les nuances, lorsqu'il s'agit de traiter des pièces imprimées ou teintes. Comme il suffit d'introduire ces pâtes dans les masses d'apprêt usuelles, il s'ensuit que le traitement s'effectue en même temps que l'apprêt ou l'encollage, et que le coût du procédé se confond avec le prix des nouveaux produits eux-mêmes.

En conséquence, votre Comité des Arts chimiques vous propose de remercier M. Agostini de son intéressante communication et d'insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Signé : Prudhomme, *rapporteur*.

Lu et approuvé en séance le 5 mars 1909.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

AGRICULTURE

RAPPORT fait, au nom du *Comité d'Agriculture*, par **M. Lindet,** sur un PROCÉDÉ DESTINÉ A EXTRAIRE LE JUS DES BETTERAVES EN DISTILLERIE, dit « DE DIFFUSION CONTINUE DE PULPE RAPÉE », par **MM. A. G.** et **R. Collette.**

Quand la fabrication d'un produit, comme l'alcool, peut s'adresser à des matières premières d'origines différentes, il s'établit entre celles-ci un équilibre économique, qui est fonction des lois en vigueur et qui varie avec elles.

Depuis 1889, le droit d'entrée dont le maïs est frappé a réduit la distillerie de grains à la production de la levure. Depuis 1902, la convention internationale de Bruxelles, dont les décisions ont déterminé la fermeture d'un certain nombre de sucreries françaises, a restreint par contre-coup l'approvisionnement des distilleries de mélasses, et voici même qu'un nouveau concurrent, le bétail, vient encore disputer à celles-ci leur matière première. Il n'en est pas de même de la distillerie de betteraves, protégée par les lois de douane ; c'est elle qui profite de ce que ses concurrentes abandonnent; elle augmente chaque année l'intensité de son travail, et assure aujourd'hui presque la moitié de la production de l'alcool. La distillerie agricole, celle qui n'emploie que ses betteraves et consomme ses pulpes, apporte son contingent dans cette production toujours croissante ; mais les distilleries semi-industrielles et les distilleries industrielles, c'est-à-dire celles qui achètent une partie des betteraves ou toutes les betteraves qu'elles traitent, ont spécialement, depuis quelques années, suivant l'exemple donné par les sucreries, augmenté singulièrement leur travail journalier, dans le but de diminuer leurs frais généraux.

Il n'est donc pas étonnant que les inventeurs portent leurs efforts sur cette industrie de l'alcool de betteraves qui se développe, plutôt que sur ses concurrentes qui semblent condamnées à marquer le pas.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C'est dans cet ordre d'idées qu'il nous a semblé intéressant de signaler à la Société un procédé imaginé par MM. A. G. et R. Collette, distillateurs à Seclin, pour extraire les jus des betteraves, et qui, grâce au bon marché de son installation, à l'agencement automatique de son travail, à la diminution de sa main-d'œuvre, et à la perfection de son épuisement, paraît appelé à remplacer soit le procédé dit par râpage et triple pressurage, soit le procédé dit par diffusion, en usage dans les distilleries industrielles de betteraves.

Ce procédé diffère sur plusieurs points du procédé ordinaire de diffusion, auquel il n'emprunte guère que le nom :

I. — Quand on diffuse la betterave, on demande à la pression osmotique de faire sortir de la cossette, noyée dans l'eau, le sucre qu'elle contient ; mais celle-ci ne peut l'abandonner que si le protoplasma de ses cellules est tué par une température d'environ 70°. Il n'en est pas de même dans le procédé Collette : la betterave est non plus découpée en cossettes, mais réduite en pulpe par la râpe, et celle-ci a si bien déchiqueté les cellules que le jus dont elles sont imprégnées est immédiatement délavé par l'eau qu'on leur présente, sans qu'il soit besoin de faire intervenir l'action de la chaleur ; l'extraction du jus correspond donc plutôt à un lavage qu'à une diffusion.

II. — Dans le système de diffusion ordinaire, l'eau délivrée en queue de l'appareil traverse en s'enrichissant de sucre la série de diffuseurs qui contiennent des cossettes de plus en plus riches, pour sortir du diffuseur de tête à l'état de jus concentré ; mais, tandis que le jus circule de la queue à la tête de la batterie, les cossettes restent au contraire en place, et chaque diffuseur passe à tour de rôle par tous les stades d'épuisement pour finir queue de batterie. La diffusion est continue pour le jus et discontinue pour la cossette. Que se passe-t-il dans le système Collette ? En même temps que circule le jus de la queue à la tête en s'enrichissant, la pulpe circule de la tête à la queue en s'appauvrissant. Tout se passe comme si, dans le procédé ordinaire, on venait à déplacer la pulpe contenue dans chaque diffuseur pour en remplir le diffuseur voisin.

III. — Le système Collette offre encore une différence essentielle avec le système ordinaire de diffusion, en ce sens qu'il ne comporte pas de diffuseurs, et les différents postes d'épuisement sont simplement représentés par :

1° Une série de douze bacs dans lesquels se mélangent des pulpes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

égouttées, en cours d'épuisement, et des jus toujours plus pauvres en sucre que le jus qui préalablement s'est séparé de ces pulpes.

2° Douze émulseurs à air comprimé remplaçant des pompes, qui élèvent les mélanges de pulpe et de jus vers un jeu de douze tamis.

3° Douze tamis rotatifs, faits de tôle de cuivre, percée de trous de 1 millimètre pour le premier tamis et de 2 millimètres pour les onze autres, où s'égoutte chacun des mélanges; le jus qui s'en écoule se dirigeant vers le bac précédent, par rapport à la tête de la batterie, la pulpe qu'il rejette gagnant le bac suivant par rapport à la queue de la batterie.

Le schéma que nous avons imaginé et que nous reproduisons ci-dessous permettra de saisir le principe de ce nouveau procédé. Ce schéma ne comporte que six postes d'épuisement.

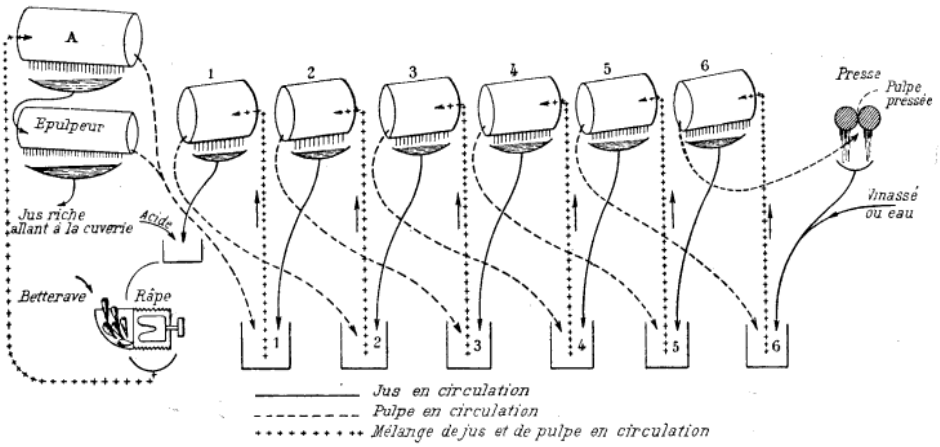


Fig. 1. — Diffuseur *Collette*, schéma de la marche des jus et des pulpes.

Pour bien comprendre la marche du travail, il est bon de ne considérer tout d'abord que la pulpe, sans se préoccuper du jus que fournit son égouttage. Cette pulpe, débitée par une râpe Champonnois, est remontée dans un tamis A placé en dehors de la batterie ; la pulpe que ce tamis rejette tombe dans le bac n° 1, en même temps que les résidus de l'épulpeur, est remontée dans le tamis n° 1, s'y égoutte, tombe dans le bac n° 2, est remontée dans le tamis n° 2, s'y égoutte, tombe dans le bac n° 3, et ainsi de suite, jusqu'au tamis n° 6, d'où elle se rend dans une presse à surface filtrante. Elle est dès lors épuisée et vendue pour la nourriture du bétail.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Suivons maintenant en sens inverse les liquides; le petit jus, qui s'écoule de la presse, mélangé de vinasse ou d'eau, coule dans le bac n° 6, se mélange à la pulpe du tamis n° 5, et remonte en même temps qu'elle dans le tamis n° 6; le jus qui se sépare de ce tamis n° 6 coule dans le bac n° 5, qui reçoit la pulpe du tamis n° 4, se mélange à celle-ci, pour être remontée dans le tamis n° 5, et ainsi de suite jusqu'au jus qui se sépare du tamis n° 1. Ce jus va, en même temps que l'acide sulfurique nécessaire, diluer la pulpe produite par la râpe; cette pulpe fraîche est remontée dans le tamis A, où nous la considérions tout à l'heure, et le jus de ce tamis, qui est aussi concentré que possible, après avoir été filtré dans un tamis plus fin (épulpeur), se rend aux cuves de fermentation.

Je ne crois pas devoir insister sur le dispositif mécanique qui a permis à MM. Collette de résoudre pratiquement le problème dont nous venons de discuter le côté théorique. Je me bornerai simplement à corriger les incertitudes que détermine la lecture d'un schéma. Les tamis, au lieu d'être déployés comme le schéma l'indique, sont disposés parallèlement et serrés les uns contre les autres; ils tournent dans le même sens et avec la même vitesse de 25 à 30 tours à la minute. Au dessous de chacun d'eux, se trouve un berceau de tôle, disposé de telle façon que le jus qui y tombe gagne le bac précédent. Les bacs qui reçoivent le jus et la pulpe, sont en fonte, et placés beaucoup plus près du tamis que le schéma ne le fait supposer, ils reçoivent une injection d'air comprimé, qui assure le mélange de la pulpe et du jus, ce mélange tombe automatiquement dans un cylindre vertical en fonte, où l'émulseur vient le puiser et le remonter vers le tamis correspondant. Il n'y a dans l'appareil ni soupapes à manœuvrer, ni portes à ouvrir, ni calorisateurs à surveiller; la vinasse ou l'eau arrrive chaude à 60°, et le jus se refroidissant de la queue à la tête de la batterie, sort à la température de 28°, prêt à subir la fermentation.

La quantité de jus extrait de 100 kilogrammes de betteraves (130 à 150 litres), et la quantité de sucre qu'on laisse dans les cossettes épuisées (0,2 0/0), sont celles que l'on obtient dans les meilleures conditions de travail de la diffusion.

Le procédé de MM. Collette ne saurait s'appliquer aux distilleries agricoles proprement dites, en ce sens que l'outillage absorbe un minimum de 100 000 kilogrammes de betteraves par jour.

Il ne faut pas songer non plus à le voir adopter par la sucrerie; le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

procédé se poursuit en effet à l'air libre ; or, en présence de l'oxygène, les oxydases de la betterave agissent sur le jus, et lui communiquent une coloration noire qui nuirait à l'extraction du sucre, et si le jus, dans le travail de la distillerie, ne noircit pas, c'est qu'on y tue les oxydases par l'addition d'acide sulfurique, dont l'emploi en sucrerie doit être proscrit.

Ainsi restreint, quant à présent, aux distilleries industrielles de betteraves, le procédé de MM. Collette n'en constitue pas moins un réel progrès dans l'extraction du jus, et je n'en veux pour preuve que la rapidité avec laquelle la distillerie semble l'adopter : monté en 1907, à la distillerie de Seclin, pour la première fois, il a été installé et a fonctionné en 1908 dans treize usines.

Votre Comité d'Agriculture vous demande de remercier MM. Collette de nous l'avoir fait connaître, et d'insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Signé : LINDET, *rapporteur*.

Lu et approuvé en séance, le 5 mars 1909.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES

RAPPORT présenté par **M. Brüll,** au nom du *Comité des Arts mécaniques*, sur les GAZOGÈNES de **M. Letombe.**

M. L. Letombe, ingénieur des Arts et Manufactures, 59, rue d'Amsterdam, à Paris, a présenté à la Société les systèmes de gazogènes pour moteurs à gaz dont il est l'inventeur.

Par vingt années de travail, M. Letombe s'est fait connaître dans la spécialité des moteurs à explosion. Ses machines se composent d'un cylindre à double effet et d'un cylindre à simple effet disposés en tandem et le réglage en est qualitatif et à surcompression. Ces moteurs se construisent pour d'assez fortes puissances; ils fonctionnent soit avec le gaz d'éclairage soit avec les gaz pauvres de gazogène ou de haut fourneau, et les principes du double effet, du réglage par admission variable et des fortes compressions, appliqués par M. Letombe, sont adoptés aujourd'hui d'une façon à peu près générale : pour les grandes puissances, on ne construit plus guère de moteurs à simple effet, on ne pratique plus le réglage par tout ou rien et la compression atteint souvent 12 kilogrammes par centimètre carré. Cet ingénieur a ainsi contribué au progrès si remarquable des moteurs à explosion.

Depuis une quinzaine d'années M. Letombe s'est attaché aussi au perfectionnement des gazogènes et, à l'Exposition universelle de 1900, il présentait un gazogène alimentant avec du charbon maigre français un moteur de 200 chevaux. Cet ensemble lui valut le grand prix des installations à gaz pauvre.

Pour faire comprendre l'intérêt du problème ainsi résolu, il convient de rappeler sommairement l'historique de la question.

Lorsque, à la suite de longues recherches, remontant à 1856, MM. Charles et Frédéric Siemens, s'inspirant des travaux d'Ebelmen, créèrent le procédé de chauffage, qui, depuis, a révolutionné l'industrie, l'admiration fut générale. On estimait à des valeurs élevées l'économie

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'apportait cette invention dans la consommation de combustible d'une grande variété d'opérations industrielles et surtout on proclamait partout

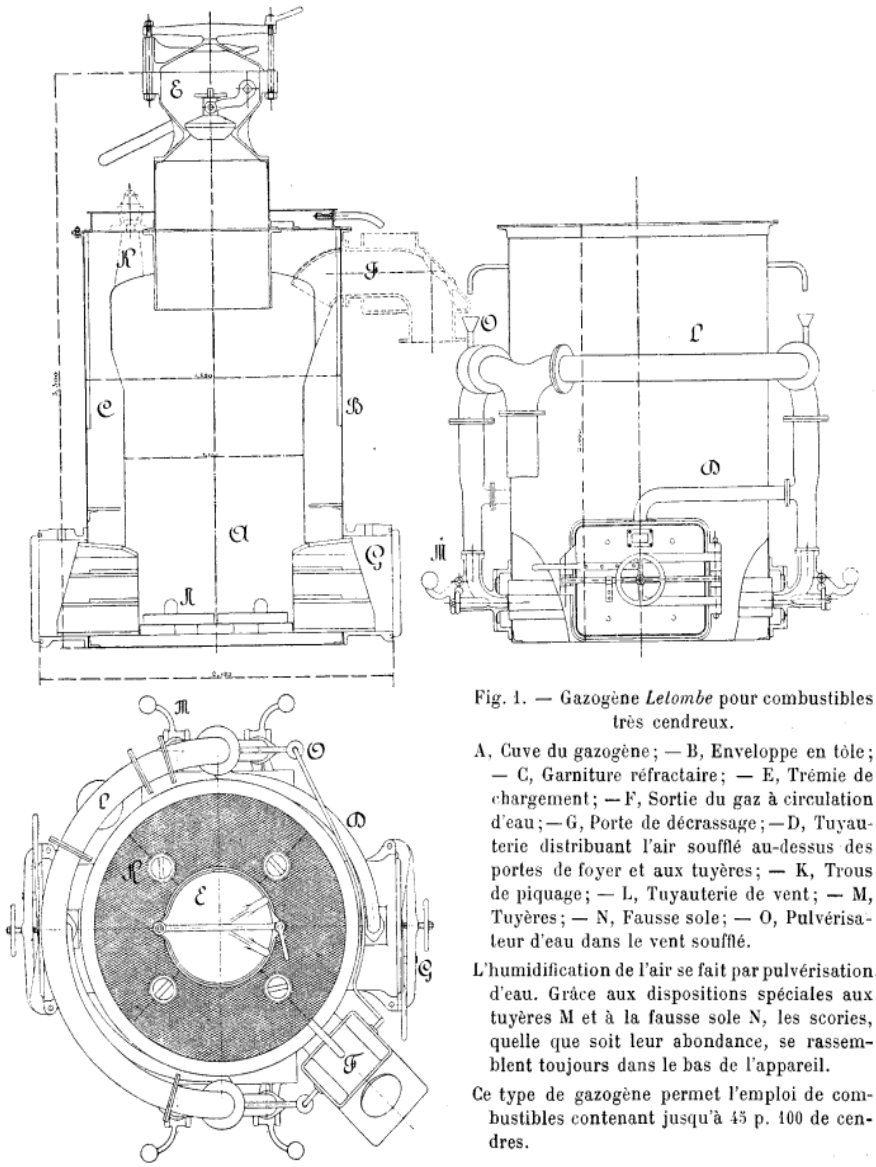


Fig. 1. — Gazogène *Letombe* pour combustibles très cendreux.

A, Cuve du gazogène; — B, Enveloppe en tôle; — C, Garniture réfractaire; — E, Trémie de chargement; — F, Sortie du gaz à circulation d'eau; — G, Porte de décrassage; — D, Tuyauterie distribuant l'air soufflé au-dessus des portes de foyer et aux tuyères; — K, Trous de piquage; — L, Tuyauterie de vent; — M, Tuyères; — N, Fausse sole; — O, Pulvérisateur d'eau dans le vent soufflé.

L'humidification de l'air se fait par pulvérisation d'eau. Grâce aux dispositions spéciales aux tuyères M et à la fausse sole N, les scories, quelle que soit leur abondance, se rassemblent toujours dans le bas de l'appareil.

Ce type de gazogène permet l'emploi de combustibles contenant jusqu'à 45 p. 100 de cendres.

que les nouveaux appareils permettaient l'utilisation de tous les genres de combustibles, même ceux de la plus basse qualité. Puisqu'on n'utilisait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus que le gaz résultant de la distillation et de la combustion partielle, la qualité de la matière employée devenait, disait-on, indifférente : les escarbilles, le charbon maigre, le lignite et la tourbe et même le schiste, pouvant à peine brûler à cause de la teneur considérable de cendres, allaient pouvoir produire une chaleur aussi intense que le charbon de Newcastle de la meilleure qualité.

Cet important avantage existait bien en théorie ; il a pu même être réalisé, dans une certaine mesure, pour quelques usages industriels ; mais, lorsque, après avoir utilisé le gazogène pour fondre et raffiner le verre, calciner les minerais, puddler et souder le fer, chauffer des cornues à zinc ou à gaz, produire d'énormes bains d'acier fondu, on arriva à la préparation du gaz pauvre, convenant au fonctionnement des moteurs à explosion, les exigences spéciales de cette nouvelle application changèrent complètement la situation au point de vue du choix du combustible.

En fait, on voit aujourd'hui que les industriels qui alimentent des moteurs à gaz à l'aide de gazogènes, sont presque tous obligés de se procurer à grands frais de l'anthracite de premier ordre, classé avec le plus grand soin. Lorsqu'ils ne peuvent, par circonstance, assurer cet approvisionnement très spécial, ils encourent les plus graves inconvénients. Le gaz ne conserve pas la composition voulue, le gazogène fonctionne mal à cause des cendres et des mâchefers, les goudrons entravent la marche du moteur et occasionnent quelquefois des explosions intempestives qui amènent des ruptures désastreuses.

Ces difficultés restreignent naturellement le développement désirable de la production de la puissance motrice par le gaz pauvre, et c'est là le problème difficile qui s'est imposé, depuis longtemps déjà, aux recherches des inventeurs.

Plusieurs solutions ont été proposées et on est parvenu à produire du gaz moteur avec d'autres combustibles que l'anthracite.

M. Letombe a été l'un des premiers à y réussir : dès 1894 il construisit un gazogène à pulvérisation d'eau dans l'air insufflé, qui fournissait un gaz de composition régulière en consommant des charbons maigres français. Il a depuis perfectionné son gazogène, il l'a successivement adapté à divers combustibles contenant d'assez fortes proportions d'hydrocarbures et beaucoup de cendres et il a établi d'importantes installations, alimentées de combustibles à bas prix et qui donnent de bons résultats au point de vue de la régularité du fonctionnement et de l'économie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

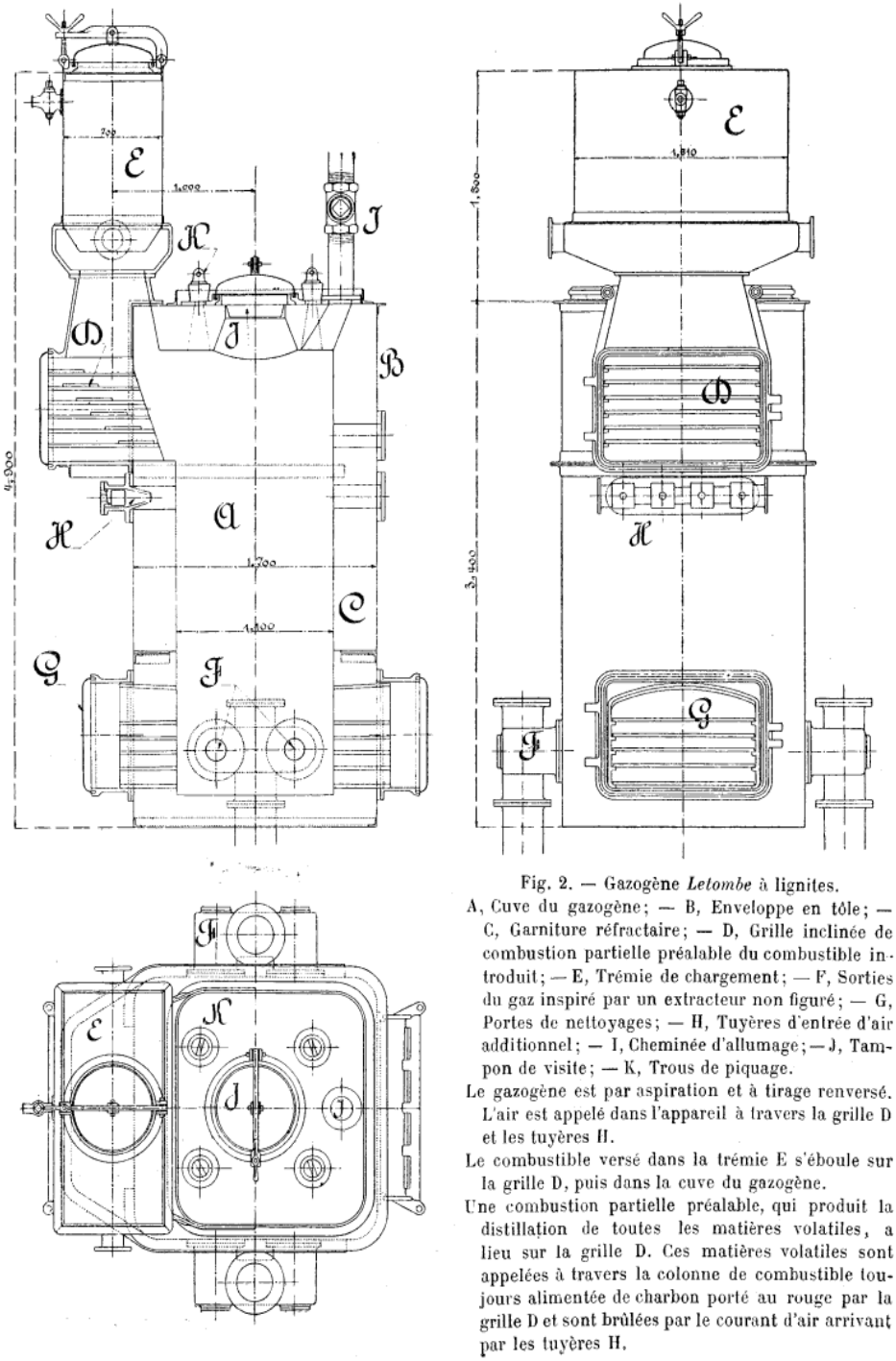


Fig. 2. — Gazogène *Letombe* à lignites.

A, Cuve du gazogène; — B, Enveloppe en tôle; — C, Garniture réfractaire; — D, Grille inclinée de combustion partielle préalable du combustible introduit; — E, Trémie de chargement; — F, Sorties du gaz inspiré par un extracteur non figuré; — G, Portes de nettoyages; — H, Tuyères d'entrée d'air additionnel; — I, Cheminée d'allumage; — J, Tampon de visite; — K, Trous de piquage.

Le gazogène est par aspiration et à tirage renversé. L'air est appelé dans l'appareil à travers la grille D et les tuyères H.

Le combustible versé dans la trémie E s'éboule sur la grille D, puis dans la cuve du gazogène.

Une combustion partielle préalable, qui produit la distillation de toutes les matières volatiles, a lieu sur la grille D. Ces matières volatiles sont appelées à travers la colonne de combustible toujours alimentée de charbon porté au rouge par la grille D et sont brûlées par le courant d'air arrivant par les tuyères H.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tel est l'intéressant travail que M. Letombe présente à la Société. Il lui remet, outre une intéressante collection de documents, de procès-verbaux, d'essais, de plans d'exécution, un mémoire sur ses systèmes de gazogènes. De plus, votre rapporteur a pu voir en service normal un de ces appareils desservant un moteur Letombe de 160 chevaux dans la grande faïencerie de MM. G. de Bruyn et fils, à Fives-Lille.

Cette installation fonctionne depuis deux ans. Elle comporte deux gazogènes soufflés par un ventilateur système Root; un seul suffit pour l'alimentation du moteur; le second, qui peut au besoin servir de rechange, a été établi surtout en vue d'employer une partie du gaz produit à des chauffages de fours.

Il y a une série d'appareils d'épuration comprenant un barillet réfrigérant, une colonne à coke et un épurateur mécanique analogue à ceux que l'on emploie pour épurer les gaz de hauts fourneaux.

Le gaz, avant de se rendre au moteur, passe par un petit gazomètre dont la cloche règle par ses mouvements l'activité de la soufflerie.

La charge du moteur, qui actionne une dynamo de transport de force et une dynamo d'éclairage, est très variable et la moyenne de la puissance produite est environ la demi-charge.

On consomme des charbons maigres du Nord ou du Pas-de-Calais ou encore du coke. Au moment de notre visite le gazogène employait du charbon d'Anzin à 10 p. 100 environ de matières volatiles et 8 p. 100 de cendre, classé à 25 millimètres. On chargeait toutes les 20 minutes un panier contenant une douzaine de kilogrammes.

MM. de Bruyn nous ont dit qu'ils étaient satisfaits de cette installation, qu'elle fonctionnait régulièrement sans difficulté et sans accidents et fournissait avec économie la puissance dont ils ont besoin.

Nous avons vu en effet que l'ouvrier chargé du service du gazogène et du moteur, s'occupait encore de quelque autre travail. Il ne nettoie le feu que trois fois par jour. Le mâchefer est peu abondant, facile à retirer; il est bulleux et friable. L'entretien du gazogène se réduit à peu de chose; la partie inférieure seule du revêtement intérieur demande de loin en loin quelque réparation; les tuyères en terre réfractaire, de qualité tout ordinaire, se remplacent deux fois par an.

Le mémoire de M. Letombe (1) est fort bien fait. Il expose clairement

(1) *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils de France*, janvier 1908.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

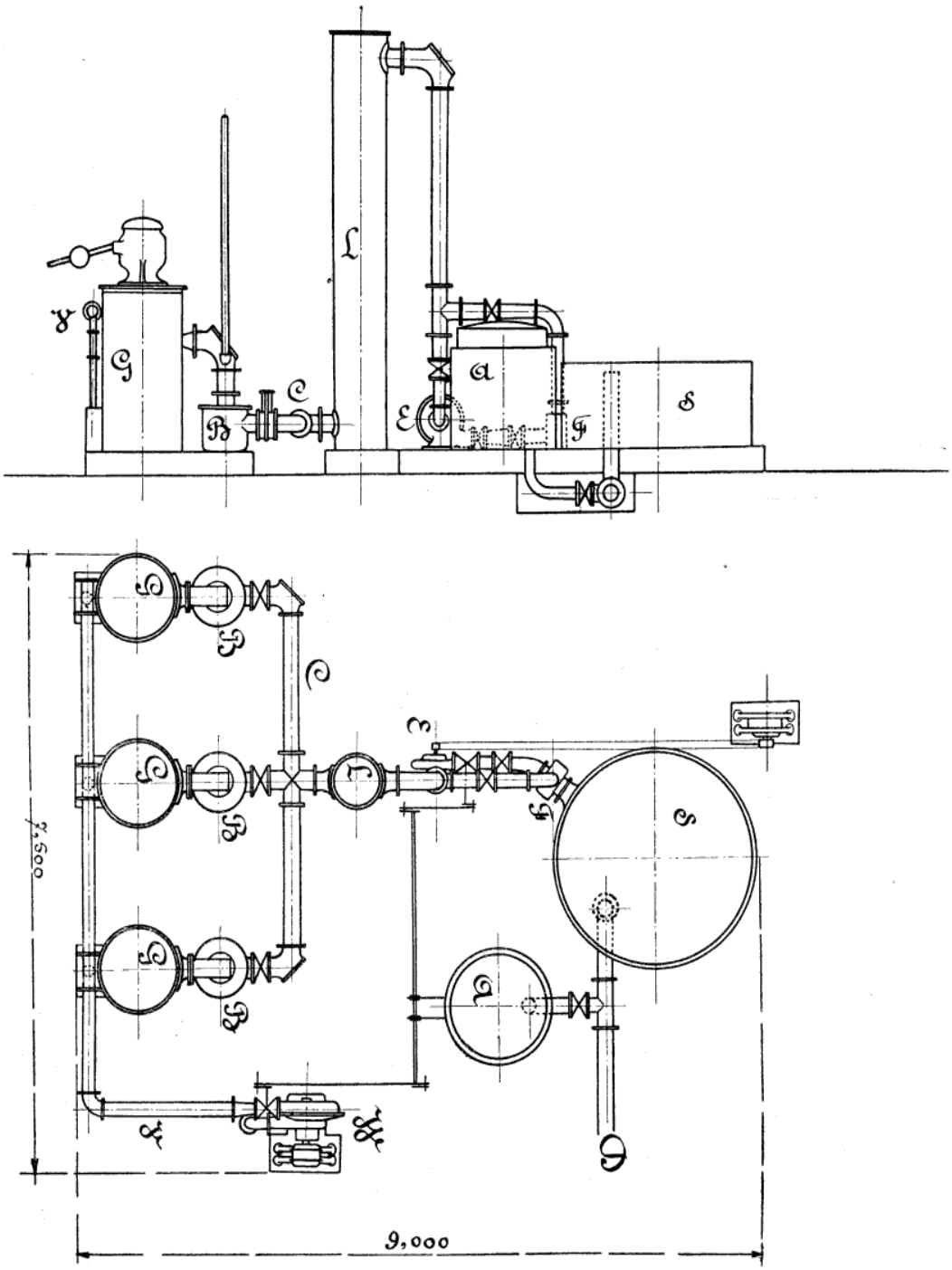


Fig. 3. — Installation de trois gazogènes *Letombe* de 85 chevaux par aspiration compensée.
Mines de Kinta.

G, G, G, Gazogènes; — C, Collecteur général; — V, Conduite de vent; — W, Ventilateur réglé par A; A, Compensateur d'aspiration; — L, Colonne à coke; — E, Épurateur mécanique; — F, Séparateur d'eau; — S, Caisse à sciure; — B, Barillets-réfrigérants; — D, Conduite d'alimentation des moteurs.

Le compensateur A est réglé de façon à maintenir une pression sensiblement constante dans la conduite d'alimentation D, en agissant sur le débit du ventilateur W de manière à compenser les pertes de charges croissantes des gazogènes et les dépressions causées par les aspirations des moteurs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les difficultés rencontrées dans la production d'un gaz de composition constante, les moyens auxquels on a successivement fait appel pour en triompher, les causes des résultats insuffisants, généralement constatés; il énumère ensuite les desiderata auxquels doit satisfaire un bon gazogène pour moteur à gaz, spécialement pour les puissantes installations qui doivent fonctionner sans arrêt et qu'il n'est pas possible d'alimenter avec un combustible exceptionnel; il étudie à part chacune de ces conditions. Enfin il donne une description sommaire avec croquis schématiques des divers types de gazogène et d'épurateurs qu'il a adoptés pour les combustibles et pour ceux qui contiennent une forte proportion de cendres.

Nous avons l'honneur de vous proposer, Messieurs, de remercier M. Letombe de sa très intéressante communication et d'autoriser l'insertion au *Bulletin* du présent rapport, ainsi que la reproduction à petite échelle de quelques-uns des dessins qu'il nous a remis.

Signé: A. Brull, *rapporteur.*

Lu et approuvé en séance le 5 mars 1909.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES

Rapport présenté au nom du *Comité des Arts mécaniques*, par **M. Lecornu** sur diverses inventions de **M. Bardet**.

M. Jean Bardet a soumis à l'examen de la Société d'Encouragement un ensemble d'inventions dont il est l'auteur, et qui se rapportent à des objets assez variés. Voici, par ordre de dates, l'énumération des brevets qu'il présente (plusieurs de ces brevets sont pris sous un nom autre que le, sien).

16 juillet 1903. — Perfectionnements à la fabrication des sacs en papier, notamment en vue d'obtenir un fond absolument plat et aussi de simplifier l'opération du gommage, par suite d'un mode particulier de pliage.

25 juillet 1903. — Machine à peser, destinée à diviser en parties d'un poids déterminé une masse de matière pulvérulente ou granuleuse.

3 octobre 1903. — Appareil d'amenage du fil métallique.

12 décembre 1903. — Machine à sceller les journaux, brochures et publications de tous genres.

20 février 1904. — Nouveau scellé.

17 mars 1904. — Perfectionnements aux échelles mobiles.

25 mai 1904. — Machine pour transformer directement des barres droites d'acier chauffées au rouge en coins galbés pour la fixation des rails dans leurs coussinets.

13 août 1904. — Étalage mobile.

26 octobre 1904. — Machine destinée à la fabrication de ressorts à boudin et d'autres hélices métalliques, élastiques ou rigides.

18 novembre 1904. — Crampons pour la fixation des rails.

8 décembre 1904. — Pince.

24 décembre 1904. — Mode de pliage et d'assemblage pour la fabrication des sacs.

19 janvier 1905. — Machine à peser, destinée à séparer d'une masse

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de matière en poudre, en grains ou en menus morceaux une série de masses d'un poids déterminé.

30 janvier 1905. — Machine destinée à faire des paquets de matière en poudre, en grains ou en menus morceaux, chaque paquet comportant un sac dans lequel est enfermée une masse de matière d'un poids déterminé et une bande de sûreté entourant ce sac, tandis que les matériaux constitutifs de ces parties du paquet sont fournis à la machine d'une manière continue.

9 août 1905. — Machine mettant les journaux sous bande, et collant sur chaque bande une étiquette sur laquelle est imprimée d'avance l'adresse de l'abonné.

9 août 1905. — Machine universelle pour traiter une bande d'un mouvement continu, par exemple pour perforer, couper, imprimer, agrafer, etc., etc., une bande de papier ou d'autre matière.

8 septembre 1905. — Machine à essayer et calibrer les coins métalliques et autres objets en séparant automatiquement les coins qui, après les épreuves de compression et de choc, présentent des dimensions et une résistance convenables.

21 septembre 1905. — Machine à sceller les journaux, destinée à être adaptée sur une machine à imprimer avec plieuse.

14 octobre 1905. — Diviseur universel en ligne droite.

20 février 1907. — Machine pour imprimer sur une bande continue ou sur des feuilles distinctes, des enveloppes, etc., au moyen d'une série de clichés distincts dont le nombre peut être illimité.

26 juin 1907. — Roue à bandage élastique.

12 novembre 1907. — Variante du précédent brevet.

1er avril 1908. — Changement de vitesse universel.

Il serait impossible de décrire ici tous ces appareils sans entrer dans des détails excessifs. Le seul que j'ai vu fonctionner est la machine mettant les journaux sous bande. L'organe essentiel est un tambour à rotation continue, portant à des intervalles réguliers un certain nombre de dispositifs coupeurs et plieurs. Les étiquettes destinées à être collées sur les bandes sont empilées dans une boîte, leur face imprimée tournée vers le bas. La pile d'étiquettes repose sur un piston poussé par un ressort placé au fond de la boîte. Celle-ci possède un mouvement de va-et-vient, qui a pour effet d'amener en temps voulu l'étiquette supérieure au contact de la bande sur laquelle elle doit se coller. Le mécanisme est réglé de façon qu'à cet

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

instant la vitesse de la boîte soit égale à celle de la bande, et que celle-ci présente en regard de l'étiquette une touche de gomme déposée par un doigt métallique. L'étiquette devient dès lors adhérente à la bande, et se trouve entraînée avec celle-ci. La marche est rapide et régulière.

La dernière invention est certainement la plus curieuse. On cherche depuis longtemps un dispositif permettant de réaliser, d'une manière continue et progressive, un rapport variable de vitesse entre deux arbres tournants, tout en rendant les glissements impossibles. La solution proposée par M. Bardet ne ressemble en rien à celles qui ont été imaginées jusqu'ici et je crois bon pour ce motif, d'en indiquer tout au moins le principe.

Considérons d'abord deux roues dentées, placées dans deux plans perpendiculaires dont l'intersection contient les centres de ces roues. Après avoir disposé l'une d'elles, R_1, de façon que l'intervalle des deux dents consécutives livre passage aux dents de l'autre roue, R_2, nous pouvons faire tourner celle-ci sans déplacer la première : le rapport des vitesses est donc nul.

Recommençons l'expérience après avoir dévié légèrement le plan de R_2. Chaque dent de cette roue, parcourant obliquement l'intervalle compris entre deux dents de R_1, va heurter l'une de celles-ci au passage, et imprimer par suite à R_1, une petite rotation. Mais un engrenage ainsi constitué donnerait naissance à des chocs continuels, et il arriverait même que certaines dents de R_2, au lieu de rencontrer un intervalle vide, seraient complètement arrêtées par la présence inopportune des dents de l'autre roue. Pour éviter ce vide rédhibitoire, l'inventeur a imaginé de rendre les dents de R_2 mobiles par rapport à cette roue sauf pendant le court instant où elles sont en prises avec celles de R_1, et de les diriger par des guides convenables, qui amènent successivement chacune d'elles dans la position voulue. Le système est un peu compliqué ; mais on ne peut lui dénier le mérite d'une remarquable ingéniosité. (Voir l'annexe).

En résumé, les inventions de M. Bardet constituent un ensemble intéressant. Aussi le Comité de Mécanique vous propose-t-il de remercier M. Bardet de sa communication et d'ordonner l'insertion du présent rapport au *Bulletin*.

Signé : L. Lecornu, *rapporteur.*

Lu et approuvé en séance, le 5 Mars 1909.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE

Changement de vitesse continu, par **Jean Bardet et Cie**.

La présente invention a pour objet un appareil de changement de vitesse universel basé sur l'emploi d'un système d'engrenages particuliers.

La roue motrice comporte une série de dents mobiles pouvant être déplacées transversalement à son plan et être fixées en toute position convenable sur cette même roue pendant une partie de chaque tour.

La roue conduite a des dents courbes conformées pour engrener avec les dents de la roue motrice. Entre le plan de la roue motrice et la direction des dents de la roue conduite, au point d'engrènement, existe un angle qu'on peut varier en changeant soit le plan de la roue motrice, soit l'orientation des dents sur la roue conduite, soit l'orientation de cette roue elle-même; le rapport de la vitesse de rotation de la roue réceptive à celle de la roue motrice décroît à mesure que cet angle est plus petit, en devenant nul quand l'angle devient nul lui-même, et en changeant de sens suivant le sens de cet angle.

Pour assurer l'engrènement malgré la variation dudit angle, l'appareil comporte une sorte de cône denté qui tourne en concordance avec la roue conduite et un chemin de guidage courbe, ce chemin ayant une entrée évasée pour recevoir les dents motrices quelle que soit leur position sur la roue motrice quand elles quittent la roue-conduite et une sortie étroite pour amener ces dents à la pointe du cône denté, lequel sert à les guider jusqu'à ce qu'elles arrivent de nouveau aux dents de la roue conduite.

En outre, l'appareil comporte un dispositif automatique servant à immobiliser les dents sur la roue motrice pendant leur période d'engrènement avec la roue conduite et à les libérer pendant le restant de leur rotation pour leur permettre d'être guidées par le chemin convergent et le cône denté.

Par ces moyens, l'angle d'attaque ou l'inclinaison du pas de cette sorte de train hélicoïdal peut passer d'une manière continue par toutes les valeurs comprises entre zéro et deux maximum, l'un positif et l'autre négatif, sans que l'engrènement cesse d'être parfaitement assuré à tous les instants.

A titre d'exemple le dessin ci-annexé représente deux formes d'exécution de l'objet de cette invention.

La figure 1 est un schéma montrant en élévation une forme d'exécution de l'appareil, la roue motrice, placée obliquement, étant indiquée par un trait ponctué.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La figure 2 est une élévation latérale correspondant à ce schéma.

Les figures 3 et 6 sont deux coupes, l'une verticale et l'autre horizontale, de la même forme d'exécution.

La figure 4 montre le développement d'un chemin de guidage convergent et la figure 5 une vue par bout d'un cône denté.

Aux figures 1 à 6, 1 désigne une roue motrice, 2 une roue réceptrice, 3 un chemin de guidage et 4 un cône denté.

Les dents 5 de la roue motrice sont montées sur des coulisseaux 6, mobiles parallèlement à l'axe de la roue dans les glissières 7 de celles-ci ; elles peuvent ainsi s'écarter d'un côté et de l'autre du cercle médian 8.

La roue 2 porte des dents fixes 9 disposées dans ces plans rayonnants qui

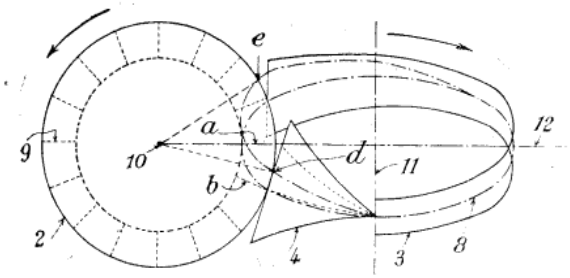


Fig. 1.

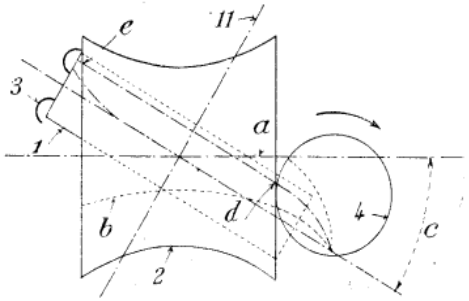


Fig. 2.

passent par son axe, et les génératrices de ces dents ont une courbure correspondant à celle du cercle 8.

L'axe 10 de la roue 2 est fixe, tandis que celui 11 de la roue 1 peut tourner autour d'un axe 12, perpendiculaire à ces deux axes 10 et 11.

Si l'on amène la roue 1 à être parallèle à l'axe 10 de la roue 2, les dents 5 peuvent toutes passer successivement entre deux dents 9 situées par exemple en *a* et *b*, et n'impriment aucune rotation à la roue 2, même si elles sont immobilisées sur ladite roue 1 par un moyen qui sera décrit plus loin.

Par contre, si l'on fait tourner le plan de la roue 1 d'un angle *c*, chaque dent 5, une fois engagée entre deux dents 9 et immobilisée sur la roue 1, poussera latéralement l'une de ces dents et fera tourner la roue 2 d'un certain angle D 10, *e* (fig. 1), lequel sera d'autant plus grand que l'inclinaison *c* sera plus grande. La rotation de la roue 2 aura lieu en sens inverse si l'on amène le plan de la roue 1 de l'autre côté par rapport au plan déterminé par les axes 10 et 12.

La réalisation de ce mode de fonctionnement présente une difficulté en ce sens que l'angle *d* 10, *e*, dont la roue 2 tourne pendant que la roue 1 s'avance de l'angle de deux dents 5 successives, est quelconque par rapport à l'angle *a* 10, *b* de deux dents 9 successives.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

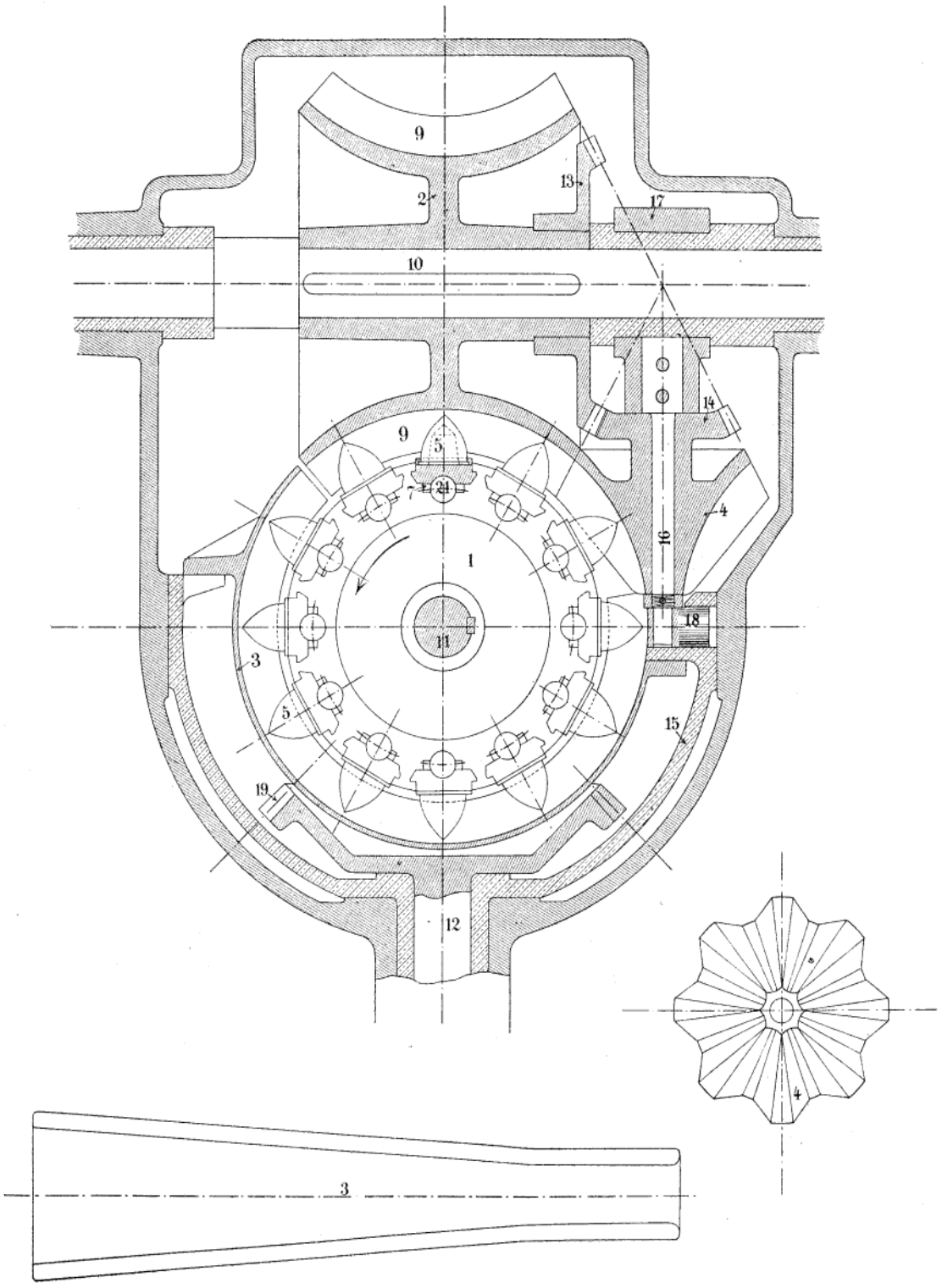


Fig. 3, 4 et 5.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

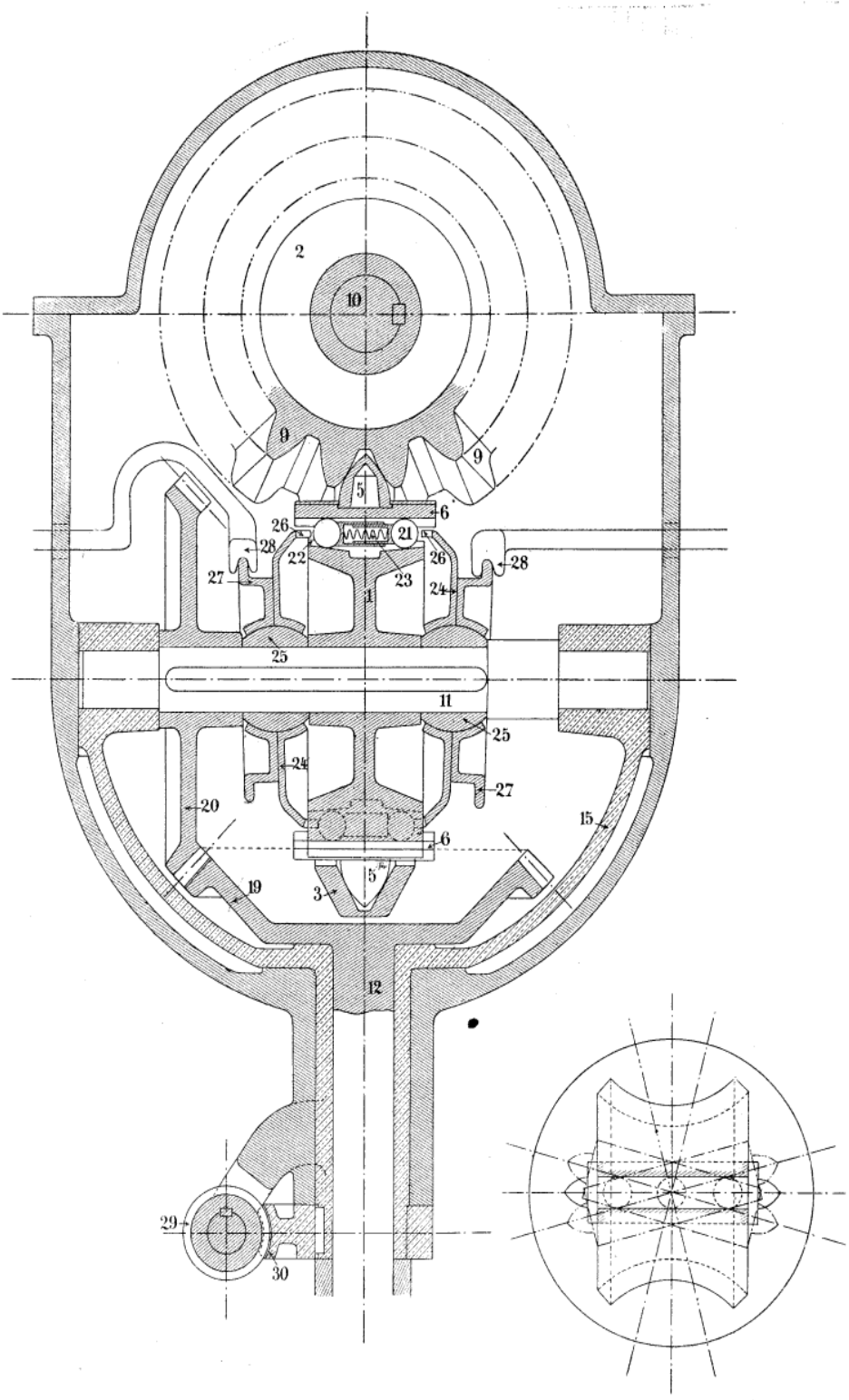


Fig. 6 et 7.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sauf pour certaines positions particulières de la roue 1 et de ses dents, l'engrènement ne pourrait se produire si les dents étaient invariablement fixées sur la roue.

Il convient donc que les dents 5 soient rendues mobiles et convenablement guidées dans les intervalles de leurs périodes d'engrènement.

Suivant la présente invention, ce guidage est effectué au moyen du chemin courbe 3, dont l'entrée est évasée et dont la sortie est étroite, et du cône denté 4, dont le sommet coïncide avec cette sortie et dont la base est tangente à l'un des bords de la roue 2.

Des pignons dentés 13 et 14, solidaires de la roue 2 et du cône 4 respectivement, obligent ces deux derniers, à tourner ensemble de manière que leurs dents se présentent toujours en face les unes des autres.

D'autre part, le chemin 3 est fixé à un support 15 en forme de calotte, qui porte les tourillons de l'arbre 11 de la roue 1, de sorte que le plan médian du chemin 3 coïncide toujours avec le plan médian de la roue 1.

Lorsque ce plan coïncide aussi avec celui des axes 10 et 12, le chemin 3, deux dents du cône 4 et les deux dents correspondantes 9 de la roue 2 forment ensemble un canal circulaire continu; le long de ce chemin, les dents 5 glissent en décrivant une trajectoire plane ou légèrement brisée suivant l'orientation de la roue 2, qui reste alors immobile. En sortant de l'extrémité étroite du chemin 3, chaque dent 5 peut rencontrer l'extrémité de l'une des dents du cône 4; mais comme ces dents, aussi bien que les dents 5, sont taillées en pointe aiguë et faites en métal très dur, il ne peut se produire d'arrêt, et les dents 5 sont forcément aiguillées d'un côté ou de l'autre de l'une des dents du cône.

Si l'on fait tourner la roue 1 d'un certain angle c autour de l'axe 12, le chemin 3 tourne avec elle et le cône 4 oscille autour de l'axe 10 en conservant son sommet à la sortie du chemin 3. A cet effet, une extrémité de l'axe 16 du cône est fixée à un collier 17, qui peut osciller sur l'arbre 10, et l'autre extrémité de cet axe est articulée dans un petit coulisseau cylindrique 18, monté dans le support 15 en face de l'extrémité étroite du chemin 3. Malgré cette oscillation de la roue 1 et des organes de guidage, la concordance exacte des dents du cône 4 avec les dents 9 de la roue conduite reste maintenue par l'engrènement des pignons 13 et 14, de sorte que l'aiguillage et le passage continu des dents 5 sont encore assurés.

Dans toutes les positions de la roue 1, celle-ci est entraînée par l'arbre moteur 12 au moyen de roues dentées 19 et 20, solidaires de cet arbre et de l'arbre 11, respectivement.

Pour que la roue 2 soit entraînée par la roue 1, il faut fixer sur celle-ci les dents 5 pendant qu'elles passent entre les dents 9. A cet effet, des billes 21 sont placées dans des entailles 22, que la roue 1 possède en face de chaque cou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lisseau 6, et dont les fonds sont légèrement inclinés vers le milieu comme le montre la figure 3; ces billes sont poussées en dehors par un ressort intermédiaire 23, de sorte qu'elles tendent à se coincer entre les fonds des entailles et les coulisseaux 6, en immobilisant ces derniers dans les deux sens.

Cependant, il faut libérer les coulisseaux dès que les dents 5 entrent dans le chemin 3 pour leur permettre de revenir dans le plan médian de la roue 1, et ces coulisseaux doivent encore être libres lorsque les dents 5 glissent entre les dents du cône 4, qui les aiguille convenablement. A cet effet, l'appareil comporte deux plateaux 24, articulés sur des rotules 25, qui sont montées sur l'arbre 11; les bords de ces plateaux possèdent des dents latérales 26, qui sont engagées dans les entailles 22 et peuvent pousser les billes 21 l'une vers l'autre. Chaque plateau porte un rebord 27, qui passe librement dans une fourchette fixe 28 placée en face du milieu de la roue 2.

La position des fourchettes est réglée de manière que les plateaux soient maintenus inclinés par rapport au plan de la roue 1, et que toutes les billes 21 soient ainsi repoussées en dedans, sauf celles qui se trouvent en face de la roue 2.

Par conséquent, chaque coulisseau 6 est libre d'obéir aux organes de guidage 3 et 4 et est immobilisée sur la roue 1 pendant son passage devant la roue 2; les dents 5 sont donc obligées de suivre, pendant ce passage, une trajectoire D E parallèle au cercle 8 (fig. 1) en poussant latéralement les dents 9 contre lesquelles elles glissent ainsi qu'il est expliqué ci-dessus.

Pour changer le rapport de transmission, on change le plan de la roue 1 en faisant tourner le support 15 à l'aide d'une vis sans fin 29, engrenant avec un secteur 30, solidaire dudit support.

Les dents 5 sont préférablement faites distinctes des coulisseaux 6 et montées à pivot sur ceux-ci de manière à pouvoir tourner; leur forme est alors analogue à celle d'un obus.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS ÉCONOMIQUES

RAPPORT présenté par **M. Hippolyte Fontaine**, au nom du *Comité des Arts économiques*, sur LE CONJONCTEUR-DISJONCTEUR de **M. Gabreau.**

L'appareil que M. Gabreau a présenté à la Société d'Encouragement, dans sa séance du 23 octobre 1908, est un conjoncteur-disjoncteur destiné au contrôle de charge des accumulateurs électriques servant à l'éclairage des trains, des canots, des automobiles et autres véhicules.

On sait que l'accumulateur électrique est une pile qui jouit de la propriété d'être réversible, c'est-à-dire de pouvoir être régénérée, après épuisement, par un courant extérieur agissant en sens inverse du premier.

Cette curieuse propriété de réversibilité avait été observée dès 1871, mais elle n'a été réellement utilisée pratiquement qu'à la suite de l'Exposition Internationale d'Électricité de 1881. A ce moment, l'électricité industrielle commençait à transformer plusieurs branches de l'activité humaine : éclairage, traction, transmissions, épuration des métaux, etc.; il était donc nécessaire d'avoir à sa disposition un réservoir pouvant fournir le courant pendant l'arrêt des générateurs; de là le rapide succès de l'accumulateur au plomb, le seul dont l'usage ait généralement prévalu depuis cette époque.

Les premières études entreprises en vue d'assurer aux accumulateurs un bon fonctionnement et une durée satisfaisante firent reconnaître : 1° que les courants de charge et de décharge ne devaient pas dépasser une certaine intensité, laquelle dépend du poids des électrodes en action ; 2° qu'il fallait empêcher le courant de faire retour à la dynamo génératrice quand le voltage de celle-ci s'abaissait en dessous de celui de l'accumulateur ; et rétablir le circuit au moment où la dynamo avait repris son allure normale.

La première de ces questions a été résolue à la suite d'une série d'expériences. Chaque fabricant livre maintenant ses accumulateurs avec l'indication précise des intensités qu'il ne faut pas dépasser à la charge et à la décharge.

La seconde a donné lieu à la création d'appareils automatiques désignés sous le nom de conjoncteurs-disjoncteurs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il existe un grand nombre de types de conjoncteurs-disjoncteurs étudiés en vue de diverses applications pour les petites et les grandes intensités ; mais aucun d'eux n'a été combiné en vue de résister aux vibrations et aux chocs des véhicules : trains, canots, automobiles, etc. C'est pour combler

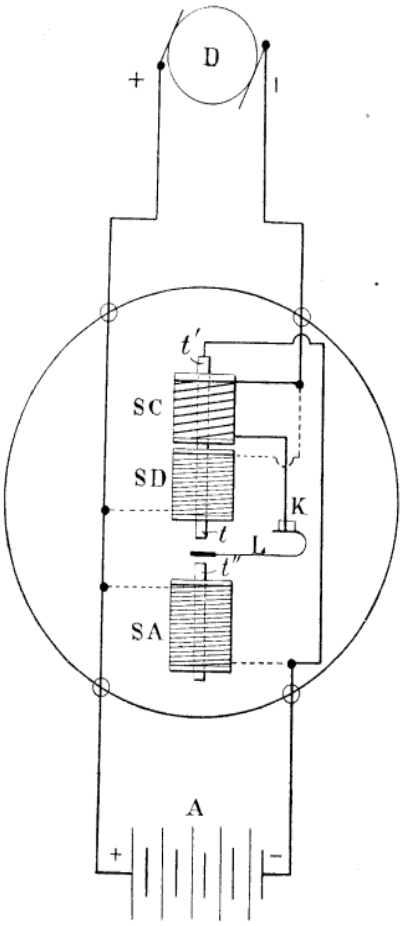


Fig. 1. — Schéma du conjoncteur-disjoncteur *Gabreau*.

cette lacune que M. Gabreau a imaginé l'appareil qu'il a présenté à la Société et dont nous avons examiné les divers organes et le mode de fonctionnement.

Le conjoncteur-disjoncteur Gabreau se compose, en principe, de deux solénoïdes à fil fin, l'un branché sur la dynamo, l'autre sur la batterie

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'accumulateurs, placés en face (pôle sud contre pôle nord) à très peu de distance ; d'un troisième solénoïde, à gros fil, placé sur le même noyau que le premier ; et enfin d'une palette à ressort située entre les deux noyaux des solénoïdes.

Dans tout l'appareil, une seule pièce est mobile, c'est le noyau du solénoïde branché sur la batterie d'accumulateurs, encore sa course est-elle limitée à quelques millimètres,

La figure schématique ci-contre montre la position de chacun de ces organes.

Le solénoïde SA, placé à la partie inférieure, est celui dont la fonction est de polariser son noyau mobile en fer doux t''. A cet effet, il est constamment relié à la batterie A. Les deux solénoïdes SD et SC sont placés sur le même noyau fixe en fer doux ; le premier SD est en dérivation sur la dynamo, le second SC, à gros fil, reçoit le courant total de charge, mais seulement quand la lamelle L, en aluminium argenté, est en contact avec noyau fixe $t\,t'$.

La lamelle L est fixée au point K, et prend, au repos, une position intermédiaire entre les pôles t et t''.

La dynamo étant mise en mouvement influence le solénoïde SD, et, dès que le voltage dépasse celui de la batterie, le noyau plongeur t'' est attiré contre le noyau fixe $t\ t'$; en s'élevant, il amène la lamelle L au contact de t, ce qui établit le circuit entre la dynamo et la batterie, le noyau $t\ t'$ faisant partie du dit circuit, comme cela est indiqué.

Si le voltage de la dynamo diminue et devient plus faible que celui de la batterie, la polarité du solénoïde SC change, la lamelle est repoussée et le courant est interrompu. Cette rupture est d'autant plus brusque que l'arrêt de la dynamo a été plus rapide. Elle s'opère d'ailleurs sans donner naissance à des étincelles nuisibles, grâce au soufflage magnétique (très bien étudié par l'inventeur) que produisent les changements de polarité.

Les choses restent ainsi jusqu'à ce que la dynamo ait repris sa vitesse normale et que, sous l'influence d'un voltage suffisant, la lamelle L soit revenue en contact avec le noyau des solénoïdes supérieurs.

L'appareil peut fonctionner dans toutes les positions, mais il est préférable de l'installer suivant les indications du schéma, afin d'empêcher le poids du plongeur d'influencer les mouvements d'attraction et de répulsion dus à la différence des voltages des solénoïdes en opposition.

L'ensemble des organes est renfermé dans une petite boîte métallique

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

analogue à celles en usage dans la construction des voltmètres et des ampèremètres.

Il n'existe, dans tout l'appareil, ni pivot, ni axe, ni levier, ni mercure, rien qui soit susceptible d'usure ou de détérioration, rien qui puisse troubler le fonctionnement normal. La seule pièce en mouvement est, nous l'avons déjà dit, un petit noyau plongeur pouvant se déplacer dans son fourreau de quelques millimètres.

Comparé aux appareils similaires, le conjoncteur-disjoncteur Gabreau présente les avantages suivants :

1° Il fonctionne dès qu'une différence de voltage se manifeste en faveur de la dynamo, quel que soit d'ailleurs l'état de charge des accumulateurs à ce moment.

2° Il empêche, d'une manière absolue, le retour du courant de la batterie dans la dynamo, grâce à la polarisation fixe d'un solénoïde et aux inversions de courant qui se manifestent dans un autre solénoïde.

3° Il n'est susceptible d'aucun dérangement.

4° Il peut être utilisé dans tous les véhicules ; même dans ceux qui vibrent le plus et sont exposés aux chocs les plus violents.

Tout récemment, l'inventeur a apporté deux perfectionnements à son appareil qui le rendent apte : 1° à arrêter le passage du courant dans les accumulateurs quand ceux-ci sont complètement chargés ; 2° à modérer l'intensité du courant de charge dès qu'elle dépasse la limite imposée par le constructeur. Ces perfectionnements ont naturellement compliqué un peu l'instrument, mais il n'en reste pas moins exempt de toutes pièces délicates, pouvant occasionner des dérangements dans les organes essentiels.

En résumé, le conjoncteur-disjoncteur de M. Gabreau est un bon appareil qui peut être appliqué avec succès non seulement aux véhicules, mais dans toutes les installations d'électricité où l'on emploie des accumulateurs.

En conséquence, le Comité des Arts économiques a l'honneur de vous proposer de voter l'adoption du présent rapport et son insertion dans le *Bulletin* de la Société.

Signé : Hippolyte Fontaine, *rapporteur.*

Lu et approuvé en séance, le 5 Mars 1909.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

AGRICULTURE

L'Agriculture en Russie, par **M. H. Hitier**

Après les ouvrages parus ces dernières années sur l'Agriculture russe et la Russie Agricole (1), après les études consacrées à la crise agraire en Russie dans les principales revues françaises et les grands journaux, il paraîtra bien audacieux, bien téméraire de vouloir essayer de traiter en ces quelques pages, une question aussi complexe et aussi étendue que celle de l'Agriculture russe.

Nous l'avons tenté néanmoins et qu'on nous permette d'en exposer tout d'abord et très simplement les raisons : Suivant, depuis de longues années déjà aussi attentivement que possible, l'évolution agricole en Russie, ayant pu recueillir sur le sujet de multiples informations auprès de personnes très au courant de ces questions en Russie, nous avons pensé qu'il ne serait peut-être pas inutile pour nos collègues, agriculteurs français, de réunir sur l'Agriculture russe des renseignements et des observations pouvant les aider à la mieux connaître.

Nous avons pensé que, dans les conditions économiques et sociales actuelles, au moment même où la plus grande expérience de socialisme appliqué, de collectivisme agraire, qui ait été faite depuis des siècles, semblait sur le point de prendre fin, il était intéressant de montrer comment le « Mir russe » la propriété collective paysanne, établie en Russie en 1861, loin d'avoir servi le progrès de l'Agriculture, l'avait retardé ; comment le système de la propriété collective risquait de ruiner la population au lieu de la préserver contre la misère.

Sans doute des hommes mieux qualifiés que nous, l'ont déjà démontré ; mais saurait-on jamais revenir trop sur cette démonstration ?

Enfin, la Russie est un pays agricole par excellence, sa grande, sa principale richesse consiste dans les produits que lui donne son sol. La France, plus que toute autre nation, est intéressée dans les affaires financières de la Russie, il nous importe donc de connaître, le mieux possible, les ressources présentes, les ressources futures de la Russie, de connaître, par conséquent, ce que pro-

(1) La Russie à la fin du XIXe siècle. — L'article sur la Russie dans le magistral ouvrage de M. L. Grandeau, l'Agriculture et les institutions agricoles du monde au commencement du XIXe siècle. — La Russie agricole devant la crise agraire de Alexis Yermoloff, etc. — La fortune de la Russie, par le vicomte Georges d'Avenel (*Revue des Deux Mondes*, 12 avril 1908). — Les correspondances russes du *Temps*, des *Débats*, etc., etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

duit aujourd'hui son agriculture, ce que cette agriculture pourra produire dans l'avenir.

L'agriculture russe est encore, actuellement, très en retard ; l'accroissement de sa production tient plus à une augmentation des surfaces cultivées qu'à un accroissement de la quantité récoltée par hectare. Les systèmes de culture suivis sont encore, en général tout au moins, essentiellement extensifs.

Mais si l'infériorité des rendements obtenus en Russie tient aux conditions naturelles du climat et du sol de nombre de régions de la Russie, cette infériorité semble tenir, pour une très grande part aussi, aux conditions économiques et sociales défectueuses dans lesquelles se trouvait jusqu'à présent l'agriculture russe : or ces dernières conditions peuvent changer, elles changent à l'heure présente.

La propriété paysanne collective, le mir, a été condamné. De grands projets d'amélioration des transports et des voies de communication sont en cours d'exécution.

Nous assistons à une des périodes les plus intéressantes et les plus graves de conséquences de l'histoire économique et agricole de la Russie.

On nous excusera donc, nous l'espérons du moins, d'avoir tenté cette étude sur l'agriculture russe.

L'empire russe s'étend sur plus de 22 millions de kilomètres carrés : La partie européenne (non compris le Caucase) a une superficie de 5 300 000 kilomètres carrés, soit 10 fois la superficie de la France.

Le territoire et la population de cet immense empire se répartissent de la façon suivante (1).

		Superficie en kilomètres carrés.	Population. Habitants.	Habitants par kilomètre carré.
Russie d'Europe : 50 gouvernements. .		4 889 062	94 215 415	19,0
Pologne : 10 gouvernements.		127 319	9 455 973	74,3
Russie d'Asie. . .	Caucase.	473 554	9 248 695	20,0
	Sibérie	12 518 489	5 727 090	0,1
	Steppes Kirghiz. .	2 284 085	3 451 385	1,5
	Turkestan.	1 220 823	4 270 299	3,0
États vassaux (Khiba, Boukhara). . . .		265 000	1 950 000	6,6
Finlande.		373 604	2 563 000	6,7
		22 150 936	130 881 357	

De cet immense empire nous bornerons notre succinct étude à la partie européenne. C'est la Russie d'Europe proprement dite, dont nous allons esquisser l'agriculture (2).

(1) Tableau donné par M. Grandeau.

(2) Dès le début, nous devons faire une remarque à propos des chiffres statistiques que nous donnons; les statistiques de la Russie d'Europe, se rapportent les unes, outre les 50 gouvernements de la Russie d'Europe proprement dite, à la Pologne, d'autres à la Pologne et la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Plus encore que pour tout autre pays, l'agriculture en Russie est intimement liée aux conditions naturelles et économiques qui, partout, du reste, se montrent les facteurs principaux de la production agricole.

Les conditions naturelles du climat et du sol, les conditions économiques, notamment le régime de la propriété, sont, en Russie, très particulières. Ce sont ces conditions dès lors que nous allons tout d'abord étudier, ne craignant pas d'entrer dans quelques détails, car nous jugeons que seules ces conditions peuvent faire comprendre l'état présent et surtout l'avenir réservé à l'agriculture de la Russie.

Géologie-orographie. — Ce qui caractérise avant tout la plate-forme russe est le relief insignifiant que présente la Russie d'Europe. Sur près de 26 degrés de latitude, d'une mer à l'autre, de la mer Noire à la mer Blanche on peut circuler sans rencontrer un seul point qui s'élève à 300 mètres au-dessus de l'Océan.

C'était donc, a écrit fort justement A. de Lapparent (1), un pays particulièrement prédestiné à l'unité que cette immense terre où aucun obstacle n'empêche la libre circulation dans tous les sens, où l'on passe, par transitions insensibles, des conditions physiques de la Crimée à celles des toundras de la Mer Glaciale, en même temps que le caractère continental du climat fait connaître à chaque zone, d'un bout de l'année à l'autre, de grands écarts de température.

Malgré l'uniformité générale du relief, le sol russe toutefois offre deux divisions bien tranchées que la simple inspection d'une carte suffit à faire reconnaître et que sépare une ligne partant de la frontière prussienne de la Pologne pour atteindre Arkangelsk en passant par le lac Ilmen et un peu à l'est du lac Onéga. A l'occident de cette ligne, les marais et les cavités lacustres abondent, et les cours d'eau sont tout ce qu'il y a de plus irrégulier. A l'Est, on ne voit pas un seul lac et le parcours des rivières est bien défini.

Cela tient à ce que la ligne en question marque précisement la limite que la *dernière invasion glaciaire* n'a pas dépassée, ne couvrant plus cette fois que la Laponie, la Finlande, le gouvernement d'Olonetz et l'Esthonie.

Le paysage morainique y règne dès lors sans partage, avec les roches striées et les gros blocs erratiques dont la Finlande est la patrie par excellence, les amas morainiques, les traînées étroites de cailloutis glaciaires. Les bois sont

Finlande, d'autres ne comprennent pas la Pologne, mais comprennent, avec la Russie d'Europe, le Caucase du Nord. C'est ce qui explique les divergences de chiffres concernant les statistiques relatives à la Russie; nous précisons, autant que faire se peut, à quelle partie exacte de la Russie correspondent les statistiques que nous indiquerons au cours de cette étude.

(1) Pour cette description générale de la plate-forme russe nous nous sommes reporté tout spécialement aux leçons de géographie physique de A. de Lapparent.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nombreux ainsi que les marais et les tourbières en Finlande, cette continuation de la grande plate-forme archéenne-scandinave. Les lacs y sont logés de préférence dans le granit, sur lequel sont également assises les principales villes de la région.

En dehors de la Finlande et du territoire d'Olonetz, il n'y a guère lieu, d'après A. de Lapparent, de reconnaître que trois régions naturelles dans la plate-forme russe elle-même : 1° contre la Mer Glaciale, la bande des *toundras* ou marécages glacés; 2° l'immense étendue que recouvre le terrain erratique ancien, terrain dont l'épaisseur atteint jusqu'à 200 mètres en Pologne. Cette nappe, tant par sa nature propre que par l'uniformité de son relief, favorise la stagnation des eaux, engendrant les grands marais de la Poldésie et de Pinsk; 3° enfin, au Sud, vient la zone des grandes herbes des steppes. Et ici se produit un remarquable changement dans la nature et les productions du sol. Comme nous le verrons plus loin, c'est à la limite même du terrain glaciaire que se produit ce changement : la végétation forestière cesse, les steppes ou plaines herbeuses se sont au contraire développées grâce à la nature du terrain enrichi en sable par le lessivage du bord des moraines, au peu de relief du terrain et à la faible humidité du climat.

Cette région de steppes se divise elle-même en deux zones nettement distinctes: 1° celle du tchernoziome ou de la terre noire, et 2° celle des steppes proprement dites ou sèches, au sol de plus en plus salin à mesure qu'on s'approche de la mer Noire. Et si on se dirige vers la Caspienne, comme on passe successivement d'une chute de pluie de 500 millimètres à 333 pour Tsaritzyne et 116 pour Astrakan, la transition va depuis le tchernoziome jusqu'à la steppe à buissons d'absinthe.

Il ne s'agit pas seulement du reste d'une simple différence de climat, c'est ce que précise A. de Lapparent. La vraie steppe, avec les marécages qui l'accompagnent, occupe l'ancienne dépression qui, à la fin de l'époque tertiaire était noyée sous une grande nappe d'eau saumâtre, depuis tendant à se dessaler de plus en plus; de là l'infertilité du sol. Mais au Nord, dans la partie émergée depuis le départ des mers de la craie et du tertiaire moyen, le rapide développement des herbes, sur un terrain meuble et bien pourvu des principes nécessaires, a amené, par la décomposition des couches successives de végétation, la formation de cette *terre noire* justement renommée pour sa fécondité.

Climat de la Russie. — Ce qui distingue plus spécialement le climat de la Russie d'Europe c'est son caractère continental, la rigueur des hivers, la chaleur des étés, et il faut ajouter la courte durée des saisons intermédiaires, printemps et automne, le passage brusque du froid au chaud et *vice versa*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Selon l'expression fort juste de M. Anatole Leroy-Beaulieu, « la Russie a des étés, on pourrait dire qu'elle n'a pas de midi » (1).

Des points situés à la latitude de Paris ou de Vienne ont l'hiver de Stockholm et l'été de l'île de Madère.

Dans l'ensemble de la Russie le climat se montre plus uniforme que dans aucun autre pays de l'Europe, c'est que « de la mer Blanche à la mer Noire, de la Baltique à l'Oural, sur des milliers de kilomètres dans tous les sens, ce ne sont que plaines monotones au-dessus desquelles les phénomènes atmosphériques se manifestent avec une simplicité grandiose. Les rayons solaires frappent à peu près également toutes les parties de cette plaque immense ; les vents et les pluies passent avec une régularité majestueuse et inexorable, rythmant la vie des plantes, des bêtes et des hommes. « Il n'y a ni golfes, ni montagnes qui cloisonnent ou morcellent la surface, qui s'opposent aux vents ou arrêtent les pluies, qui marquent une différence entre deux versants ; par suite la Russie a un climat uniformément continental. » (M. Fallex et A. Mairey.)

Toutefois plus on s'avance du nord-ouest vers le sud-est, plus les caractères du climat continental vont s'accentuant, c'est que de l'Ouest à l'Est l'influence adoucissante de l'Atlantique diminue graduellement, et que, au sud-est, la Russie d'Europe n'est plus séparée des déserts de l'Asie centrale ni par de vastes mers ni par des sommets montagneux ; « une large solution de continuité entre l'Oural et la Caspienne au Sud-Est, constitue comme une porte gigantesque par laquelle l'Europe communique avec cette dépression du vaste continent asiatique où s'étendent les contrées les plus désertes et les plus continentales qu'il soit sur le globe. » (Seménoff.)

A Orenbourg, à Akhangelsk on observe entre les températures extrêmes de janvier et juillet des écarts de 65 degrés. A Arkhangelsk on a observé à certains jours des températures de 47 degrés au-dessous de zéro, de — 40° à Orenbourg.

Voici du reste quelques chiffres à propos du climat de la Russie :

	Latitude.	Altitude en mètr.	Température moyenne de l'année.	Température moyenne en janvier.	Température moyenne en juillet.	Écart.	Pluie en centimètres
Saint-Pétersbourg. .	59° 56′	10	3° 7	— 9° 3	17° 7	27°	46
Varsovie	52° 13′	120	7° 3	— 3° 4	18° 8	22° 2	57
Moscou.	55° 46′	160	3° 9	— 11°	18° 9	29° 2	54
Kiev	50° 26′	180	6° 8	— 6° 2	19° 2	25° 4	53
Orenbourg.	51° 46′	110	3° 3	— 15° 4	21° 6	37°	40
Astrakan	46° 21′	— 20	9° 4	— 7° 2	25° 5	32° 7	15

Particularités et conséquences du climat russe au point de vue agricole. — Une particularité du climat russe, ayant pour la population rurale la plus

(1) La côte méridionale de la Crimée, mise à part. Sur cette « côte d'Azur » de la Russie même en janvier la température est de quelques degrés supérieure à 0°.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grande importance, est la longue durée de l'hiver, la courte durée de l'été. Les *gelées* durent de trois à quatre mois dans le sud et l'ouest, cinq mois dans le centre et l'est et jusqu'à huit mois sur les bords de la mer Blanche.

C'est une très longue période de chômage pour la grande masse de la population russe: sans doute les industries rurales du bois... etc. (1), sont déve-

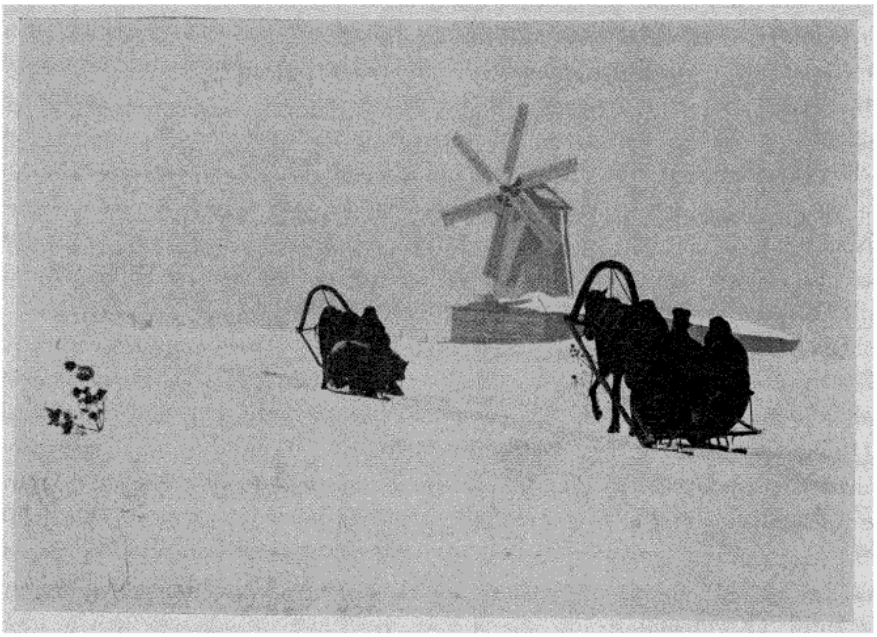


Fig. 1. — En hiver.

loppées et dans une certaine mesure peuvent procurer des ressources, mais il n'en est par moins vrai « que la plus grande partie de la population rurale russe est obligée de gagner, pendant la courte durée de l'été, de quoi subsister

(1) Note sur les petites industries rurales dites de Koustari : « Ce qui caractérise avant tout les petites industries rurales, dites industries de Koustari, c'est que les travaux nécessités par ces industries sont faits en famille; en second lieu, les produits de ces industries ne sont pas fabriqués sur commande; la production a lieu en vue de consommateurs inconnus, des acheteurs qui se présenteront sur le marché; enfin ces industries ne sont pour ceux qui s'y livrent qu'une ressource accessoire; elles procurent au petit agriculteur des ressources supplémentaires augmentant celles qu'il tire de ses travaux principaux, de son métier d'agriculteur. — Tous les membres de la famille, hommes et femmes, vieillards débiles et enfants en bas âge, prennent part aux travaux de la petite industrie rurale.

L'importance de la petite industrie rurale dans l'économie nationale du peuple russe est extrêmement grande. Les travaux de ces industries occupent les *longs loisirs des hivers de 7 à 8 millions* de paysans et leur procurent, sans les arracher à leurs champs ni à leurs foyers, des gains qui sont évalués à environ 500 000 000 de roubles.

Cette industrie rurale s'étend surtout là où les travaux des champs n'assurent pas à la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pendant toute l'année. Cette circonstance a pour effet, en outre, d'amener dans les campagnes un très grand écart du prix de la main-d'œuvre pendant les mois d'été, par rapport aux prix de la saison d'hiver ; et la population rurale étant infiniment plus nombreuse que la population des villes, dans les années de disette le gouvernement est obligé de venir largement en aide aux populations rurales atteintes par le fléau. » (Seménoff.)

Si les travaux agricoles sont nuls ou à peu près nuls dans la campagne russe pendant le long hiver où la neige couvre tout le pays, en revanche à la fonte des neiges il faut se hâter. Les *semailles de printemps doivent être faites avec une très grande rapidité*, il faudrait alors beaucoup plus de bêtes de trait que n'en possède le pauvre paysan russe. Il est des régions de la Russie où les semailles d'avoine, par exemple, doivent s'effectuer aussitôt la fonte des neiges, où à peine cinq jours d'intervalle s'écoulent entre cette fonte des neiges et les semailles. Cela est une nécessité constatée par la pratique séculaire. Sans doute pareilles conditions se retrouvent au Canada et dans le nord des États-Unis, mais l'agriculteur américain a su vaincre la difficulté par l'emploi général des machines, de machines légères et exécutant vite le travail. Ces machines sont pour ainsi dire inconnues en Russie, et du reste, l'extrême morcellement des parcelles rend, dans la plupart des villages russes soumis au régime du Mir, leur usage quasi impossible ou trop dispendieux.

Irrégularité dans la répartition des pluies. — Les années de *disette véritable* que nous ne connaissons plus dans l'Europe occidentale, la Russie malheureusement les subit encore périodiquement ; il est des années où dans certaines régions de la Russie, et même dans la zone si fertile des Terres Noires, la récolte des céréales est, pour ainsi dire, nulle, où la terre ne rapporte même pas la semence, où alors règne sur la population la famine. Tel a été le cas, en 1891 et en 1906 même, dans certains gouvernements de la Russie.

Or cela est dû aux conditions météorologiques de l'année, à la répartition des pluies plus ou moins irrégulière à certaines époques.

Par les chiffres des pluies indiqués plus haut, on peut se rendre compte que, dans l'ensemble du territoire russe, la moyenne annuelle de l'eau n'est

population rurale des ressources suffisantes (très peu de ces industries existent dans la zone riche des Terres Noires).

La petite industrie rurale produit les articles les plus divers; elle fabrique les produits les plus communs et les plus grossiers à l'usage seulement de l'immense population de la Russie et les produits les plus délicats, les plus artistiques, — industries du bois, industries des matières textiles, industries des produits animaux, industries des métaux et des minéraux, industrie de l'imagerie religieuse, des jouets.

On peut estimer les gains des « Koustari » comme variant entre 50 et 70 roubles par an. (Moratchevsky).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

presque point inférieure à celle que l'on constate dans d'autres pays de l'Europe, c'est ce que fait observer M. Yermoloff.

« Ainsi, écrit-il, la moyenne annuelle de l'eau tombée à Saint-Pétersbourg, est de 504 millimètres. Pour Moscou nous avons une moyenne de 541 millimètres, pour Riga 541 millimètres, pour Varsovie 561 millimètres. Ces chiffres ne diffèrent pas trop de ceux que nous trouvons pour Paris: 594 millimètres, Berlin: 590 millimètres. Or, voici les chiffres correspondants pour quelques localités de la partie centrale de la Russie, région de la Terre Noire: Tamboff 505 millimètres, Orel 547 millimètres, Woronège 532 millimètres, Kharkoff 490 millimètres. A mesure que nous avançons vers l'est, la moyenne décroît, mais nous avons néanmoins à Penza 464 millimètres, à Saratoff 371 millimètres, à Samara 360, et il faut aller bien plus loin vers le midi et dans nos provinces asiatiques pour arriver à des chiffres tels que 110 millimètres pour Bacou. »

Même pour les années de disette on constate dans le centre et même le sud-est de la Russie des nombres qui sont loin de montrer un manque d'eau absolu.

Mais la vraie cause de la disette se révèle, ajoute M. Yermoloff, du moment que l'on prend en considération non la quantité totale de l'eau tombée durant l'année entière, mais sa distribution durant les mois qui exercent en Russie une influence prépondérante sur la végétation, et *notamment août et septembre pour les semis d'hiver, avril et mai pour les blés de printemps.*

Dans le sud et même le centre de la Russie, les semailles des grands blés (les Russes désignent ainsi les blés d'hiver) ont lieu, pour la plupart, au mois d'août. Or, à cette époque de l'année, le sol est sec, il a été desséché par les chaleurs de l'été et les vents. Si, en août et en septembre, les eaux tombent en assez grande abondance, la plante lève forte et saine, et il faut, dès lors, des circonstances exceptionnellement défavorables pour qu'elle périsse. Si, au contraire, par suite de manque d'eau elle lève faible et malingre, il suffit qu'elle subisse la moindre influence fâcheuse pour qu'elle succombe (1).

Il faut enfin remarquer que les cultures russes sont d'autant plus sous l'influence directe des conditions météorologiques de l'année que partout pourrait-on dire en Russie (sauf les régions de Kiev et de la Pologne, où la culture de la betterave à sucre a pris de l'extension) l'on suit encore une culture très extensive : or, plus la culture est extensive, plus se font sentir les conditions météorologiques de l'année, plus sont grands les écarts présentés par les récoltes d'une campagne à l'autre.

(1) On fait, du reste, peu de blés d'hiver dans le centre, c'est que, dans le centre de la Russie, la neige manque quelquefois l'hiver, les champs sont dénudés par les vents et alors les blés gèlent. Ces blés d'hiver réussissent au contraire au nord où la neige ne fait jamais défaut. Dans le centre de la Russie, malgré la fertilité des terres, la culture du blé d'hiver beaucoup plus risquée n'y a qu'une très faible extension, on cultive du seigle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sols de la Russie et systèmes de culture correspondants. — « Le sol est le meilleur et le plus exact miroir du climat », a écrit le professeur B. Dokoutschaeff, c'est qu'en Russie tout particulièrement le climat fait sentir son influence non seulement sur la végétation mais sur le sol lui-même.

C'est ainsi que du nord au sud on distingue en Russie la zone arctique ou des toundras, la zone des forêts, la zone du tchernoziome, la zone des steppes sèches.

Zone des toundras. — Cette zone couvre le nord de la Russie, la moitié du gouvernement d'Arkangel et la même partie de la Finlande. C'est la région des nuits blanches et des jours sombres.

« Grâce au manque d'aération, de chaleur et de jour, grâce encore à l'abondance de l'humidité et à la faible évaporation, les sols sont ordinairement très acidifères et marécageux; ils sont très riches en matière organique à moitié décomposée, en minéraux non altérés et en oxydule de fer. La végétation est piteuse: principalement le lichen et la mousse ; seulement dans les endroits les plus favorables, abrités du vent, dans les vallées et sur les versants méridionaux, on rencontre rarement des saules, pins et bouleaux nains, s'élevant peu à cause du vent et du froid. » (B. D.).

La zone des forêts. — Au sud de la zone des toundras, la zone des forêts couvre une grande partie de la Russie: la « taïga » couvrait jadis entièrement toute la Russie septentrionale, à partir de la toundra jusqu'aux steppes de tchernoziome c'est-à-dire jusqu'aux parties moyennes des gouvernements de Kazan, Nijni-Novgorod, Riazan, Orel, Toula, Kief et Podolie. On peut positivement affirmer que les seuls emplacements exempts de forêts étaient ici les lacs, les marais et les vallées fluviatiles avec leurs terrains couverts d'eau et même pas toujours.

L'hiver, et en général la saison froide, est de beaucoup plus longue durée ici que le temps chaud, et forme deux tiers à trois quarts de l'année. L'évaporation est faible somme toute, à peine la moitié de l'eau tombée sous forme de pluie ou de neige ; aussi sur les terrains glaiseux de cette zone à relief légèrement morainique onduleux, nombreux sont les marais.

Les sols de cette zone tantôt argileux, tantôt sableux, sont plutôt des sols acides, pauvres naturellement en éléments fertilisants. Ils exigent, outre les drainages, l'emploi du fumier et des engrais.

Les champs cultivés ici sont plutôt des clairières au milieu des forêts; du reste, le système de l'écobuage de la forêt a été le système primitivement en usage dans cette zone pour mettre en culture le terrain, et encore aujourd'hui on continue à y avoir recours sur certains points, « les terres des forêts défrichées au moyen de l'écobuage, ne servent à la culture que pendant un nombre plus ou moins restreint d'années; puis elles sont abandonnées et la végétation forestière y reparaît. Après trente à quarante ans, ces terres peuvent de nou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

veau être défrichées et ainsi de suite. Cette succession de périodes de culture et d'abandon constitue le système auquel on donne le nom de culture semi-forestière. » (Yermoloff.)

Vers les confins méridionaux de cette région le système de culture semi-forestière tend de plus en plus à disparaître, les forêts restent forêts tant qu'elles ne sont pas définitivement défrichées pour entrer alors dans la catégorie des terres arables, des prairies ou des pacages.

Si le lin y occupe toujours la première place après défrichement, il rentre ailleurs dans des assolements réguliers, surtout là où l'assolement triennal est remplacé par un assolement de six à huit ans avec trèfle et fléole.

C'est dans cette région, avoisinant la Baltique, que le lin a le plus d'importance en Russie comme plante industrielle.

C'est du reste, dans cette région de terres relativement pauvres, qu'en Russie l'agriculture est relativement plus avancée, que les procédés de culture sont les meilleurs (mise à part la région sucrière).

« C'est là surtout que l'élevage du bétail et l'industrie laitière ont le plus de développement ; la culture des plantes fourragères se fait sur une grande échelle, et le trèfle et la fléole entrent dans l'assolement régulier chez les propriétaires toujours, chez les paysans de plus en plus souvent. C'est ici enfin que les petites distilleries agricoles sont les plus nombreuses et permettent la culture de la pomme de terre, qui donne de gros rendements par elle-même et sert à relever les rendements des plantes qui la suivent dans l'assolement en exigeant des procédés de culture perfectionnés, une fumure plus abondante, des labours plus profonds, etc. » (Yermoloff.)

Dans certaines parties de cette région on ne se contente même plus du fumier que produit la ferme, mais on a recours aux engrais chimiques, scories, superphosphates, kaïnite. Leur emploi est déjà presque général dans les provinces baltiques, la Pologne, et tend de plus en plus à se répandre dans les gouvernements voisins.

Dans plusieurs autres provinces de cette région, on peut encore, selon M. Yermoloff, se passer de l'emploi de ces engrais, vu leur richesse en prairies naturelles qui donnent au bétail du foin en abondance et par suite une grande provision de fumier de ferme au fermier. C'est le cas dans les gouvernements de Twer, de Novgorod, de Wladimir, de Kostroma et surtout de Yaroslaw et de Wologda.

Dans cette zone les terres de labour forment rarement plus de 40 p. 100 de la superficie totale de l'ensemble du territoire, la production des grains n'y joue pas le rôle principal dans l'exploitation, parfois même la culture des céréales n'est que secondaire ou accessoire.

Au contraire, dans la zone du tchernoziome, des terres noires, les terres de labours ne constituent pas moins de 70 à 80 p. 100 et même au delà de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

superficie totale du territoire ; la production du grain, le plus souvent, y est l'objet essentiel de l'agriculture.

Zone des Terres Noires. — Cette zone des terres noires du tchernoziome couvre 600 000 à 700 000 kilomètres carrés (la France a une étendue de 536 408 kilomètres carrés). La limite septentrionale de la zone des terres noires de Russie forme une ligne un peu irrégulière dont la direction générale est du sud-ouest au nord-est ; elle va des monts Karpathes à l'Oural, de la Volhynie au gouvernement de Perm ; sa limite méridionale passe au sud-ouest vers le 50e degré, coupe le méridien de Moscou vers le 54e degré passe près de Kazan et atteint l'Oural vers le 56e. Cette zone des terres noires qui, à l'ouest de la Russie s'étend jusqu'en Hongrie, vers l'est au delà de l'Oural, traverse la Sibérie occidentale.

« Ici la saison chaude est presque égale à la saison froide ; la pluie est à peine suffisante ; il y a peu de neige, l'évaporation est certainement plus forte que dans la taïga, c'est le pays natal du froment. » (B. D.)

Dans son état vierge, le tchernoziome a une structure composée de petits grains, il laisse ainsi passer facilement l'air et l'eau. C'est un sol gris foncé, presque noir, même quand il fait sec, dont l'épaisseur atteint jusqu'à 1m,50 (par exemple dans le gouvernement de Poltava), très riche en humus et en substances nutritives. Les Russes le regardent comme le *roi des sols*.

Si les conditions météorologiques de l'année sont favorables (et la terre noire y est beaucoup plus sensible que tout autre sol), le tchernoziome est capable de produire de belles récoltes, parfois des récoltes fabuleuses, et cela sans aucun engrais et avec des procédés de culture tout à fait primitifs.

« Dans certaines localités, la terre est cultivée depuis des siècles, surtout par les paysans, d'après les préceptes des aïeux, sans jamais recevoir de fumure, sans défoncement, parfois même sans jachère, et les récoltes qu'elle produit, bonnes ou mauvaises selon les années, ne donnent pas d'indices palpables de son épuisement. » (Yermoloff.)

Aussi les paysans sont fermement convaincus que « la terre a produit et produira toujours ».

Le seul repos qu'ils accordent à cette terre, c'est la jachère dans l'assolement triennal auquel on se tient presque exclusivement dans la plus grande partie de la Russie et dans tout le centre notamment.

Il est même des contrées où l'on n'a recours ni à la jachère ni à aucun assolement régulier, où l'on sème sur un seul et même champ de terre noire, d'année en année, comme dans le midi de la Russie, soit du maïs, soit du blé de printemps, soit du seigle suivi d'un autre céréale quelconque.

D'où vient cette prodigalité, cette fécondité exceptionnelle des terres noires de Russie ? Sans doute l'épaisseur du sol est considérable, atteint parfois un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mètre et plus ; sans doute la richesse en éléments fertilisants y est élevée ; mais pareils faits se retrouvent dans nombre de terres de jardins ou autres dont la production, sans le secours des engrais ou du fumier, est limitée ou de courte durée. C'est à M. Grandeau que l'on doit l'explication de cette fertilité extraordinaire des terres noires de Russie. Dans ses belles recherches sur le rôle des matières organiques du sol dans la nutrition des plantes, le savant directeur de la Station agronomique de l'Est a montré que la principale cause de la fertilité des terres noires de Russie n'est point leur richesse absolue en matières minérales, mais réside dans l'état particulier où s'y trouvent les principes minéraux indispensables au développement des végétaux, en combinaison avec les matières organiques du sol ou l'humus, dont le tchernoziome est très richement pourvu.

Les belles études de M. Grandeau ont paru dans les Annales de la station agronomique de l'Est en 1878. (Rôle des matières organiques du sol dans la nutrition des plantes.)

M. Grandeau avait analysé les terres de la culture d'Uladowka au comte Potoki, en Podolie ; — ces terres vierges de toute fumure, soumises à l'assolement, avoine, blé, jachère (remplacée par la betterave), donnaient 18 hectolitres de blé, 22 d'avoine, 30 000 kilogrammes de betteraves.

Jusqu'à la profondeur de 3 mètres on ne rencontre pas un seul caillou calcaire ou siliceux, si petit que ce soit, le sol et le sous-sol sont exclusivement constitués par un sable très fin mêlé d'argile.

Voici l'analyse très complète de ces terres d'Uladowka :

	100 kilos de terre d'Uladowka séchée à l'air contiennent couches successives jusqu'à 3 mètres					
	jusqu'à 0m,15	de 0 mètre à 0m,60	de 0m,60 à 1 mètre	de 1 mètre à 1m,80	de 1m,80 à 2m,60	de 2m,60 à 3 mètres
Eau	6,030	5,430	5,070	5,510	4,990	4,980
Matières volatiles	7,100	5,780	4,500	5,460	5,630	5,010
Silice soluble	0,280	0,120	0,039	0,049	0,116	0,117
Acide carbonique	0,320	0,560	2,530	2.020	5,860	3,220
Acide phosphorique	0,139	0,104	0,054	0,034	0,028	0,021
Acide sulfurique	0,007	0,006	traces			
Chlore	0,006	0,004				
Chaux	0,520	0,370	2,237	6,252	7,076	0,772
Magnésie	0,054	0,048	0,096	0,084	0,083	3,105
Potasse	0,254	0,130	0,331	0,147	0,132	0,126
Soude	0,012	0,012	0,053	0,028	0,011	»
Oxyde de fer-alumine	3,640	3,730	6,772	6,300	6,397	6,665
Azote	0,55	0,45	»	»	»	0,01
Résidu soluble dans l'acide chlorhydrique	82,450	83,750	78,918	71,816	60,997	76,381

Cette composition pour riche qu'elle soit, surtout si on songe à la profondeur de ce sol, serait toutefois insuffisante pour expliquer l'indéfinie fertilité du tchernoziome. C'est alors que M. Grandeau s'est attaché à l'étude de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

matière noire de ces sols et il a constaté que cette matière noire (4,20 p. 100 de matière noire pour 100 de terre naturelle) renfermait une très forte proportion de matières minérales dissoutes. Dans 100 parties de la matière noire de Russie M. Grandeau a trouvé 51,4 de cendres dont 8 à 17 p. 100 d'acide phosphorique ; et, en réalité, des expériences de M. Grandeau il résulte que la matière minérale se trouve dans les dissolutions extraites du sol des terres noires de Russie dans un état qui permet son passage à travers les membranes végétales. Acide phosphorique, potasse, chaux, sont, dans ces terres noires, presque entièrement combinés à la matière organique et dans un état essentiellement assimilable.

Dans un sol de terre noire renfermant 3 940 kilogrammes d'acide phosphorique total, M. Grandeau en a trouvé 3 150 kilogrammes combinés à la matière organique. (Dans un sol du lias des Vosges, renfermant 3 870 kilog. d'acide phosphorique, 155 kilogrammes seulement se trouvaient dans ce même état.)

La culture de ces terres noires présente des particularités remarquables, exige des procédés de culture appropriés, qui ne sont pas ceux des terres ordinaires. Il faut avant tout maintenir ou rétablir la constitution physique primitive du tchernoziome, sa structure granuleuse. Il faut enfin savoir parfaitement emmagasiner et utiliser l'humidité dans ces sols.

Dans la partie nord de la zonedes terres noires on rencontre encore quelques forêts, de peu d'étendue, il est vrai, mais la partie méridionale et la partie sud-est de cette zone forment une steppe continue complètement dépourvue de bois. Entièrement défrichée aujourd'hui elle est toute livrée à la culture.

« Je ne saurais dire avec des mots l'accablante nudité de l'horizon plat. Les champs s'en vont à perte de vue, sans un arbre, tout nus, tout gris sous les chaumes entre lesquels les semences hivernales font çà et là des reflets verts, et les labours, de grandes plaques sombres. Les routes sont noires comme en un pays de charbon. Dans cette contrée le bois est une denrée précieuse jalousement épargnée ; aussi les isbas sont-elles si petites qu'on les distingue à peine au loin. Les huttes sont grises sous leur revêtement de briques en terre et sous leurs calottes débordantes de vieille paille. A distance, les villages semblent former de petits tertres écrasés, tous gris et tous ronds, sans adhérence avec la plaine où ils sont posés, sans lien entre eux. Tout ce paysage est d'une écrasante tristesse, mais il est si chétif d'apparence, si disgracié, si misérable qu'on finit presque par l'aimer. » (J. Legras.)

Zones des steppes sèches. — De cette zone cultivée on passe insensiblement, au sud et au sud-est, à la steppe herbeuse, région de vie nomade et pastorale ; à la steppe des cosaques qui elle-même confine aux steppes sablonneuses au sol souvent salé, fond de l'ancienne Caspienne.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Conditions économiques. — Après avoir tracé dans ces grandes lignes les conditions naturelles du climat et du sol de la Russie, pour se rendre compte des systèmes de culture de cet immense pays, des produits qu'il donne actuellement et de l'avenir qui lui est réservé, il nous faut étudier les conditions économiques de la Russie et tout d'abord le régime de la propriété qui présente ici des caractères très spéciaux et dont l'étude nous paraît tout particulièrement intéressante à l'époque actuelle.

En effet, du régime de la propriété tel qu'il existe encore aujourd'hui presque partout en Russie, *de la misère et de la pauvreté où le régime de la propriété collective* a voué le paysan russe, se dégage une grande leçon qu'on ne saurait trop méditer.

Ce qui distingue tout d'abord la propriété foncière russe, c'est la grande proportion des terres appartenant à l'État et aux communes rurales.

Avant l'émancipation des serfs, presque toutes les terres appartenaient soit à l'État, soit aux apanages, c'est-à-dire à la famille impériale, soit à des propriétaires nobles ; les autres classes de la société russe ne possédaient qu'une part infime du territoire national ; car, à part la noblesse, aucune classe de citoyens n'avait le droit de posséder des terres habitées, des domaines auxquels étaient attachés des paysans. Quant à ceux-ci, ils étaient, depuis la fin du XVIe siècle, sous le tsar Boris, définitivement fixés au sol et assujettis aux domaines seigneuriaux ; ils étaient serfs des terres d'apanage, des biens de la noblesse et des domaines de l'État, et de règne en règne, le poids du servage devint plus lourd. « Ainsi accablée, insultée, maintenue par ses maîtres et par l'État dans une enfance éternelle, la classe la plus nombreuse, la plus pauvre de la nation, stoppa dans la barbarie ; l'heure cessa de marcher pour elle (1). »

La grande réforme de l'empereur Alexandre II, l'émancipation des serfs le 19 février 1861, a consisté à affranchir à jamais les populations des paysans de tout assujettissement de leur personne. Après son émancipation, sauf de rares exceptions, l'ancien serf conserva la propriété des terres dont, jusque-là, il n'avait été que le détenteur à titre précaire et qu'il cultivait en partie pour le compte de son seigneur. Le rachat de ces terres, d'abord facultatif, fut décrété, en 1883, obligatoire pour les paysans.

Mais, et c'est là le caractère essentiel et si particulier du régime de la propriété paysanne russe, dans presque toute la Russie, les titres de propriété des « terres de nadïels », c'est-à-dire des terres affectées au domaine des paysans, ne furent pas remis individuellement à chacun des intéressés ; les agents de l'État remirent ces titres à la société rurale formée par le village et non pas aux membres distincts de ces sociétés ; et ainsi, 85 p. 100 des communes rurales

(1) D'Avenel.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en Russie (1) sont placées sous le régime de la possession communale des terres. Enfin, dans les dernières années du règne de l'empereur Alexandre III, une loi sur les « nadïels » des paysans avait interdit la vente des « nadïels » à toute personne n'appartenant pas à la société rurale du même village ; les terres de nadïels devaient être immobilisées à jamais dans la possession de la commune rurale et des personnes appartenant à la classe des paysans. Ces terres ne devaient jamais devenir la propriété personnelle d'aucun particulier.

Ainsi, dans la Russie d'Europe, l'ensemble du territoire était jusqu'à maintenant partagé (2) :

1° En terres de « nadïel » ne pouvant jamais passer à des propriétaires n'appartenant pas à la classe des paysans ;

2° En terres du domaine de l'État ou des apanages ;

3° En terres de propriété absolument privée ;

Et enfin 4° en terres affectées aux églises, aux monastères, etc.

Dès lors, les quarante-neuf gouvernements formant la Russie d'Europe, non compris la province du Don, la Finlande, le royaume de Pologne et le Caucase, s'étendent sur un territoire de 427 millions d'hectares qui se divisaient de la manière suivante d'après le professeur Karycheff en 1900 :

	Millions d'hectares.	P. 100 de territoire.
a. Terres domaniales	164,3	38,5
b. Terres d'apanages	8,0	1,9
c. Terres appartenant à des établissements ou à des personnalités civiles (églises, villes, etc.).	9,4	2,2
d. Terres appartenant à des communes rurales :		
1. Bonnes terres de nadïels	127,6	»
2. Terres de nadiels impropres à la culture	14,2	»
3. Terres achetées	3,5	»
	145,3	34,3
e. Terres appartenant à des particuliers :		
1. Propriétés privées	97,5	»
2. Propriétés appartenant à des sociétés ou à des compagnies	2,0	»
	99,5	23,1
	426,5	100,00

(1) Le régime de la communauté des terres ne s'applique pas aux communes de l'ouest de la Russie d'Europe comprises dans la zone qui s'étend de la Finlande à la Bessarabie. — Du reste, les races polonaise, esthionienne, lithuanienne, germanique sont absolument contraires à toute idée de propriété communale, ne s'agglomèrent point en villages et préfèrent s'établir dans de petits hameaux ou même des fermes isolées. — Le régime de la communauté des terres est encore assez peu en usage dans les deux gouvernements de la Petite Russie, de Poltava et de Tchernigoff.

(2) Nous verrons plus loin les modifications radicales apportées à cet état de choses par les oukases tout récents de 1905 et 1906.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La grande masse des terres appartient à l'État; mais M. Yermoloff, dans ses lettres si intéressantes sur l'agriculture russe, fait très justement remarquer qu'on a beaucoup exagéré ces derniers temps, dans la presse, le rôle que les domaines de l'État pouvaient jouer dans la question de la pénurie des terres pour les paysans.

L'État possède plus de cent millions d'hectares dans la Russie d'Europe, mais de ce chiffre il faut défalquer les forêts, d'une étendue de près de quatre-vingt-quinze millions d'hectares, dont près de la moitié dans les gouvernements du Nord (Arkangel, Vologda, Olonetz), où l'agriculture n'est souvent guère possible, à cause du climat, du caractère marécageux des terrains, etc.

Dans les autres parties de l'Empire, où l'État ne possède généralement aussi que des forêts, il ne peut et ne doit pas s'en défaire et sacrifier à l'intérêt du moment le bien-être des générations futures.

Sept dixièmes environ des terres domaniales, — dit, de son côté, le professeur Karycheff, — sont couverts de forêts; les trois autres dixièmes sont des terres incultes, impropres à l'agriculture, les terres domaniales de la Russie d'Europe ne contiendraient pas plus de 2 et demi p. 100 de bonnes terres.

Des terres n'appartenant pas à l'État, la plus grande partie est possédée par les paysans et moins d'un quart seulement des terres constituent la part revenant à la propriété privée: celle-ci se répartit entre les diverses classes de citoyens, et d'après l'importance des domaines, comme ci-après:

	Nombre de propriétaires.		Quantités de terres en hectares.		
	en tout.	P. 100.	en tout.	en moyenne par domaine.	P. 100.
Nobles (1).	114 716	23,8	79 931 390	696,8	79,8
Marchands.	12 630	2,6	10 699 902	847,12	10,7
Bourgeois.	58 004	12,1	2 086 241	35,9	2,1
Paysans (2).	273 007	56,7	5 468 866	19,7	5,5
Autres.	22 934	4,8	1 892 989	82,5	1,9

Propriété paysanne. — La propriété paysanne en Russie, soumise au régime du Mir, s'étend sur plus de 155 millions d'hectares.

(1) Les domaines de la noblesse étaient particulièrement nombreux dans les gouvernements des bords de la Baltique et dans ceux de l'Ouest. Le long du Volga les terres appartenant aux commerçants dominaient; les terres appartenant à titre de propriété privée aux paysans se retrouvaient en plus grand nombre dans la petite Russie.

Mais de 1880 à 1900 les domaines de la noblesse ont beaucoup diminué; ils auraient perdu plus de 20 millions d'hectares et ne s'étendraient plus guère que sur 56 millions d'hectares; les communes rurales n'ont pas beaucoup bénéficié de terres sortant des mains de la noblesse.

(2) En 1883 fut fondée la Banque foncière des paysans qui eut pour mission de faciliter aux classes rurales l'achat de terres de différentes catégories. Mais jusqu'à ces dernières années, ce secours n'avait pas été bien efficace.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quelque étendue que soit la part des terres formant la propriété paysanne, il n'en est pas moins vrai que, d'année en année, la population ne cessant d'augmenter (74 millions d'habitants en 1858, 129 millions en 1897) la superficie de terre, à répartir dans chaque commune, entre les différents foyers, proportionnellement au nombre des habitants du sexe masculin, devient de plus en plus faible. Les petits lots de terrains attribués à chaque paysan varient de 1 à 4 ou 5 hectares, souvent moins, rarement plus; étendue complètement



Fig. 2. — Paysans russes.

insuffisante pour constituer une propriété, une culture susceptible de nourrir son exploitant; d'où, cette migration des paysans russes à l'intérieur même de la Russie et cette émigration au dehors. En fait, « le principe de *tous propriétaires terriens*, principe qui semblerait être l'idéal de l'organisation de la classe paysanne, ne donne point à cette dernière la richesse et le bien-être qu'on pourrait en attendre et ne la préserve même point de la misère (1). »

C'est que, comme nous le rappelions plus haut, cette propriété paysanne, pour une grande partie de la Russie, n'est pas une propriété privée, indivi-

(1) Yermoloff.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

duelle, mais une propriété collective communale, accompagnée de restrictions sévères dans la libre disposition des terres.

M. Yermoloff a insisté avec une force singulière sur les inconvénients très grands que présente cette propriété collective des terres, tant au point de vue social qu'au point de vue agricole. Il n'est pas inutile, croyons-nous, de résumer, tout au moins, les arguments contre la nationalisation du sol, le collectivisme des terres, présentés par M. Yermoloff. Vraies dans un pays comme la Russie, où le paysan serf encore; il y a quelques années, est toujours considéré comme une sorte de mineur que l'État doit protéger, à plus forte raison, combien les objections au collectivisme s'appliquent-elles à un pays tel que la France, par exemple, où le paysan a un attachement si passionné à la propriété individuelle, où il a su, du reste, partout montrer quels prodiges de transformation, de progrès il est capable d'accomplir sur cette propriété individuelle.

On prétend que la propriété communale qui donne à tous les membres de la commune le droit de jouissance d'une partie de la terre, avec le partage périodique du territoire communal entre tous les habitants du village, présente une sauvegarde contre le paupérisme, préserve du prolétariat. En France même il y'a cinquante ans, le mir trouva des panégyristes, mais aujourd'hui l'essai de propriété collective est jugé et condamné, l'expérience a démontré d'une manière indiscutable que les mauvais côtés de ce système contre-balançaient les bons et que la réalité ne répondait point aux espérances et aux idées de ses défenseurs, souvent fanatiques et ne voulant pas se rendre même à l'évidence.

Tant que la population est peu dense, tant que la terre n'a pas perdu de sa fertilité naturelle et ne demande ni soins particuliers, ni culture spéciale pour fructifier, chacun peut se contenter du lopin de terre qui lui échoit en partage, peut le travailler tant bien que mal, et plutôt mal que bien, car il n'a aucun avantage à donner ses soins à l'amélioration d'une terre dont il n'est pas certain d'avoir la jouissance demain et de pouvoir ainsi rentrer dans ses frais de culture.

Tant que le paysan peut se contenter des maigres récoltes que la terre lui apporte, on peut encore s'illusionner sur les avantages de ce système primitif. Mais, à mesure que la population augmente, les lots de chacun, si la répartition des terres se fait régulièrement entre tous comme l'exige le principe même du système, diminuent de plus en plus, et la terre risque, avec le temps, de tomber pour ainsi dire, en poussière, en même temps qu'elle s'épuise et que les récoltes diminuent par suite de son appauvrissement.

« Nous sommes en droit, nous avons le devoir de prévoir le moment où cette terre épuisée, éparpillée, changeant sans cesse de possesseur temporaire, refusera de produire et de rémunérer le laboureur, si peu exigeant qu'il soit (1).

(1) Yermoloff.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans toutes les communes, en effet, placées sous le régime de la possession communale des terres, les terres de labour sont périodiquement partagées et réparties à nouveau.

Aussi, ne pouvant jouir des améliorations qu'il pourrait effectuer sur son lot, le paysan russe ne songe ni à en faire, ni à bien cultiver. Ces améliorations sont, du reste, en fait très difficiles sous ce régime, car, pour ne léser les intérêts de personne, les paysans répartissent les terres entre eux de manière que chacun ait sa part des meilleurs terrains, des moyens et des mauvais dans les champs les plus proches du village, ainsi que dans les plus éloignés; or, comme dans la plus grande partie de la Russie on se tient strictement au système triennal, chaque paysan, en définitive, reçoit une parcelle de terrain dans chacun des trois champs de ce système, dans les terres de qualité différente, dans les terrains proches et éloignés. Le nombre de ces parcelles est parfois de trente à cinquante et même davantage, et leur largeur n'est souvent que de 2 à 3 mètres. Les villages, surtout dans les provinces du centre et du midi étant pour la plupart très grands et rarement disposés au centre des terres communales, certains champs sont éloignés du village de 15 à 20 kilomètres et au delà.

Le moyen de faire de la bonne culture et surtout de la culture intensive dans de telles conditions! écrit M. Yermoloff.

Il faut enfin remarquer qu'obligés de gagner pendant les quelques mois d'été l'argent nécessaire à l'entretien de la famille toute l'année, et l'agriculture ne pouvant le leur procurer, dans beaucoup de villages russes, les hommes émigrent en grand nombre, allant chercher du travail dans les villes, les usines, ou vers d'autres régions agricoles où la main-d'œuvre est demandée (Sud et Est); et il se trouve en Russie des milliers de villages qui sont alors, durant des mois, abandonnés aux femmes. Celles-ci accomplissent à la place de leurs maris tous les travaux des champs et font valoir le lopin de terre que leur a dévolu la commune.

Au point de vue agricole, le système de la propriété collective ou communale ne vaut absolument rien; il exclut toute idée de progrès, il ruine la population au lieu de la préserver de la misère, il aboutit à un prolétariat d'un nouveau genre qui n'est, sous aucun rapport, préférable à l'autre, et, comme le dit M. d'Avenel, « avec le collectivisme foncier ce n'est pas le paysan qui est propriétaire de la terre, c'est plutôt la terre qui est propriétaire du paysan ».

En se basant sur les chiffres statistiques de la production des terres de la Russie, on constate que le rendement des terres appartenant aux paysans est, en moyenne, de beaucoup inférieur au rendement des terres qui rentrent dans le domaine de la propriété privée. Qu'ils soient grands, qu'ils soient petits, les terrains appartenant à des propriétaires fonciers qui en ont la jouissance entière

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et qui les exploitent eux-mêmes, donnent toujours des récoltes supérieures à celles que les paysans obtiennent sur les terres communales.

Ainsi de 1883 à 1890, on a obtenu en Russie les rendements suivants, à l'hectare :

	Sur les terres des propriétaires. Hectolitres.	Sur les terres des paysans. Hectolitres.
Seigle	11,5	9,4
Blé	11,0	9,1
Avoine	15,4	12,7

M. Yermoloff cite encore ces chiffres bien caractéristiques : dans le gouvernement de Tamboff, région de la terre noire, les années, 1889, année relativement bonne, et 1891, année de famine, on a récolté (domaine du prince Dolgorouki) :

		Année 1888-89. Hectolitres.	Année 1891. Hectolitres.
Terres seigneuriales	Seigle	18	5,25
	Avoine	32	11,0
Terres des paysans voisins	Seigle	7	0,75
	Avoine	13	1,5

Supposez alors, — dit M. Yermoloff, — les terres concentrées entre les mains des paysans sous la forme de la propriété collective; c'est un nivellement général de leur misère; c'est une perte pour la richesse générale du pays, qui se chiffrerait par des milliards de francs chaque année. C'est pourquoi, à propos de la crise agraire actuelle en Russie et des solutions diverses proposées, M. Yermoloff ne voit-il pas le remède dans une nouvelle expropriation des terres seigneuriales au profit des paysans, tout au plus, serait-ce un palliatif bon pour le moment actuel. La solution réelle de la question agraire n'est pas là, elle est uniquement dans le progrès de l'agriculture, dans le relèvement du rendement des terres; et, pour y arriver, M. Yermoloff, et avec lui les partisans de la propriété individuelle, demandent simplement que la propriété communale ne soit point soutenue artificiellement et forcément par des mesures administratives; ils désirent qu'on laisse la propriété communale suivre son cours normal d'évolution, ne doutant pas un instant que ce cours ne conduira à sa transformation en propriété individuelle (1).

Les vœux émis par M. Yermoloff sont en train de se réaliser en Russie; par

(1) On peut se demander pourquoi, lors de l'émancipation des serfs, on n'avait pas établi cette propriété individuelle. C'était par mesure de grande prudence. Il fallait faire l'éducation du paysan russe, l'amener à reconnaître la valeur de la propriété individuelle. Qu'on me permette, à cet égard, une réflexion entendue au cours d'un voyage en Russie par un haut fonctionnaire russe, directeur des chemins de fer, et ayant du reste les idées les plus libérales. Il me disait : « On aurait laissé au moujick la libre possession de sa terre, il l'aurait aussitôt vendue pour acheter de l'eau-de-vie. Il fallait faire son éducation. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

son manifeste du 3-16 novembre 1905 l'Empereur a annoncé l'abrogation totale à partir du 1er janvier 1907 de tous les paiements pour le rachat des terres allouées aux paysans à l'époque de leur libération. C'est une remise en leur faveur de la somme énorme de 186 millions de francs par an.

L'oukase du 11-27 novembre 1906 reconnaît que la remise aux paysans des redevances du rachat des terres leur donne sur celles-ci des droits de propriété absolue ; avec la libre disposition de ces terres qu'ils pourront désormais aliéner, léguer par voie testamentaire, etc., la propriété individuelle est de ce fait substituée à la propriété communale ou patrimoniale d'autrefois.

D'autres mesures (oukase du 25 novembre 1906) (1) *libèrent le paysan de la tyrannie du Mir*, le placent sous le régime du droit commun. C'est pour la classe des paysans, d'après M. Yermoloff, un affranchissement tout aussi important que la libération des serfs en 1861 ; et tous les Russes éclairés sont du même avis :

« L'oukase du 25 novembre est l'achèvement du grand acte d'Alexandre II, le tsar libérateur. En 1861, on proclame l'émancipation des serfs. En 1906, on la réalise. » (Correspondance des *Débats* du 24 décembre 1906.)

Le Mir n'a plus que deux sortes de partisans : les réactionnaires qui voient dans les paysans d'éternels mineurs, auxquels on ne peut concéder de droits individuels, et les socialistes qui, eux, ne veulent émanciper personne, puisque leur idéal consiste précisément à mettre tous les majeurs en tutelle pour leur bien. (D'Avenel.)

Dans la pratique, sans doute, d'énormes difficultés vont se présenter dans un pays comme la Russie où la population rurale dans sa masse répugne aux changements rapides, où les Russes, de la race grande-russienne, sont encore imbus des principes collectivistes, n'admettent point l'idée de la propriété foncière individuelle ; en outre la division actuelle des parcelles, le groupement des populations en gros villages, le manque d'eau sur les plateaux sont de graves obstacles à la réalisation immédiate de l'oukase du 25 novembre (2). Aussi croyons-nous la réflexion du rédacteur politique du *Temps*, fort juste. « Nous n'allons pas jusqu'à dire, avec les partisans de M. Stolypine, que l'oukase du 25 novembre 1906 est l'arrêt de mort du Mir, car les difficultés d'application retarderont longtemps encore cette mort nécessaire. Mais en attendant l'exécution, la condamnation est déjà quelque chose. »

(1) L'oukase du 25 novembre 1906 pose en principe que « tout agriculteur *peut librement* sortir de la communauté et exiger la consolidation, sous forme de propriété personnelle, de la part de terre dont il disposait à l'intérieur de la communauté ».

(2) Au lieu de la concentration de la population rurale dans de grands villages il va falloir l'éparpiller, procurer au paysan la possibilité de créer sa ferme au milieu de ses terres ; mais surtout le manque d'eau, sur les plateaux des provinces du centre et du midi, sera une grosse difficulté.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin il convient de signaler les mesures suivantes destinées à accroître la propriété paysanne en Russie.

Le gouvernement a décidé d'affecter les terres domaniales disponibles et non couvertes de bois à la création d'un fonds destiné à être mis à la disposition des paysans manquant de terre. La surface de ces terres s'élève à près de quatre millions d'hectares.

Les terres des apanages (propriétés destinées à l'entretien des membres de la famille impériale) et les terres en Sibérie, dites du Cabinet (propriété personnelle de l'Empereur régnant), ont été concédées à la Banque foncière des paysans contre rémunération pécuniaire d'après un taux peu élevé.

A l'aide de mesures financières spéciales, la « Banque foncière des paysans » fondée en 1882 pour faire profiter les cultivateurs du crédit de l'État en leur permettant d'acheter des terres mises en vente par des tiers et en leur prêtant de quoi améliorer celles qu'ils possèdent déjà, a été mise en état d'acquérir, de libre concert avec les propriétaires particuliers, de grandes surfaces de terrains et des domaines entiers, pour être ensuite revendus aux paysans à crédit et contre hypothèque de ces mêmes terres.

Mais ces terres, destinées à être mises à la disposition des paysans, terres de l'État, des apanages, propriétés acquises par la Banque foncière, ne devront, en principe, être concédées aux paysans qu'après leur parcellement préalable, leur distribution en petits lots propres à la création de fermes indépendantes (1).

Note sur le fermage en Russie. — Le fermage se présente en Russie dans des conditions toutes particulières; sauf dans les provinces baltiques (propriétaires allemands) et le royaume de Pologne, le fermage des domaines en leur entier est peu répandu en Russie et la classe des fermiers n'existe presque point. Mais ce qui est très commun, c'est la location des terres aux paysans pour ainsi dire au détail par un, deux, trois hectares, *pour une année*, pour la culture de telle ou telle plante, seigle, avoine, orge. Malheureusement les propriétaires ne voulant pas avoir affaire avec une masse de paysans locataires et ne désirant pas courir le risque de ne rien recevoir d'eux en cas de mauvaise récolte, louent leurs terres en gros, quelquefois le bien entier, à des sortes d'entrepreneurs, de

(1) On trouvera dans le *Bulletin mensuel de l'Office des renseignements agricoles* (Ministère de l'Agriculture), octobre 1908, un aperçu des travaux des commissions agraires chargés de ces ventes de terres aux paysans, pendant la 1re année de leur fonctionnement. Le nombre tout à fait insuffisant d'arpenteurs, d'agents techniques, n'a pas permis de répondre aux demandes des paysans ou dans une très faible mesure, ces demandes de terre de la part des paysans ont été en effet nombreuses; dans une correspondance particulière de l'*Économiste français*, lettre de Russie (28 nov. 1908), on notait depuis 1906, après une courte panique due aux événements antérieurs à 1905, un retour accentué des dépôts dans les caisses d'épargne. Toutefois, disait-on, en 1908, « il a été opéré des retraits dans les trois régions (Sud-Ouest, Sud Petite Russie) où les paysans ont acheté beaucoup de terres ».

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fermiers généraux, dirions-nous en France, qui n'ayant nullement en vue de les exploiter eux-mêmes, les sous-louent par petites parcelles aux paysans. « Ces entrepreneurs trafiquants de terrains sont également les plus grands oppresseurs des paysans sous-loueurs auxquels ils ne font jamais grâce d'un sou, que la récolte soit médiocre ou nulle. Il est évident que ce système d'exploitation envenime au plus haut point les rapports entre les paysans et les propriétaires qui y ont recours et est une des causes des désordres agraires qui ont eu lieu dans certaines localités. » (Yermoloff.)

Pour les terres de l'État, surtout, une forme d'*arende* (de location) a été



Fig. 3. — Le village russe. — Les Isbas.

adoptée, et est assez répandue en Russie; c'est la location des terres à des groupes de paysans ou même à des communes tout entières, ce qui évite les intermédiaires et est par conséquent beaucoup plus avantageux pour les fermiers. Le propriétaire, de son côté, a plus de sécurité, car la location de la terre est prise sous la garantie naturelle de tous les participants ou de la commune entière.

Mais dans toutes ces locations, il ne semble pas qu'il y ait la moindre garantie pour que les champs reçoivent jamais aucune fumure, aussi tous les produits de la récolte, paille y comprise, sont emportés du domaine et rien ne retourne à la terre.

Au fond, ici encore, l'agriculture russe paraît être dans des conditions économiques fort mauvaises, c'est du reste ce que montre clairement M. Yermoloff, et des réformes fondamentales sont à faire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous avons longuement insisté sur les conditions économiques et le régime de la propriété foncière en Russie, conditions passées, présentes et futures. C'est que, comme nous le disions, une leçon se dégage des faits observés. La plus large expérience de socialisme appliqué, qui ait été faite depuis des siècles, a totalement échoué. Le paysan russe succombe sous le régime collectiviste. Le gouvernement russe a donc dû reconnaître que « le relèvement économique du village n'était possible que par l'amélioration des conditions du travail et par la formation d'une classe de petits propriétaires ».

Il nous reste à voir maintenant quelles sont les productions actuelles du sol russe, productions qui ne pourront que s'accroître dans une très forte mesure à l'avenir, la Russie se décidant à entrer « dans cette voie nouvelle (de propriété individuelle des terres) aussi favorable au progrès agricole que l'ancien système de possession et de la jouissance temporaire du sol lui était contraire ». (Yermoloff.)

Répartition du sol.

Les terres des cinquante gouvernements de la Russie d'Europe (la Finlande et le royaume de Pologne exceptés), correspondant à 94 millions d'habitants sont répartis de la façon suivante (La Russie à la fin du XIXe siècle) :

	Hectares.	P. 100.
Terres de labours	116 533 099	26,2
Prairies et pacages.	70 800 831	15,9
Forêts.	172 906 419	38,8
Terres impropres à la culture.	85 010 817	19,1
	445 251 166	100,0

Ces seuls chiffres indiquent la faible part, somme toute, des terres encore actuellement en labour en Russie. C'est qu'en réalité les méthodes de culture dans l'ensemble du territoire russe sont encore très primitives.

Systèmes et méthodes de culture. — Nous voyons en Russie, suivant les contrées et la densité de la population qui les habite, des méthodes de culture très différentes; nous retrouvons en Russie, dans l'espace, les systèmes de culture ayant, ailleurs, existé dans le temps passé. Nous y retrouvons, encore à l'heure actuelle, les systèmes de culture que M. Eug. Risler, dans une de ses leçons sur l'histoire de l'agriculture (1), signalait comme ayant été suivis par les hordes barbares venues d'Asie et ayant envahi l'Europe.

1re *Méthode.* — Là, où la population est clairsemée et où les terres vierges sont en abondance, on défriche et on laboure les meilleures parcelles, on y

(1) Les leçons de M. Eug. Risler, sur l'Histoire de l'agriculture, n'ont malheureusement pas été publiées, et nous ne possédons que des fragments de l'étude qu'il avait entreprise.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sème des céréales et on persiste à cultiver et à semer le même champ, tant que la récolte continue à être bonne. Après quoi, la terre est délaissée et on passe à la culture de nouvelles parcelles encore vierges. C'est ainsi, dit M. Seménoff, qu'on procède encore aujourd'hui dans beaucoup de contrées de la Sibérie et même dans certaines régions de l'est, du sud-est et de l'extrême-nord de la Russie d'Europe.

2e Méthode. *Système des friches.* — La seconde étape, de l'agriculture en progrès, coïncide avec la période où surgit une certaine méthode, où s'observent de la régularité et de l'esprit de suite dans l'exploitation des richesses du sol. Les terres ensemencées passent tour à tour et au bout de périodes fixes, de l'état de terres de culture à l'état de terres de réserves, pour reprendre après une période de repos fixée d'avance (cinq, huit, vingt et même trente ans) la fonction de terres de labour. Ce système est le système des friches qui se pratique et domine presque dans toutes les steppes de la zone des terres noires, au sud et au sud-est de la Russie, ainsi que dans une grande partie (la moitié) des contrées situées au nord de la zone des terres noires. Dans les steppes du sud, les terres, laissées en friches, redeviennent des steppes et se couvrent d'herbes; dans le nord, les terres, laissées en friches, redeviennent taillis, se couvrent de bois, et dès lors, lorsqu'on veut les remettre en culture, on commence par abattre le bois et ensuite on met le feu aux racines, souches, etc., qui peuvent rester; c'est après cet écobuage qu'on laboure et sème du lin, presque toujours aujourd'hui, dans les régions du nord-ouest de la Russie : ce système de culture, dit encore ladamien, s'y combine, du reste, avec des méthodes de culture moins extensives.

Système des trois assolements ou assolement triennal. — Concurremment avec le système des friches, en effet, dans la région au nord de la zone des terres noires, sur les champs les plus rapprochés des bâtiments d'exploitation on suit l'assolement triennal: *jachère, céréale d'hiver, céréale de printemps*, fumant avec le fumier de ferme les champs dans lesquels on sème le blé d'hiver. Ceci, du reste, est une nécessité dans les terres plutôt pauvres de cette région nord hors de la zone des terres noires, et ceci y est possible grâce à l'abondance des prés et des fourrages, des terres de pacage, permettant d'entretenir un assez nombreux bétail.

Au contraire, dans la zone des terres noires, on suit l'assolement : jachère, céréale d'hiver, céréale de printemps sur presque toute l'étendue des terres (70 à 80 p. 100), et cette culture exclusive des grains se fait sans apport de fumier ou d'engrais sur les champs, au moins dans la grande majorité des terres appartenant aux paysans.

Système de culture avec introduction de plantes racines et fourragères. — Enfin les systèmes de culture les plus perfectionnés, suivis aujourd'hui en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Russie, se rencontrent dans les provinces Baltiques, la Pologne, les gouvernements du sud-ouest où, à côté des céréales, sont cultivées des plantes racines telles que la pomme de terre et la betterave, des plantes fourragères telles que le trèfle, où, dès lors, les terres sont soumises à un assolement plus rationnel, et sont fumées périodiquement, les plantes racines et fourragères ayant permis l'entretien d'un nombreux bétail.

Les gouvernements de Kief, Podolie, Wolhynie, grâce à la culture de la betterave à sucre, sont aujourd'hui les mieux cultivés de toute la Russie.

Les paysans, *qui n'ont pas été soumis ici au régime de la propriété communale des terres*, savent faire fructifier leurs champs bien mieux qu'ailleurs, c'est dans ces gouvernements du reste que « les données nouvelles de la science agronomique ont plus profondément pénétré, et que les agriculteurs ont su le mieux profiter des avantages des groupements et unions agricoles.

« Si l'agriculture a su faire dans cette partie de la Russie des progrès si marqués, c'est grâce, non seulement à des conditions naturelles exceptionnellement favorables, mais encore davantage peut-être, grâce à l'influence bienfaisante de l'industrie sucrière sur l'agriculture, à un régime foncier rationnel, à l'utilisation rationnelle des forces productives de la nature par les agriculteurs éclairés, à l'union des agriculteurs entre eux, et surtout grâce à l'apport de la science dont la pratique a, ici, depuis longtemps, apprécié l'importance et à laquelle elle fait appel pour guider ses pas. » (Yermoloff.)

Examinons avec quelques détails quelques-unes des productions les plus importantes de la Russie.

Parmi les céréales annuellement ensemencées par l'agriculture russe, la première place appartient au seigle qui occupe à lui seul 37 p. 100 de la totalité de la surface cultivée ; la seconde place revient à l'avoine à laquelle il est consacré 20 p. 100 des terres labourées ; après l'avoine, le blé occupe la troisième place avec 16 p. 100 des surfaces ensemencées ; enfin, au quatrième rang, vient l'orge qui couvre 7,6 p. 100 de l'aire des récoltes (1).

Le seigle. — Dans tout le centre et le nord de la Russie, le seigle occupe presque la moitié de la totalité des emblavures, de 40 à 50 p. 100 du territoire cultivé et même davantage dans les gouvernements de Vladimir, Kazan et Sembirsk. En Pologne, dans les pays des bords de la Baltique, les cultures de seigle occupent 20 à 40 p. 100 des emblavures, dans les contrées du sud-ouest et du sud de la Russie, le seigle par contre est peu cultivé.

(1) Les chiffres que nous donnons ici pour l'étendue des cultures du blé diffèrent très notablement des chiffres publiés dans la statistique annuelle agricole du Ministère de l'Agriculture française ; mais nous avons cru devoir prendre les chiffres de M. Seménoff, qu'a pris également M. Grandeau, dans son magistral ouvrage « l'Agriculture au commencement du xxe siècle ».

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Répartition des différentes cultures sur les soixante gouvernements de la Russie d'Europe, y compris les dix gouvernements du royaume de Pologne (la Russie à la fin du XIXe siècle).

	Au total en hectares.	P. 100 de toutes les terres labourées.	P. 100 de toute la surface ensemencée.
Friches	28 745 215	21,7	
Prés artificiels	6 640 606	5,0	
Jachères et autres	18 899 149	14,3	
Total	54 284 970	41,0	
Seigle d'automne	28 043 498		36,8
— de printemps	649 207		0,8
Total	28 692 705		37,6
Blé d'automne	3 426 823		5,5
— de printemps	9 074 804		10,4
Total	12 501 627		15,9
Avoine	15 687 396		20,0
Orge	6 003 532		7,6
Sarrasin	3 857 885		4,8
Millet	2 801 221		3,5
Maïs	679 083		0,8
Epeautre	376 050		0,4
Pois	937 158		1,1
Lentilles	189 732		0,2
Pommes de terre	2 362 057		3,0
Lin	1 331 001		1,7
Chanvre	514 836		0,6
Tournesol	288 702		0,3
Betteraves et plantes diverses	1 972 275		2,5
Total des terres ensemencées	78 495 260	59,0	46,5
Total des terres labourées	132 780 230	100,0	

Les terres des paysans sont généralement plus souvent consacrées à la culture du seigle que celles des domaines seigneuriaux. *C'est que pour le paysan russe, dans le plus grand nombre des régions, le pain de seigle constitue le principal objet d'alimentation.*

Dans l'immense région agricole du centre de la Russie d'Europe, la récolte du seigle constitue le facteur principal des bonnes ou des mauvaises années ; car si le seigle vient à manquer, le succès des autres céréales ne saurait compenser le fléau qui frappe les ménages surtout ceux des paysans privés de leur principal produit d'alimentation.

L'exportation des seigles russes est assez considérable (un million de tonnes en année moyenne). La Russie est, du reste, le principal et presque le seul fournisseur de seigle sur les marchés internationaux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'avoine. — L'avoine occupe en Russie la seconde place pour l'étendue emblavée en céréales : dans le nord les champs d'avoine couvrent plus de la moitié de l'ensemble des terres ensemencées au printemps, comme aussi dans tous les gouvernements du centre faisant partie de la zone des terres noires.

L'avoine, en Russie, ne sert à l'alimentation du bétail qu'en faible proportion ; le paysan la cultive surtout en vue de la vente, de l'exportation.

Le blé. — Le blé occupe le premier rang comme céréale d'exportation de la Russie ; et c'est surtout le blé dont la culture et les rendements doivent nous préoccuper, en tant que cultivateur français, car nous avons vu les blés russes venir certaines années en grande quantité sur nos marchés. La Russie restant encore aujourd'hui un des principaux pays, souvent même le plus gros pays exportateur de blé du monde, la production plus ou moins abondante des blés en Russie a une influence marquée sur les prix de cette céréale dans le commerce mondial.

Le paysan russe consommant presque uniquement du pain de seigle et de sarrasin, cultive le blé en vue de l'exportation surtout.

Ce sont les steppes de la zone des terres noires qui cultivent proportionnellement le plus de blé ; Là, 37 à 52 p. 100 des terres ensemencées sont consacrées au blé (Kichinew, 42,3 p. 100 ; Ekaterinoslaw, 39,6 p. 100 ; Samara, 37,6 p. 100 ; Orenbourg, 51 p. 100). Plus au nord dans les gouvernements du sud-ouest, en Petite Russie, et dans la zone qui marque la transition entre les terrains des steppes et la zone des terres noires, le blé occupe de 10 à 40 p. 100 des champs en céréales.

Le blé enfin est cultivé en quantités variables de 0,7 à 8 p. 100 des surfaces labourées, dans les autres gouvernements de la zone des terres noires, dans ceux de l'ouest de la Russie, et au delà de l'Oural en Sibérie.

La Russie d'Europe cultive des blés d'automne et de printemps ; dans les steppes du sud et de l'est on cultive surtout des blés de printemps, même uniquement ces derniers dans les gouvernements de l'est ; dans l'ouest et le nord-ouest au contraire, en Pologne, dans les gouvernements de Kiew, de Podolie et de Wolhynie, on cultive surtout les blés d'automne et si dans ces régions du sud-ouest les blés d'automne réussissent, ou si les blés de printemps réussissent dans les steppes du sud et de l'est, la Russie peut déjà compter sur une récolte approchant de la moyenne.

Nous verrons plus loin combien les rendements du blé en Russie sont encore faibles et quel progrès considérable de la production du blé dans cet immense pays semble possible.

Le rendement moyen du blé de 1890 à 1900 n'a été, en effet, que de 7,9 hectolitres à l'hectare pour le blé d'automne ; de 6 hectolitres pour le blé de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

printemps. Les blés de printemps surtout exportés par la Russie, blés guirka, sont remarquables par leur haute teneur en gluten.

L'orge. — C'est dans le nord et dans le sud de la Russie que se trouvent principalement les cultures d'orge. Dans l'extrême-nord, dans le gouvernement d'Arkangel, pour quelques cantons, c'est la seule céréale qui réussisse et parvienne à maturité dans le très court été de cette région. Aussi dans ces contrées du nord l'orge occupe-t-elle 54 p. 100 de l'étendue des terres cultivées.

Dans les gouvernements de Bessarabie, Kherson, Tauride l'orge occupe, d'autre part, 15 à 22 p. 100 des surfaces cultivées.

On retrouve cette même proportion dans les gouvernements de l'ouest et des provinces baltiques. Par contre, l'orge n'est presque pas cultivée dans la zone des terres noires du centre de la Russie.

On estime qu'un cinquième des orges produites par la Russie est exporté à l'étranger.

Le sarrasin. — Sauf dans les régions du nord de la Russie (Arkangel, Vologodsk, Esthonie, etc.) où le sarrasin n'arrive pas à maturité, sauf encore tout à fait au sud, dans les gouvernements de la Tauride et d'Astrakan où l'été est trop chaud, l'air trop sec, pour permettre au sarrasin de végéter dans de bonnes conditions, partout ailleurs, en Russie, le sarrasin est cultivé sur des surfaces plus ou moins considérables. Les contrées, où cette plante est le plus cultivée, sont celles qui s'étendent sur la vaste zone de la Russie centrale allant de l'ouest à l'est et embrassant la moitié septentrionale de la zone des terres noires et la moitié méridionale des pays situés hors de la zone des terres noires.

Le millet. — Contrairement au sarrasin, le millet est, de toutes les céréales, la plante la moins sensible à la sécheresse; aussi se substitue-t-il de plus en plus au sarrasin dans beaucoup de régions de la zone des terres noires où le sarrasin souffre plus ou moins du climat sec et chaud de ces régions.

Le millet et le sarrasin ont une grande importance pour l'alimentation du peuple russe. Ces céréales, en effet, servent à préparer des gruaux qu'il est d'usage de manger bouillis à l'eau (1).

Maïs. — C'est le gouvernement de Bessarabie qui produit le plus de maïs; 25 p. 100 de la totalité des terres cultivées y sont consacrées à la culture de cette plante; dans les gouvernements de Podolie et de Kherson la culture du maïs a encore une certaine importance; elle est presque nulle ailleurs en Russie.

(1) Il y a quelques années le gouvernement russe s'était alarmé de la faiblesse des rendements du sarrasin en Russie, et le ministre de l'Agriculture avait même prié la Société nationale d'Agriculture de France de vouloir bien indiquer les moyens d'augmenter les rendements de cette culture. M. Heuzé rédigea à ce sujet une véritable consultation. *Bulletin de la Société nationale d'Agriculture.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PRODUCTION ET COMMERCE DES CÉRÉALES EN RUSSIE

Le Comité central de statistique attaché au ministère de l'Intérieur de Russie a publié les données suivantes sur les récoltes des céréales en Russie. Statistiques comprenant 50 gts de la Russie d'Europe, 10 gts de la Pologne, 4 gts du Caucase du nord et le Transcaucase, 4 gts de la Sibérie, 4 gts de l'Asie centrale. (*Bulletin de l'Office des renseignements agricoles, novembre 1907.*)

	Superficie ensemencée en 1906. hectares.	Récolte totale en 1906. quintaux métriques.	Moyenne quinquennale 1901-1905. quintaux.
Seigle d'hiver	29 639 042	165 332 349	215 949 497
Seigle d'été	636 249	4 048 972	4 056 834
Froment d'hiver	5 836 698	64 912 302	56 150 803
Froment d'été	18 855 692	73 445 135	103 752 394
Avoine.	18 316 145	103 489 167	127 907 325
Orge.	9 617 164	67 936 213	70 884 286
Sarrasin.	2 211 315	9 784 429	9 447 001
Maïs.	1 299 405	17 973 282	11 560 840

D'après ces chiffres l'Empire russe serait, de tous les pays du monde, celui qui consacre la plus grande étendue à la culture des céréales: seigle surtout, mais aussi blé, avoine, orge, ces cultures en Russie dépassant de beaucoup les surfaces qui leur sont consacrées ailleurs, même aux États-Unis.

Il y a, en Russie, augmentation des cultures de blé; augmentation des cultures d'avoine, d'orge, — les cultures de seigle restent stationnaires, celles de maïs également.

Le commerce des céréales en Russie a pris lui-même une grande extension ces vingt dernières années. De 1860 à 1869 l'exportation annuelle a été de 14 400 000 quintaux métriques des quatre grandes céréales: blé, seigle, avoine, orge.

		Quintaux.	
(1)	De 1870 à 1874, de	35 700 000	
(1)	De 1880 à 1889, —	48 800 000	
(1)	De 1890 à 1899, —	63 600 000	
(2)	En 1904 . . . . Blé	46 022 000	89 597 000 quintaux.
	Seigle. . . .	9 833 000	
	Orge	24 904 000	
	Avoine . . .	8 838 000	
(2)	En 1905 . . . . Blé	48 152 000	101 381 000 quintaux.
	Seigle. . . .	9 779 180	
	Orge	22 615 000	
	Avoine . . .	20 835 000	
(2)	En 1906 . . . . Blé	36 054 263	82 537 214 quintaux.
	Seigle. . . .	10 715 082	
	Orge	24 380 164	
	Avoine . . .	11 387 705	

(1) (Le commerce des céréales en Russie), la Russie à la fin du XIXe siècle.
(2) D'après la statistique agricole annuelle du ministère de l'Agriculture.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La Russie occupe ainsi, quelles que soient les fluctuations de ces récoltes d'une année à l'autre, le *premier rang* dans le monde pour l'exportation des céréales.

Plantes fourragères. — L'introduction des plantes fourragères dans l'assolement est regardée par tous les agronomes russes comme la marque d'un grand progrès. Cette culture des plantes fourragères, très restreinte jusqu'à ces dernières années, tend à se développer; d'une part, le bétail est devenu une source importante de profits pour l'agriculture, et l'industrie laitière a fait des progrès considérables dans certains gouvernements; d'autre part, dans le centre de la Russie existent très peu de prairies naturelles, et les anciennes steppes, autrefois herbacées, ont été livrées à la culture des céréales, de sorte que l'on y est très embarrassé pour assurer l'entretien du bétail. Aussi de plus en plus l'on recherche les plantes fourragères pouvant réussir dans les sols de terre noire.

Le sainfoin, la luzerne surtout semblent les meilleures légumineuses à cultiver dans ces derniers terrains; dans les sols les plus secs les triticum cristatum et desertorum ont donné d'excellents résultats, de même le brome inerme.

Dans les provinces du nord et de l'ouest de la Russie, en Pologne, le trèfle violet, associé ou non à la fléole, est la légumineuse la plus répandue.

Plantes racines fourragères. — Comme plantes racines fourragères, on peut citer, en Russie, la betterave, la pomme de terre, la citrouille. La culture de cette dernière plante tend à se développer; on la produit pour la graine qui, après extraction de l'huile, fournit un tourteau recherché, et pour sa pulpe donnée à tous les animaux de la ferme: les vaches et les cochons surtout s'en montrent très friands. Dans les gouvernements de Poltava, de Stavropol et de Samara la citrouille est cultivée sur des hectares entiers dans les domaines.

Plantes industrielles. *Plantes textiles. Le lin.* — Le lin est la grande culture *industrielle de la Russie;* les lins russes sont connus dans le monde entier, leurs filasses donnent lieu à un commerce d'exportation considérable (200000 tonnes) et, d'autre part, en France, en Belgique, etc., c'est de Russie que l'on fait venir les graines de lin employées comme semences dans les cultures.

Le lin pour la production de la filasse est cultivé en Russie dans les contrées du nord situées hors de la zone des terres noires.

Dans la moitié nord de la zone des terres noires, le lin, au contraire, est cultivé pour la graine, comme plante oléagineuse et tout à fait accessoirement comme plante textile.

Dans deux des régions du nord, le lin est la culture principale et constitue la plus importante source de revenus de l'agriculture, ce sont: la région de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'ouest où cette culture a pour centre le gouvernement de Pskoff autour duquel viennent se grouper les gouvernements des bords de la Baltique, les gouvernements de Kovno, de Vilna, de Vitebsk, de Smolensk et une partie du gouvernement de Novgorod; puis les régions de l'est où le centre de production du lin est le gouvernement de Yaroslaw auquel sont contigus les gouvernements de Kostroma, de Viatka, de Niji-Novgorod, de Vladimir, de Moscou, de Tver et de Kalouga, également producteurs de lin.

Ces deux régions réunies forment ensemble une zone de culture de lin assez étendue allant de l'ouest à l'est et passant un peu au nord de Moscou. C'est dans cette zone qu'on récolte toutes les fibres de lin brutes ou travaillées qui sont livrées au commerce et exportées.

La culture, encore assez primitive, est susceptible de grands progrès. On cultive le lin sur des terres de bois ou d'anciennes prairies défrichées; on laboure à l'automne très peu profondément, on travaille à nouveau la terre au printemps et on sème ensuite, enterrant la graine par deux simples coups de herse. On ne donne plus aucun soin au lin jusqu'à la récolte que l'on fait tardivement, quand les petites feuilles de la tige tombent et que le fruit prend la couleur marron. La production moyenne de *filasse* par hectare ne serait que de $2^{qx},15$ au lieu qu'en France elle atteint $6^{qx},10$.

En Russie c'est le procédé de roussissage du lin à la rosée ou sur terre, qui est encore le plus usité.

Le ministère de l'Agriculture et des domaines en Russie s'est beaucoup préoccupé, ces dernières années, de la culture et de l'industrie du lin. Il a établi, par exemple, des stations de préparation du lin, dont l'accès est ouvert à tous ceux qui désirent s'initier pratiquement aux meilleurs modes et procédés du travail du lin.

Comme plante oléagineuse, le lin est cultivé, avons-nous dit, dans la zone des terres noires; là, on cultive une variété spéciale se ramifiant beaucoup, à tiges très courtes; le lin y est envisagé comme une plante exclusivement productrice d'huile : on livre au commerce des graines, des huiles, des tourteaux.

D'après les statistiques russes, la récolte annuelle du lin atteindrait comme filasse 400 000 tonnes, et celle des graines 650 000 tonnes; la valeur générale des deux produits serait de 270 000 000 de francs environ (1).

Le Chanvre. — La seconde plante textile et oléagineuse de la Russie est le chanvre, cultivé en très faible quantité dans presque toutes les régions.

Plantes industrielles. Pomme de terre. — La pomme de terre tient le premier rang parmi les matières premières destinées à la production de l'alcool en Russie.

(1) A la fin du XVIII[e] siècle l'exportation de la filasse de lin russe ne dépassait pas 18 000 tonnes; de 1869 à 1878, l'exportation annuelle fut de 146 000 tonnes; de 1879 à 1888 elle fut de 171 000 tonnes, et de 1889 à 1898 elle a été de 197 000 tonnes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En 1897-1898 sur 2 245 700 tonnes de denrées soumises à la distillation, la pomme de terre figurait pour 71,5 p. 100 (1 607 000 tonnes). C'est dans l'ouest surtout que la pomme de terre est cultivée comme plante industrielle.

La betterave à sucre. — La Russie tient maintenant le second rang en Europe pour la production du sucre. Celle-ci a atteint en 1906-1907 1 360 000 tonnes, soit plus du cinquième de la production européenne, et 1 440 000 tonnes en 1907-1908, plaçant ainsi la Russie au deuxième rang des pays producteurs de sucre en Europe, pour cette campagne. Favorisée par des primes importantes la production de sucre de betteraves en Russie a fait, ces dix dernières années, des progrès considérables; mais il lui en reste encore beaucoup à faire, surtout dans la culture proprement dite de la betterave.

Les terres noires de la Russie constituent pour la betterave le milieu le plus favorable qu'on puisse imaginer; la plante y trouve, en effet, en quantité suffisante tous les éléments nutritifs indispensables: humus, chaux, potasse, acide phosphorique. Le sol, de plus, est homogène, meuble; grâce à sa couleur noire, il absorbe facilement les rayons solaires. Cependant ces avantages sont souvent annihilés en partie par la sécheresse.

Mais la betterave à sucre n'est pas seulement cultivée dans les terres noires, elle l'est aussi et avec succès dans les terres limoneuses des gouvernements de la Vistule et dans d'autres sols plus ou moins légers ayant été déjà mis en culture et abondamment fumés.

En Russie les surfaces consacrées à la betterave à sucre ont varié de 1895-96 à 1905-1906 entre 315 000 et 525 900 déciatines (1). Moyenne 428 000 déciatines ou 467 000 hectares.

Aujourd'hui la production de la betterave est limitée surtout aux cinq gouvernements du sud-ouest : Kief, Volhynie, Podolie, Bessarabie, Cherson; aux neuf gouvernements à terre noire: Kursk, Poltawa, Charkoff, Tschernigoff, Woronesch, Orloff, Samara, Tamboff et Toula, enfin à la Pologne.

Au point de vue industriel c'est le rayon du sud-ouest qui a le plus d'importance; la prospérité de cette région est, du reste, due surtout à la culture de la betterave et à l'industrie du sucre. On y compte près de la moitié des fabriques de sucre actives de la Russie et la betterave y occupe plus de la moitié de la superficie totale des emblavements russes. Vient ensuite le district à terre noire central et en troisième lieu le territoire de la Vistule.

Comme procédés de culture, d'ordinaire on sème la betterave après une céréale d'hiver, seigle ou blé, précédée d'une jachère fumée. Parfois on la cultive directement après jachère fumée.

Les rendements obtenus sont encore très faibles. De 1897-98 à 1906-07, le

(1) La déciatine = 10 925 mètres carrés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rendement maximum a été atteint, en 1906-07, avec 17 680 kilogrammes de betteraves et 2481 kilogrammes de sucre par hectare. Le rendement minimum a été constaté en 1900-01 avec 11 750 kilogrammes de betteraves et 1 639 kilogrammes de sucre par hectare. L'écart entre ces campagnes est de 50,4 p. 100 pour le rendement en betteraves, de 45,2 p. 100 pour le rendement en sucre.

La production russe peut donc varier considérablement d'une année à l'autre.

Ces variations sont dues aux conditions météorologiques, aggravées par le fait d'une culture encore peu avancée au point de vue agricole. Les dépenses, nécessitées par la production de la betterave, varient de 60 à 100 roubles par déciatine. Le sol est moins fumé, moins bien cultivé en Russie qu'en Allemagne ou en France. C'est surtout la culture paysanne qui est encore rudimentaire et ses rendements sont des plus réduits (1). Toutefois, elle ne représente que 17 p. 100 des emblavements betteraviers russes.

Par contre, grâce à la sélection des graines de betteraves poursuivies par les fabriques russes, la qualité de la betterave est très bonne; de grands progrès sous ce rapport ont été réalisés. En 1881, la teneur du jus en sucre était en moyenne de 11,6 p. 100, la pureté de 79,3. En 1904, la récolte contenait en moyenne 17,2 p. 100 de sucre avec une pureté de 85 p. 100.

La fabrique de sucre, de même, a réalisé de grands progrès dans la fabrication proprement dite arrivant à extraire 81,98 p 100 du sucre contenu dans la betterave.

En 1896-97 236 fabriques n'avaient produit que 39 134 745 puds (2) et la consommation n'avait été que de 30 712 962 puds.

En 1906-1907 281 fabriques de sucre ont produit 79 730 000 puds de sucre; 57 000 000 de puds ont été livrés à la consommation; 8 154 644 ont été exportés (1 327 256 quintaux). Or, de 1880-89 à 1897-98, en dix ans il n'avait été exporté que 9795 771 quintaux de sucre (3).

(1) A propos de l'industrie du sucre en Russie. Voir dans le Journal des fabricants de sucre les articles de M. G. Dureau analysant le travail de M. Zechanowsky; 20, 27 mai; 10, 24 juin; 8, 12, 29 juillet 1908.

(2) Puds = 16k,38.

(3) Dans une étude de M. H. Sagnier parue dans le tome CXXXVIII des Mémoires de la Société nationale d'Agriculture de France, « Excursion agricole en Russie, août 1897 », l'on pourra lire de très intéressants détails sur un grand domaine betteravier de Podolie. De 1886 à 1895 la betterave y a donné une moyenne de 196 quintaux,70 à l'hectare. La betterave dans ce domaine occupait 180 déciatines et les céréales 920 déciatines. Dans cette même étude on trouvera d'intéressants chiffres sur les prix de revient de différentes cultures dans ce grand domaine de Podolie, et M. Sagnier y met, à ce propos, très bien en relief les variations énormes des prix de revient, des produits agricoles en Russie, suivant l'éloignement plus ou moins considérable des domaines de voies d'écoulement, (rivières ou chemins de fer).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La consommation par tête d'habitant est encore très faible, 4kg,700 par an, malgré une augmentation considérable depuis 1895 coïncidant avec la baisse du prix du sucre.

En ce qui concerne l'exportation du sucre, c'est en 1871 que la Russie a pour la première fois participé à l'approvisionnement du marché mondial ; en cette même année elle exporta 7691 puds de sucre. En 1902-03 son exportation a atteint le maximum avec 12 millions de puds (1 968 000 quintaux). On sait que la Russie a adhéré à la nouvelle convention de Bruxelles : son exportation de sucre vers l'Angleterre a été limitée, mais comme elle conserve son système de primes intérieures, elle peut lutter avec avantage pour les marchés orientaux contre les sucres français, allemands, autrichiens.

Vignobles. — La viticulture et la production des vins sont des industries qui ne se sont développées en Russie que relativement fort récemment.

La zone de la culture de la vigne peut être divisée en régions comme ci-après (d'après M. A. Bazaroff) :

	Hectares.		Hectolitres de vin.
Bessarabie	74 200	produisant	1 476 000
Nouvelle Russie	13 000	—	195 000
Crimée	6 900	—	115 000
Province du Don	3 300	—	3 800
Région d'Astrakan	1 000	—	3 000
Ciscaucasie	16 200	—	254 000
Transcaucasie	101 300	—	903 000
Turkestan	21 500	—	6 000
	238 300	—	2 955 800

Le sol et le climat de la Bessarabie sont favorables à la production du vin, mais en Bessarabie on a cherché surtout les fortes récoltes sans se préoccuper autrement de leurs qualités. Les procédés de vinification laissent aussi tout à fait à désirer. Ce sont les juifs surtout qui achètent ces vins et les expédient à leurs coreligionnaires de Pologne.

Sur le bord méridional de la Crimée, la Côte d'Azur de la Russie, la viticulture et la production des vins ont atteint un degré de perfection plus grand que dans les autres provinces vinicoles de la Russie. Du reste, l'administration des apanages rend à la viticulture de cette région, par les exemples qu'elle a su donner, de réels services.

Dans le sud-est de la Russie la vigne ne se rencontre guère que sur les bords du Don et sur ceux du Volga. Une partie considérable des vins du Don est préparée grossièrement à la manière des vins de Champagne.

Au Caucase, c'est dans la région de Kakhitie que les vins sont les plus renommés, les apanages et des propriétaires particuliers se servent de méthodes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

perfectionnées pour la vinification et y cultivent du reste des cépages de grande qualité.

La Russie importe de l'étranger d'assez grosses quantités de vins pour une vingtaine de millions de francs ces dernières années, vins en fûts, en bouteilles et vins mousseux. La France est le grand fournisseur de vins de la Russie. Encore les tarifs, presque prohibitifs à l'entrée des vins en Russie, arrêtent-ils notre exportation dans ce pays (1).

Forêts et produits forestiers. — D'après le professeur A. Roudzky la superficie générale des domaines forestiers de la Russie d'Europe, de la Finlande et du Caucase est de 201 598 000 hectares, dont 20 435 000 hectares en Finlande; 7 553 000 hectares appartiennent au Caucase et le reste, soit 173 610 000 hectares constituent le domaine forestier de la Russie d'Europe.

Les forêts qui couvrent les 39 p. 100 de la surface de l'Empire sont fort inégalement réparties dans les différentes régions. Dans les gouvernements du nord, les forêts couvrent 85 p. 100 du territoire, en Finlande les 64 p. 100; mais au fur et à mesure qu'on s'avance vers le sud, l'étendue et le nombre des forêts diminuent. Dans les gouvernements de la Vistule le domaine forestier n'occupe plus que 20 p. 100 de la superficie totale; dans le gouvernement d'Ekaterinoslaw, 1,8 p. 100; et dans celui d'Astrakan, 0,32 p. 100.

Au gouvernement d'Arkangel il y a 112 hectares de forêts par habitant, à celui de Vologda, 26; 1 hectare de forêt par habitant dans les gouvernements du centre; 0,33 hectares dans les gouvernements de la Vistule.

Dans la seule Russie d'Europe le domaine forestier de l'État est estimé à 118 millions d'hectares, mais sur cette vaste réserve forestière 16 250 000 hectares seulement sont aménagés, et, parmi les forêts de propriétés privées, sauf celles qui appartiennent aux apanages; il est encore fort peu de domaines qui soient soumis à un aménagement régulier.

Du reste, le rendement des forêts est faible, ainsi au cours de l'exercice 1898 il n'aurait été extrait des forêts de la Russie d'Europe que 40 millions de mètres cubes de bois soit en moyenne 0,43 mètre cube de matières ligneuses par hectare, et les forêts domaniales en cette même année 1898 n'auraient rapporté au Trésor que 37 539 373 roubles, soit une moyenne de 40 kopeks par hectare du domaine exploité. Si on en défalque la dépense afférente à l'administration de ces forêts (7 kopeks par hectare) on trouve donc un revenu de 33 kopeks par hectare.

La Russie, comme bien d'autres pays, a dû se préoccuper du déboisement

(1).

	Droits de douane à l'entrée en Russie.	
	Tarif maximum.	Tarif minimum.
Les vins en tonneaux. . . .	126f,98	97f,68
En bouteilles.	2f,32 la bouteille.	1f,80 la bouteille.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pratiqué sur certains points dans une mesure tout à fait inquiétante pour les besoins en bois de l'avenir. Une loi de 1888 a donc réglementé l'exploitation des forêts en Russie, posé des bornes à la diminution des domaines forestiers, etc.

« Il s'est fait en Russie jusqu'à ces dernières années une effroyable consommation de bois. D'abord on a dépeuplé les forêts pour construire et pour se chauffer; puis les grands propriétaires les ont coupées pour faire de l'argent. Enfin, les prix de la terre venant à s'élever on a déraciné les derniers troncs d'arbre pour faire à leur place pousser du seigle. Ç'a été un gaspillage inouï, un gaspillage d'enfants ou de sauvages jusqu'au moment où une loi est venue réglementer les coupes de bois. L'incurie la plus étrange, la paresse la plus invétérée, et aussi la spéculation la moins scrupuleuse ont dépouillé les champs de leur manteau d'arbres: de là, dans le centre, les sécheresses, les famines, un peu partout la misère plus pénible et plus froide. » (Legras.)

Les principales essences des forêts russes, celles qui ont une importance spéciale pour le pays, sont: le pin, le sapin, le chêne, le bouleau, l'aune, le tremble, le tilleul. Dans certains cantons, principalement dans l'est de la Russie on rencontre des forêts formées de sapins seulement. Aux gouvernements du sud et du sud-ouest il existe quelques peuplements purs de chêne, mais de peu d'étendue.

Toutes ces essences fournissent des matériaux fort divers: le principal est le bois de construction sous toutes ses formes et l'on sait, du reste, que la plupart, la grande masse des constructions rurales en Russie, maisons, écoles, églises même sont en bois.

La forêt procure en outre d'importantes ressources aux paysans. « Les immenses forêts dont est couverte la Russie du Nord et de l'Est regorgent de champignons: il en pousse sous les arbres et sous les moindres buissons, parmi la mousse. C'est là, pour les populations rurales, un garde-manger, en même temps qu'une source de profits. Le champignon est très nourrissant; en outre, étant *maigre*, il constitue le fond de la nourriture des paysans durant les interminables jeûnes de l'Église orthodoxe. » (Legras. *Au pays russe.*)

Par ses plantations l'administration forestière russe s'efforce actuellement de reboiser certaines parties des steppes du centre et du sud, aujourd'hui complètement déboisées, et cela dans le but de modifier si possible les conditions climatériques de ces contrées et de procurer à leurs habitants le bois dont ils ont besoin.

Pas de forêts, en effet, dans ce pays de la terre noire : « Oui, dans cette Russie qui nous apparaît comme hérissée de forêts vierges voici qu'à 300 kilomètres, au sud de Moscou, on est réduit à acheter son bois par kilogrammes. » (Legras.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En hiver, les habitants se chauffent avec le seul combustible qu'ils aient sous la main, avec la paille.

Le reboisement, le bon aménagement et la prudente exploitation des richesses forestières de la Russie semblent, au reste, devoir s'imposer de plus en plus. Le bois d'œuvre, partout sur le globe se faisant rare, atteint des prix de plus en plus élevés et partout une véritable fièvre d'exploitation des bois semble s'être emparée des propriétaires.

Le commerce extérieur de la Russie fournit à cet égard des chiffres bien

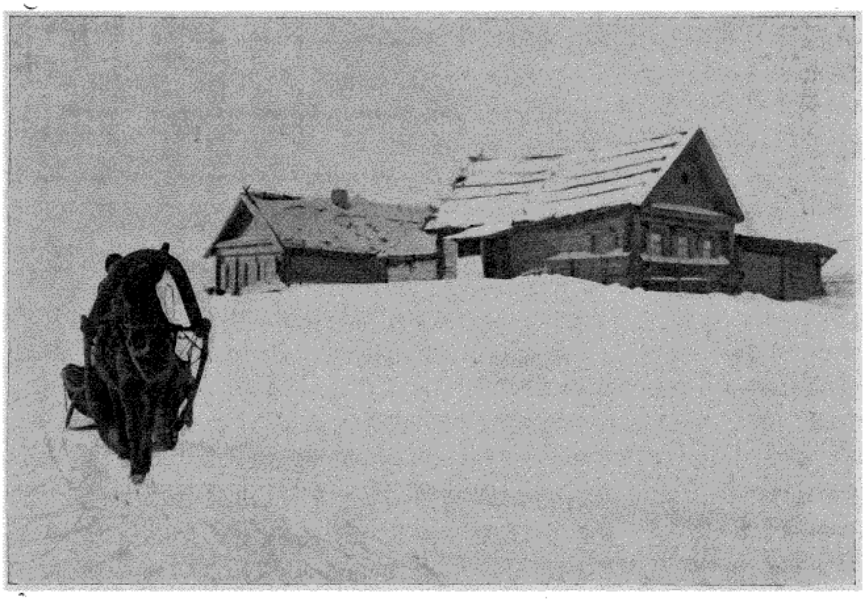


Fig. 4. — En hiver.

caractéristiques. De 1888 à 1898 l'exportation des bois de Russie avait augmenté de 40 p. 100 et avait atteint en 1898 la valeur de 54 millions de roubles. C'est à cette somme environ que se maintint l'exportation des bois jusque vers 1902. Mais en 1903 la valeur des bois de toutes sortes, exportés de Russie, passe à 64 millions de roubles, 72 millions en 1904, 75 millions en 1905 ; 98 millions en 1906.

Quelques caractères principaux de l'agriculture russe.

I. *Faible rendement des récoltes.* — En général, dans la Russie d'Europe, la moyenne de la récolte des principales céréales, des plantes racines telles que la betterave, des plantes textiles telles que le lin, est sensiblement inférieure à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

celle obtenue dans les principales contrées agricoles de l'Europe ou même de l'Amérique.

Seménoff donnait, en effet, en 1900 le tableau suivant indiquant la moyenne en hectolitres de la quantité de céréales et de quelques autres produits agricoles récoltés en Russie par hectare depuis dix ans :

	Moyennes obtenues en divisant le total général de la récolte par la surface ensemencée.		Moyennes obtenues en prenant les moyennes des moyennes par gouvernements et par districts.		
	Moyennes.	Variations par gouvernement.	Moyennes.	Chez les propriétaires.	Chez les paysans.
Seigle.	7,9	5,6 à 12,2	10,3	11,3	9,4
Grand blé. . . .	7,9	5,4 à 12,2	10,1	11,0	9,1
Petit blé	6,0	4,8 à 12,4	8,9	9,6	8,0
Avoine	12,2	7,3 à 18,4	14,0	15,4	12,7
Orge	9,4	7,5 à 14,8	11,0	11,3	10,3
Pois	6,3	3,8 à 11,3	»	»	»
Sarrasin.	6,0	2,3 à 8,3	»	»	6,2
Millet.	6,3	3,6 à 10,4	»	»	»
Maïs.	10,4	6,0 à 13,8	»	»	»
Pommes de terre.	65,7	34,4 à 119,4	82,1	92,3	72,0

Cette faiblesse des rendements en Russie est due à l'influence tout à fait prépondérante qu'exercent, sur l'agriculture extensive de cet immense territoire, les conditions météorologiques, favorables ou non, suivant les années.

Mais cette faiblesse des rendements s'explique aussi par l'infériorité des modes de culture employés surtout chez les paysans soumis au régime du Mir, ainsi que nous l'avons indiqué déjà à plusieurs reprises.

Ainsi les meilleurs rendements de céréales telles que le seigle et l'avoine s'observent dans les régions où les méthodes de culture sont relativement perfectionnées : pays des bords de la Baltique, royaume de Pologne, gouvernements de Kief et de Podolie situés dans la zone des terres noires où s'est développée la culture de la betterave à sucre.

Dans la région des steppes, au contraire, les regrettables procédés de culture, les plus extensifs subsistent encore, on y sème même des quantités beaucoup trop faibles de grains par hectare, d'où de très faibles rendements.

Extrême variabilité des rendements d'une année à l'autre. — Un des traits caractéristiques encore de l'agriculture est l'énorme variabilité des rendements d'une année à l'autre. Cette particularité a pour raison, sans doute, les conditions climatériques spéciales de la Russie, mais aussi les procédés de culture extensifs encore généralement suivis.

Si nous prenons les rendements obtenus de 1884 à 1898 et si nous faisons la moyenne de ces quinze ans égale à 100, on voit les récoltes du blé, par exemple, tombées à 67 en 1891 après avoir atteint 125 en 1888.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Variabilité extrême des prix des produits agricoles. — A cette variation dans les rendements d'une année à l'autre, et aussi la même année d'une région à une autre région de la Russie (étant donnée l'insuffisance des moyens de transport), correspond une variation très grande dans les prix des principaux produits agricoles en Russie.

Sans mettre en ligne de compte des années exceptionnellement bonnes ou mauvaises, en prenant pour point de comparaison la moyenne des prix pour une période de vingt ans (1881 à 1900) que nous représenterons par 100, nous voyons (et ce sont des chiffres donnés par M. Yermoloff) le prix du seigle, dans les gouvernements du centre de la Russie tomber à 59,6 p. 100 du prix moyen pour remonter à 108,8 l'année suivante.

Dans les gouvernements de Samara, Orenbourg, Astrakan qui font de la production des blés de printemps, pour ainsi dire leur spécialité, en a eu des extrêmes de 38 à 197 par rapport au prix moyen représenté par 100.

Insuffisance des moyens de transport. — Cette variabilité extrême des prix d'une année à l'autre, et, dans une même année, d'une région à une autre de la Russie, n'a pas seulement pour cause la variation dans les rendements, mais aussi l'insuffisance et la difficulté des moyens de transport à travers l'immense territoire de la Russie; ce qui ne permet pas à l'agriculteur russe d'expédier au moment opportun les céréales dont il a une récolte abondante soit sur les ports d'exportation soit dans les contrées de la Russie moins favorisées et ayant besoin de seigle ou de froment.

Les routes en Russie n'existent pour ainsi dire pas (du reste dans la plus grande partie de la Russie les matériaux d'empierrement font défaut). Elles sont, en tous cas, presque impraticables pendant les mois d'automne et de printemps lors des pluies et de la fonte des neiges. « Sauf quelques grandes chaussées consciencieusement cailloutées de pierres pointues, et que les voitures ont grand soin d'éviter, les voies de communication en Russie sont dites *routes naturelles*. Elles se tracent peu à peu dans la plaine et dans la forêt, au passage des voitures et du bétail. Nul ne les entretient; les ornières s'y creusent à l'infini, les fondrières s'y installent à loisir (fig. 5) : au printemps et à l'automne, ce sont des marécages, où l'on ne peut guère circuler qu'à cheval; en été, un pied de poussière les tapisse. Si une pluie violente a gâté la route, on en pratique une autre à côté, tout simplement. » (J. Legras.) « Il est heureux que le bon Dieu y pourvoie, en couvrant les rivières de glace et les chemins de neige pendant une bonne partie de l'année en nous ouvrant un chemin partout. » (Yermoloff.)

Les grands cours d'eau navigables qui sillonnent de part en part la Russie sont relativement bien aménagés et servent au transport de quantités énormes de grains, surtout le Volga, mais pendant six mois ils sont pris par les glaces.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C'est néanmoins, selon M. Yermoloff, pour les contrées riveraines, le moyen de transport le plus sûr et le plus avantageux que possède la Russie.

La bonne organisation des voies de communication et de commerce est, après l'émancipation complète du paysan russe, l'œuvre dont l'influence doit être la plus considérable sur les progrès économiques de la Russie. Pendant longtemps la Russie, sous ce rapport, a été très en retard.

Mais déjà les chemins de fer ont une longueur totale supérieure à celle des routes; et comme en Amérique, aux États-Unis, au Canada, dans la République

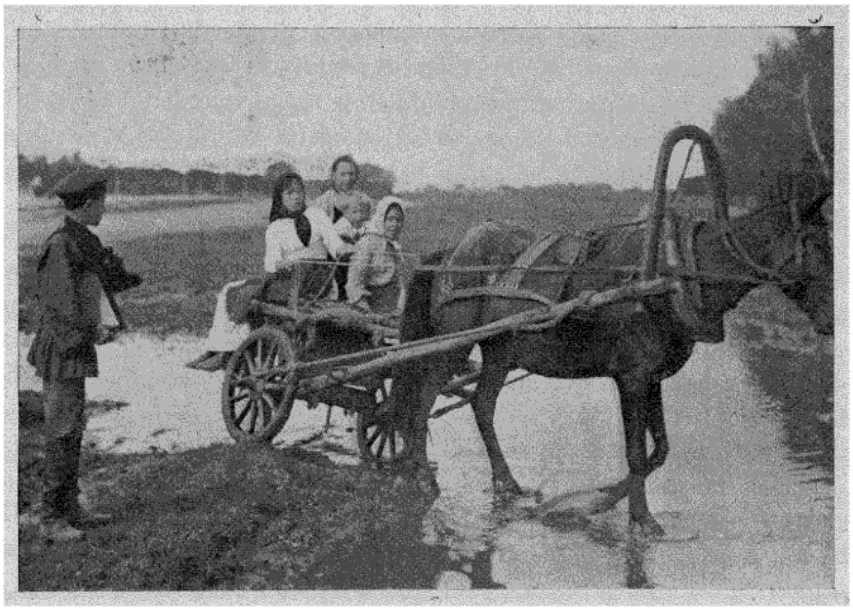


Fig. 5.

Argentine, le chemin de fer est et devra être de plus en plus le principal moyen de mise en valeur du sol pour la Russie.

En 1906, malgré les progrès réalisés sur ce point, la Russie d'Europe ne comptait que 54 900 kilomètres de chemin de fer, soit 0kg,9 par 10000 kilomètres carrés (les Iles Britanniques en comptent 11,6 par 10000 kilomètres carrés, la France 8,7, les États-Unis 4,5).

L'augmentation de la longueur des voies ferrées a été déjà pour la Russie la cause de grands progrès économiques et nous le constaterons plus loin en étudiant la production générale et l'exportation russes; mais on ne peut se dissimuler que les lignes de chemins de fer, qui sillonnent aujourd'hui le pays dans tous les sens, ne le desservent encore que fort mal.

Presque toutes les lignes sont à une seule voie, le matériel roulant insuffi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sant, la vitesse des trains extrêmement faible, surtout si l'on songe aux très longues distances à parcourir. Enfin, et c'est là un des gros obstacles à la bonne organisation des transports en Russie, tous les produits agricoles ne sont expédiés que dans une direction, vers les ports, les frontières, les grands centres de population, d'où généralement les wagons doivent être réexpédiés à vide. (La masse des expéditions se présente en outre, à l'automne, les paysans et propriétaires ayant hâte de vendre et exporter leurs récoltes; et le reste de l'année le matériel des chemins de fer n'a presque rien à transporter). Aussi « dès que la récolte est un peu au-dessus de la moyenne, dès que la demande augmente dans les grands centres de commerce, dès que la hausse des prix provoque un trafic plus animé, un afflux de grains vers les stations, les lignes de chemins de fer ne peuvent plus suffire au transport; elles sont tout de suite encombrées; la marchandise s'agglomère aux gares et reste des mois et des mois, avant d'être expédiée à destination, exposée à la pluie, à la neige. Tous les trois ou quatre ans, le transport des blés, déposés aux gares en automne, se termine le printemps suivant. » On a cherché à remédier à cet état de choses par diverses mesures; on a notamment construit quelques grands élévateurs, de type américain, dans les ports et près des gares principales d'expédition; mais, dit M. Yermoloff, dans les années de bonne récolte ils sont tout de suite remplis et refusent de nouvelles admissions, durant les années moyennes ou défectueuses, ils restent vides.

Du reste, le ministre des voies de communication a présenté récemment à la Douma un projet d'après lequel des crédits, pour une somme globale de 2 500 000 000 de francs à répartir sur la période quinquennale 1908-1912, sont demandés pour l'*amélioration* du réseau des chemins de fer de l'État russe (1).

De l'avis du ministre des voies de communication la dépense d'une si grosse somme pour l'augmentation de la capacité de transport des chemins de fer de l'État est non seulement devenue inévitable dans l'intérêt du pays, mais sera ensuite des plus productives au point de vue de l'Économie nationale. Le ministre considère qu'en raison de l'essor qui en résultera pour le commerce et l'industrie, cette énorme dépense ne grèvera pas le budget de l'Empire, le développement du trafic devant permettre de faire aisément face aux charges d'intérêt et d'amortissement résultant de cette augmentation de capital d'établissement.

(1) Il ne s'agit pas de création à proprement parler de nouvelles lignes de chemins de fer, mais d'amélioration du réseau existant (pose de doubles voies, acquisition de matériel roulant, agrandissement de stations, etc., etc.).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le bétail.

« L'élevage russe se rattachant aux conditions naturelles du pays présente beaucoup de diversités. » (A Kalantas), ces diversités tiennent, en effet, aux conditions particulières du climat, aux procédés de culture et aux ressources fourragères si variés qu'offrent les différentes contrées de cet immense empire. Mais dans une même région une grande différence s'observe, en outre, entre le bétail entretenu sur les domaines de propriétaires particuliers et celui entretenu par les paysans.

« Les races des bestiaux des domaines ont été améliorées, tandis que, jusqu'à ce jour, à part de rares exceptions, le bétail des paysans est resté presque entièrement ce que l'a fait la nature. »

Gros bétail. Bétail bovin. — D'après la statistique annuelle du ministère de l'Agriculture, la Russie d'Europe (non compris la Pologne et le Caucase du Nord) aurait un effectif de 45 439 615 têtes de gros bétail (année 1905).

Dans les contrées du sud-est et du sud de la Russie, dans la région des vastes steppes d'au delà du Volga et de l'Oural, l'élevage du bétail est encore presque exclusivement nomade. Les races bovines *Kirghise* et *Kalmouque* y sont renommées pour la qualité de la viande de boucherie que fournissent les animaux de ces races, leur poids vif atteint 400 à 500 kilogrammes.

Le *bétail gris de l'Ukraine* est le bétail des steppes; c'est surtout un bétail de travail. La haute taille, la forte ossature, la vigueur et l'endurance des animaux de cette race les font rechercher comme bœufs de labours l'été, comme bœufs pour les charrois l'hiver. Engraissés ensuite on les mène jusqu'à Moscou ou Saint-Pétersbourg pour y être abattus.

Aujourd'hui dans les régions du sud-ouest de la Russie, les steppes, qui servaient de pâturage au bétail durant sept ou huit mois de l'année, ont été défrichées et transformées en terre de labour. La culture de la betterave à sucre s'est développée, assurant des résidus industriels pour la nourriture du bétail, et c'est dans cette région qu'ont été entrepris des croisements avec des Durham, des charolais, etc., et M. Yermoloff, ancien ministre de l'Agriculture russe, dans une communication à la Société nationale d'Agriculture (21 octobre 1896), signalait les bons résultats que donne le croisement de la race charolaise avec les races indigènes du midi de la Russie.

Si l'élevage du bétail bovin de boucherie domine dans les gouvernements méridionaux de la Russie, dans le nord, le nord-ouest et quelques gouvernements du centre on entretient surtout le bétail bovin en vue de la production laitière, et depuis quelques années le développement de l'industrie laitière dans ces régions a beaucoup contribué à l'amélioration des races locales

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans le nord de la Russie, dans le district de Kholmogory du gouvernement d'Arkhangelsk, la *race bovine de Kholmogory*, très répandue, a des aptitudes telles que les vaches bien nourries donnent plus de 3000 litres de lait par an ; ce sont les vaches regardées comme les meilleures laitières de la Russie, se rapprochant des vaches de race hollandaise avec laquelle, du reste, eurent lieu des croisements.

Le *bétail de Yaroslaw* fournit des vaches donnant un lait moins abondant mais plus riche.

Dans les gouvernements des bords de la Baltique et dans le royaume de Pologne l'élevage est relativement plus soigné ; la culture fourragère y étant aussi particulièrement développée, on a pu y introduire nombre de races étrangères : hollandaise, suédoise, tachetée suisse, etc.

Ces dernières années enfin, on a importé en Russie, en vue de la production laitière beaucoup de bêtes bovines danoises, de bêtes dites de Fionie et cela grâce aux efforts des Danois. Le ministre de l'Agriculture du Danemark envoie, du reste, un de ses conseillers parcourir les provinces russes pour y activer la vente des bêtes reproductrices danoises (1).

Du reste, le Danemark a pris sa large part dans le développement de l'industrie laitière en Russie et en Sibérie, c'est au Danemark que les Russes se sont adressés pour diriger leur corps d'instructeurs laitiers devant aller enseigner dans les campagnes russes les meilleurs procédés de préparation et de conservation du beurre.

Ce sont les Danois encore qui apportèrent en Sibérie, les premiers rails de chemin de fer posés, leur matériel et leurs connaissances spéciales pour créer l'industrie laitière dans ce pays, devenu, depuis dix ans, un des principaux pays exportateurs de beurre du monde entier.

Développement récent de l'industrie laitière et de la production du beurre en Russie. — La production du lait pour la vente dans les villes a pris en Russie, comme ailleurs, une extension grandissante avec le développement des grands centres de population. L'approvisionnement de ceux-ci en lait se fait par des vacheries urbaines, des vacheries situées dans les banlieues immédiates des villes ; et, plus les moyens de transport se perfectionnent, plus étendu devient autour des villes, le rayon dans lequel on entretient des vaches laitières pour la vente directe du lait dans ces villes. C'est ainsi que le lait est aujourd'hui envoyé à Moscou de points éloignés de 300 kilomètres.

La fabrication du fromage a atteint un certain développement dans quelques

(1) La Russie importe également des reproducteurs bovins de nos superbes races françaises. Ainsi au concours général agricole de 1903, entre autres, 57 taureaux et vaches furent achetés à la galerie des Machines au compte du gouvernement russe.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

provinces du nord, du nord-ouest, du centre (façon fromage Hollande, Gruyère, Chester). Mais le paysan russe, le vrai Russe, ne connaît pas le fromage, ne le consomme pas. Il consomme au contraire beaucoup de lait, lait écrémé, lait cuit, crème aigre, beurre.

Partout en Russie, sauf dans les gouvernements méridionaux, on fabrique le beurre.

Dans la période précédant 1870, l'industrie du beurre en Russie était à peu près nulle en tant qu'industrie, on n'exportait que quelques milliers de kilogrammes de beurres fondus. En 1871 une école spéciale de laiterie est fondée à Twer. En 1885, des « beurreries mobiles » sont organisées, des spécialistes se transportent d'un lieu à l'autre pour faire connaître les procédés de fabrication des beurres.

Les beurreries se multiplient dans les gouvernements de Vologda, de Yaroslaw, de Novogorod, de Twer, de Kostroma, et l'exportation des beurres russes sur les marchés étrangers prend une certaine importance. Mais cette exportation ne prit véritablement une grande extension que lorsque l'industrie beurrière s'installa en Sibérie avec la construction du chemin de fer transsibérien qui relia ces immenses plaines du nord de l'Asie avec l'Europe occidentale.

Le gouvernement russe comprenant l'avenir pour la Sibérie et la Russie du « beurre d'exportation », favorise de toutes façons l' « industrie beurrière » ; ouverture d'un crédit, à un taux minime, à chaque établissement coopératif beurrier fondé soit par une commune, soit par une association de paysans ; mise en circulation de trains entiers spécialement adaptés pour maintenir le beurre pendant tout le trajet à une température fixe, etc., etc.

Bref, alors que l'exportation du beurre russe en 1898 n'était que de 10 283 000 kilogrammes de beurre valant 17 201 600 francs. En 1907, cette exportation a atteint 57 669 000 kilogrammes valant 123 335 000 francs.

Actuellement la Russie occupe sur le marché universel la deuxième place parmi les pays producteurs de beurre. Les principaux acheteurs sont l'Angleterre, l'Allemagne et le Danemark qui, ensemble, achètent jusqu'à 95 p. 100 de la production russe (en 1907 exportation du beurre russe vers l'Angleterre pour 22 400 milliers de roubles, vers l'Allemagne pour 21 325 milliers de roubles, vers le Danemark pour 10 513 milliers de roubles).

Le beurre, importé de Russie, occupe la troisième place sur le marché anglais, tandis qu'en Allemagne, en Danemark le produit russe tient la première place. C'est la Sibérie, du reste, qui produit la majeure partie du beurre d'exportation. Sa production augmente d'une façon ininterrompue (160 000 pouds en 1898, 1 609 980 en 1902 ; 3 413 640 en 1907).

Une grande partie de ce beurre est dirigée directement vers les ports de la Baltique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le progrès de l'industrie du beurre en Sibérie doit être attribué, en grande partie, au développement des beurreries coopératives. Ainsi, dans le district de Kourgane, il en existe actuellement 271, tandis qu'en 1906 leur nombre n'atteignait que 198, et en 1905, 118. Les avantages du système coopératif l'ont fait également adopter par les producteurs d'autres districts, ainsi le district de Biysk (province de Tomsk) compte actuellement 52 beurreries coopératives.

Une autre organisation semble également appelée à jouer un rôle important dans la production et l'exportation du beurre sibérien : c'est l'union des beurreries coopératives qui vient d'être fondée à Kourgane et dont le but est de supprimer les intermédiaires et de trouver de nouveaux débouchés sur le marché russe et à l'étranger.

Les prix des beurres russes sur les principaux marchés européens sont, toutefois, inférieurs à ceux du produit local ; assez sensiblement et, sur le marché de Londres, le grand marché du beurre, alors qu'en février 1906 par exemple, les beurres français étaient cotés 110 à 116 shillings et même jusqu'à 118 shillings les 100 livres anglaises, les beurres danois n'ont pas dépassé 115 shillings, les beurres russes 90 à 106 shillings.

En 1907, la valeur des 50 kilogrammes de beurre (première qualité) russe sur le marché de Londres n'a été que de 92 shillings (1).

Moutons. — L'effectif du troupeau de la Russie d'Europe s'élevait, année 1905, à 65 473 500 têtes (non compris la Pologne) ; malgré la diminution du nombre des moutons en Russie comme dans tous les pays d'Europe, ce pays néanmoins, au point de vue de l'élevage des bêtes à laine, occupe une des premières places du monde entier, après l'Australie et la République Argentine.

Toutefois jusqu'à présent, cette branche de l'élevage russe n'a donné lieu qu'à un commerce d'exportation très faible ; la Russie exporte seulement quelques milliers de moutons et ses importations de laine dépassent sensiblement les exportations de la même matière.

L'élevage des moutons, en Russie d'Europe tout au moins, s'est beaucoup modifié à la fin du XIXe siècle ; alors que la culture semi-pastorale dominait encore dans la Russie méridionale, des colonies allemandes notamment introduisirent dans ces vastes territoires les moutons mérinos à laine fine, type Negretti.

Depuis une quarantaine d'années la race Negretti a été abandonnée et le type Rambouillet l'a remplacée. De grands propriétaires avaient alors des troupeaux de 100 à 200 000 moutons :

Mais devant les progrès de l'agriculture, la hausse du prix des terres, une partie des éleveurs s'est transportée dans les steppes du sud-est, les terres des

(1) « Bulletin de l'office des renseignements agricoles », octobre 1908.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cosaques du Terek, de Kouban, etc. D'autres éleveurs ont fait un élevage plus intensif du mouton à viande en introduisant des bêtes de race anglaise.

Toutefois, on estime encore à quinze millions environ le nombre de mérinos russes produisant annuellement plus de 50000 tonnes de laine de mérinos.

Le mouton russe d'origine est à laine commune ; mais certaines races locales jouissent d'une grande renommée pour leurs peaux, telle la race Karakoul.

Élevage du Porc. — L'élevage du porc est infiniment moins répandu en Russie qu'on ne pourrait l'attendre des conditions du pays qui sont favorables à cet élevage : bon marché de grains, grande abondance de petits grains de qualité inférieure ne pouvant supporter les frais de transport sur les marchés, etc.

Ce sont les gouvernements du sud-ouest et les gouvernements des steppes du sud ainsi que ceux de l'ouest qui tiennent le premier rang parmi les contrées russes quant au nombre de porcs élevés.

La Russie n'aurait, somme toute, que 12 à 13 millions de porcs, chiffre très faible, de beaucoup inférieur à celui de l'Allemagne (18 millions de porcs), bien qu'ayant un territoire dix fois supérieur à ce dernier pays.

En outre, jusqu'à ce jour on s'est relativement peu occupé de l'amélioration de la race porcine russe, non seulement chez le paysan, mais aussi dans les domaines de grands propriétaires.

Élevage du Cheval. — La Russie d'Europe (non compris la Pologne) aurait un effectif de 29605200 têtes de chevaux, et viendrait ainsi de beaucoup en tête de tous les pays du monde pour le nombre de chevaux.

L'est de la Russie d'Europe, notamment les gouvernements de Samara, d'Orenbourg, d'Astrakan, de la province de l'Oural sont les régions les plus riches en chevaux de la Russie. Dans certains cantons de ces régions il y a un cheval par habitant.

Le plus grand nombre de ces chevaux en Russie appartient à la population rurale qui, dans certaines régions, possède 90 p. 100 des chevaux.

Le cheval de paysan, dit le prince S. Ourousoff, cette bête nourricière du peuple russe, dont la race couvre l'immense étendue de l'Empire, est certes de qualités très diverses ; ses qualités, en effet, dépendent des conditions de la contrée où il naît et des mœurs du peuple qui l'emploie.

Au nord, dans l'est et en Podolie, le cheval de paysan est de taille plus petite ; il a à partir de $1^{m},33$. Dans le centre, près de Moscou, de Yaroslaw, de Tomboff, de Voronège, le cheval est un peu plus haut de taille et de forme plus massive ; mais partout, dans toute la Russie, le cheval de paysan est frugal, endurant, ardent au travail et souvent, par sa bonne appropriation aux conditions de la vie russe, c'est la meilleure bête qui convienne aux méthodes extensives de culture en usage chez le paysan russe.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Parmi les chevaux de travail de petite taille, la race Finka chez les Finlandais est la plus remarquable.

Parmi les chevaux de cavalerie les plus recherchés, le prince Ourousoff signale ceux de la race perfectionnée des steppes du Don, améliorée par le mélange de sang oriental et de sang anglais. (Sur le Don on compte jusqu'à 130 haras comprenant 22 000 juments.)

Sur la rive droite du cours inférieur du Volga, le cheval Kalmouk donne



Fig. 6. — Cheval de paysan.

aussi un bon cheval de cavalerie, comme dans les steppes du versant nord des montagnes du Caucase le cheval de la Kabarda, d'origine orientale.

Enfin parmi les races de luxe, jouissant d'une grande et légitime réputation, il faut citer la race dite des trotteurs d'Orloff, « une des richesses de la nation » et le cheval de selle russe Orloff-Rostoptchine, croisement anglo-arabe.

Dans six haras de l'État on élève en Russie des chevaux, étalons et juments, soit de pur sang anglais, soit de pur sang arabe, soit encore des demi-sang.

Aviculture.

L'élevage des volailles. — L'élevage de la volaille est répandu partout en Russie, sauf peut-être sur les bords de la mer Blanche et de l'Océan glacial. On

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

élève surtout des poules. Celles-ci, dans la grande majorité des fermes, sont de race quelconque, mais devant l'extension prise par les débouchés de la basse-cour en Russie, de grands efforts sont faits pour améliorer les races locales et nos éleveurs français doivent savoir en profiter.

D'une communication toute récente de M. de Gontcharoff, président de la Société d'aviculture rurale en Russie, il résulterait que les races françaises de poules, race de Houdan, race de Faverolles, race de Bresse, *race du Mans* surtout, sont appelées à rendre les plus grands services aux éleveurs de volailles en Russie. Ces éleveurs, du reste, les apprécient déjà beaucoup.

Malgré les types remarquables des races indigènes d'oies, les oies de Toulouse prennent aussi en Russie une grande extension (oie de Toulouse à plumage gris et à bavette).

Les races russes de canards n'existent pour ainsi dire pas, le canard russe est un vulgaire palmipède. Les Russes comptent sur nos canards de Rouen pour les améliorer.

Les aviculteurs russes souhaitent enfin l'extension des dindes de Sologne en leur pays.

Mais, jusqu'à présent, par suite des difficultés et du coût très élevé du transport par terre, les éleveurs russes s'adressent peu à des aviculteurs français pour l'achat de leurs reproducteurs de choix; même les Houdan, Faverolles, oies de Toulouse, ils les font venir d'Angleterre.

L'exportation des œufs forme maintenant une des branches les plus importantes du commerce extérieur des produits agricoles de la Russie. L'exportation des œufs russes en 1905 s'est, en effet, élevée à la somme de 60 287 000 roubles, 160 363 410 francs.

C'est, du reste, la Russie qui, pour la France, est aujourd'hui le pays grand approvisionneur d'œufs. Nous avons importé de Russie en 1907, pour 10 440 000 francs d'œufs.

Pêche et Pisciculture. — En Russie, la pêche est une branche importante de l'industrie nationale; outre un demi-million de pêcheurs, plusieurs millions de paysans s'y livrent pendant les loisirs que leur laissent les travaux des champs. La pêche procure une nourriture animale saine et peu coûteuse à toute la population de l'Empire.

L'industrie des pêcheries russes a principalement en vue le poisson d'eau douce, le poisson des eaux du pays et le poisson de passage. Il est pêché en bien moindre quantité du poisson de mer.

La partie sud-est de l'Empire fournit la plus grande partie du poisson pêché en Russie; dans la région de la mer Caspienne et des fleuves qui se jettent dans cette mer la pêche donne 625 000 tonnes de poissons. Puis vient la partie nord-ouest avec l'énorme quantité de lacs qu'elle contient et les mers de Mar-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mara, Blanche et Baltique où la pêche donne environ 420 000 tonnes de poissons, dont près de 40 000 tonnes de poissons de mer. La partie sud-ouest, avec la mer Noire et la mer d'Azof, donne approximativement 200 000 tonnes, dont 30 000 tonnes seulement de poissons de mer. Enfin, arrive la partie nord-est avec la rivière de Petchora, dans laquelle on pêche à peu de chose près 70 000 tonnes de poissons de rivière et de poissons de passage.

De plus en plus les procédés de pêche se perfectionnent et la pêche devient une véritable industrie entre les mains d'entrepreneurs.

Pour assurer le repeuplement en poissons de beaucoup de rivières et fleuves russes, divers établissements de pisciculture officiels et privés ont été installés, ces dernières années, en Russie.

Commerce extérieur de la Russie.

A prendre les chiffres publiés depuis 1802 et indiquant la valeur des importations et exportations totales de la Russie, on peut juger du développement économique considérable de cet immense pays au cours du XIXe siècle.

D'après M. B. Pokrovsky, voici les moyennes annuelles, en effet, des importations et exportations de la Russie (La Russie à la fin du XIXe siècle) :

Périodes.	Exportation.	Importation.	Totaux (en milliers de roubles).
1800-1824.	64 122	48 329	112 451
1825-1849.	112 123	100 051	212 174
1850-1874.	261 389	263 868	525 257
1875-1899.	596 117	495 872	1 091 989
1900 à 1905 (1). . . .	736 437	523 895	1 260 332

L'exportation, comme on le voit, a fait surtout des progrès considérables, progrès qui ont été particulièrement accentués depuis 1900 (1).

568 402	roubles en	1900
607 666	—	1901
708 398	—	1902
815 324	—	1903
806 581	—	1904
912 203	—	1905

Ce sont surtout les produits agricoles d'exportation qui nous intéressent ici; ce sont, du reste, ces produits agricoles qui forment la principale valeur des exportations russes.

(1) D'après les Annales du Commerce extérieur, année 1907 (11e et 12e fascicules).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Russie d'Europe (la Finlande non comprise.)

PRINCIPALES MARCHANDISES EXPORTÉES

Commerce spécial (valeur en millions de roubles.)

	1897.	1898.	1899.	1900.	1901.	1902.	1903.	1904.	1905.
Froment	190 537	181 925	94 308	98 052	113 297	153 422	206 565	241 070	266 801
Seigle	40 771	46 267	41 333	59 807	52 433	63 707	53 170	37 738	42 181
Orge	44 341	56 254	39 833	29 606	40 795	56 095	70 128	77 001	80 412
Maïs	8 447	20 970	12 685	6 632	13 955	36 952	17 997	11 851	4 394
Avoine	25 905	17 449	18 901	47 658	35 720	47 798	38 403	34 440	88 550
Lin	50 622	51 159	50 079	43 533	43 852	50 982	72 132	45 280	67 817
Graines de lin	29 921	15 830	12 507	19 997	7 281	9 294	8 092	5 696	8 644
Bois	54 249	57 010	53 022	57 758	56 556	54 571	64 392	72 013	75 394
Beurre	4 530	6 020	5 085	11 908	25 853	27 985	31 279	29 297	30 518
Œufs	25 336	30 849	28 260	30 748	34 792	38 050	50 522	53 698	60 287
Valeur totale de l'exportation	632 866	628 995	510 762	568 452	607 666	708 398	815 324	806 581	912 203

Ainsi la grosse valeur des exportations russes provient des produits de son agriculture : des céréales d'abord, du blé surtout, puis de l'orge et de l'avoine dont les exportations ont une tendance très accentuée à s'accroître, alors que les exportations de seigle depuis dix ans restent à peu près stationnaires.

Mais le bois, le beurre, les œufs surtout ont pris une importance très grande dans le commerce d'exportation de la Russie.

Enfin, pour terminer cette étude, voici, pris dans « les statistiques de la Direction générale des Douanes » deux tableaux résumant les importations et exportations de produits agricoles entre la France et la Russie de 1902 à 1907.

Ces tableaux suggèrent un certain nombre d'observations.

Tout d'abord le plus gros chiffre de nos importations russes provient des lins : lin teillé peigné et étoupes dont nous avons introduit en France, ces trois dernières années, pour 70 à 80 millions de francs : c'est, du reste, de Russie que nous viennent presque tous les lins importés dans le nord de la France. (Le prix moyen du kilogramme de lin russe importé a été de 0 fr. 90 en 1907 et 1906 ; 0,82 en 1905 ; 1 fr. 03 en 1904.)

Après le lin vient pour la valeur des importations russes en France le *bois* et il y a lieu de remarquer, en même temps que l'augmentation de la quantité de bois importé, l'augmentation de la valeur de ce bois, en 1907 682 248 tonnes pour une somme de 62 490 000 francs.

L'importation des céréales est très variable et comme quantité et comme

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Importations de Russie en France.

	QUANTITÉS (en quintaux).						VALEURS (en milliers de francs).					
	1907	1906	1905	1904	1903	1902	1907	1906	1905	1904	1903	1902
Céréales . . . { Froment. .	753 063	1 113 203	840 482	924 397	2 869 425	1 046 724	13 066	19 314	15 549	14 700	45 797	17 499
Céréales . . . { Autres . .	938 933	2 657 442	2 556 683				14 960	43 364	39 685			
Lins	793 802	805 654	782 140	413 744	1 031 105	705 873	75 109	76 642	70 061	44 236	110 758	65 119
Grains et fruits oléagineux.	127 613	147 434	89 394	113 718	154 205	170 654	3 582	4 388	2 156	2 325	3 487	5 096
Tourteaux de graines oléagineuses.	360 243	431 662	656 860	669 297	573 744	393 615	5 944	7 122	9 853	8 969	7 172	5 117
Laines en masse.	39 974	34 190	6 841	9 200	6 101	3 548	8 955	7 663	1 437	1 704	994	515
Bois (tonnes)	682 248	590 424	570 216	663 985	527 080	440 115	62 490	52 642	45 462	50 272	43 357	39 398
Œufs.	86 996	76 469	69 668	63 959	48 566	43 063	10 440	9 245	8 097	7 384	5 493	4 703

Exportations françaises en Russie.

	QUANTITÉS.						VALEURS.					
	1907	1906	1905	1904	1903	1902	1907	1906	1905	1904	1903	1902
Vins (hectolitres)	21 097	19 148	17 302	16 368	19 489	20 594	4 939	4 107	4 873	4 611	5 162	5 784
Eaux-de-vie, esprits et liqueurs.	6 189	6 557	5 753	5 131	4 870	5 006	861	949	771	669	695	758
Fruits de table (quintaux).	7 374	6 425	7 311	4 491	3 480	4 488	394	353	340	203	228	278

valeur, comme variétés même de ces céréales. C'est que ces importations dépendent des quantités récoltées des diverses céréales en France et en Russie, et dans ce dernier pays surtout les récoltes sont très variables.

En 1906 nous avons importé des céréales russes pour près de 65 millions de francs, alors qu'en 1904 nous en avions importé pour moins de quinze millions.

Voici du reste pour les deux dernières années 1905 et 1906 quelques chiffres des importations de céréales russes en France.

	1907	1906
	Quintaux.	
Blé	753 065	1 113 203
Avoine	412 059	2 209 500
Orge	23 017	147 780
Maïs	492 652	274 099

Ce qui est à noter spécialement dans les importations russes en France, est l'augmentation croissante des importations d'œufs. Cette importation a doublé comme quantité et plus que doublé comme valeur de 1902 à 1907. La qualité des œufs russes, reconnue sur le marché des halles de Paris, a amené une augmentation des prix de ces œufs dont le kilogramme a été payé en 1907, 1 fr. 60 en moyenne.

La Russie vient en tête et de beaucoup parmi les pays étrangers qui nous approvisionnent en œufs.

Quant à *nos exportations* en Russie, en s'en tenant, bien entendu, aux produits agricoles, elles sont, somme toute, faibles.

En tête vient *le vin* dont on ne voit, du reste, guère varier les exportations de 1902 à 1907 au taux de 20 milliers d'hectolitres. Les eaux-de-vie et liqueurs, au taux de 5 à 6 milliers d'hectolitres avec plutôt une légère tendance à l'augmentation.

Enfin les fruits de table, et ceci est tout à l'honneur de nos producteurs français, ont une tendance accentuée à s'imposer de plus en plus en Russie.

CONCLUSION

La Russie est un pays agricole par excellence. « De ses 130 millions d'habitants, les huit dixièmes, ou à peu près, représentent le chiffre de la population rurale et vivent principalement, sinon uniquement, de l'agriculture. »

Or cette agriculture, nous avons essayé de le montrer, malgré ses progrès récents, est encore bien loin d'avoir atteint le degré de production que la Russie est en droit d'espérer : les rendements obtenus en céréales sont parmi les plus faibles que l'on relève dans les différents pays du monde. Cela est dû,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sans aucun doute, aux conditions absolument défectueuses dans lesquelles se maintenait la propriété russe. Jusqu'à présent, la propriété collective communale, le mir russe, était un obstacle à tout progrès agricole ; le mir russe est

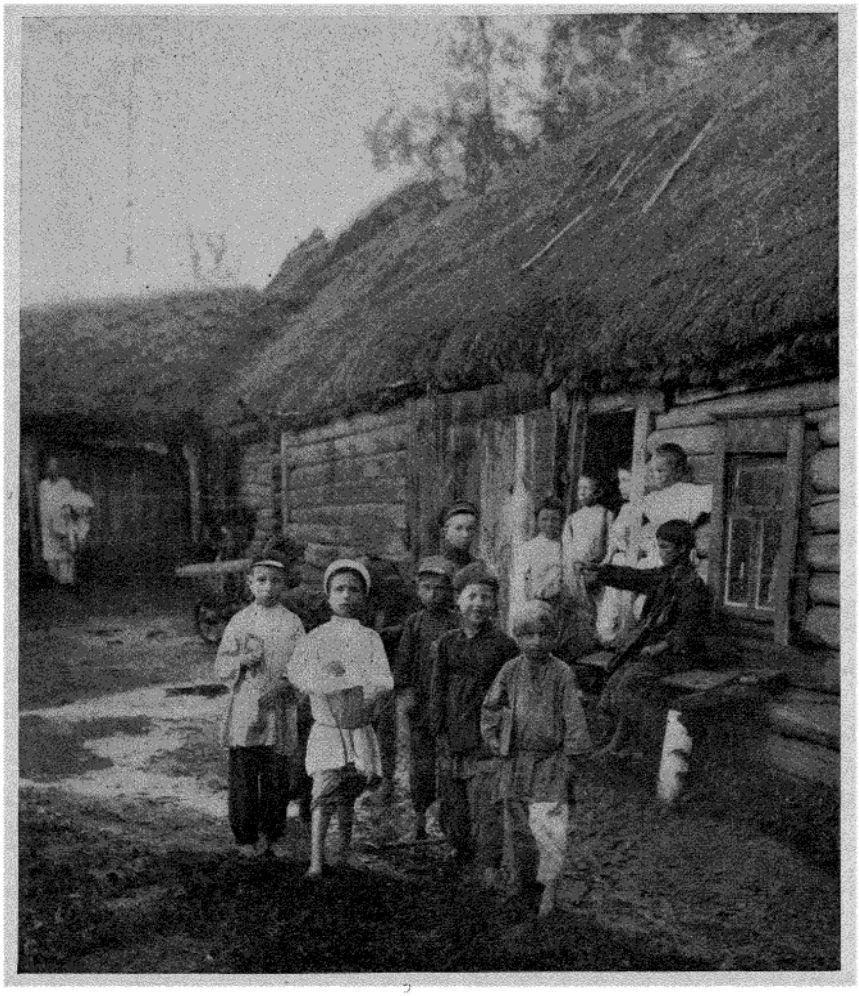


Fig. 7. — Une école à la campagne.

aujourd'hui condamné, la propriété communale et collective n'est plus maintenue artificiellement par une série de lois et de règlements, et ainsi pourra s'effectuer, en Russie, l'évolution naturelle de la propriété communale en propriété individuelle : l'agriculture et l'industrie pourront donc désormais se développer normalement en Russie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Parmi les mesures propres à accroître la prospérité économique de la Russie, il faut placer l'amélioration des voies de transport dans cet immense pays. A cet égard encore la Russie semble décidée à réaliser les progrès les plus importants.

Est-ce à dire que nous devons nous inquiéter, dans un avenir plus ou moins lointain, de l'essor agricole et industriel que prendrait la Russie, les produits russes devant faire alors une concurrence redoutable à nos produits agricoles et industriels français, nous ne le pensons pas. C'est que la richesse générale de la Russie augmentant, c'est à l'intérieur surtout de la Russie, que l'agriculture russe trouvera d'importants débouchés pour ses produits. Le paysan russe aujourd'hui se contente de pain noir, de pain de seigle, et vend son froment pour approvisionner l'étranger de pain blanc. Il économise sur la nourriture de son cheval et livre son avoine au marché. La Russie exporte de grandes quantités de son et de tourteau, en Allemagne notamment, et le paysan russe ne donne à sa vache laitière souvent que de la paille. « Notre exportation, écrivait M. Yermoloff, est en grande partie forcée, nous sommes trop pauvres pour pourvoir avant tout à nous-mêmes. Il est évident, ajoutait-il, que cet ordre de choses n'est pas normal. »

Nous sommes trop portés en France à juger la Russie, son agriculture, son industrie, sa situation politique même avec nos idées actuelles d'hommes de l'Occident du xxe siècle. Pour comprendre la Russie il faut interroger l'histoire, comme le remarque très justement le vicomte G. d'Avenel. « La Russie paie des erreurs séculaires. L'Amérique est un territoire où des citoyens majeurs ont constitué « l'État » de toutes pièces ; la France est un pays où les habitants et l'État ont grandi ensemble, se sont formés et développés en même temps. Quand le paysan français était serf, l'individu qui portait le titre de « roi de France » était un seigneur un peu plus « arrivé » que les autres, mais guère plus possessionné que bien d'autres et pour longtemps encore en lutte avec eux. Avant que ce seigneur ne fût devenu « l'État », les paysans étaient devenus des vassaux *propriétaires* et, bien avant que ce seigneur disparût, par la Révolution de 1789, les Français, sans cesser d'être *politiquement* des sujets, étaient devenus *économiquement* des citoyens.

« En Russie, au contraire, nous voyons un *gouvernement* obligé de former un *peuple ;* parce que l'évolution politique s'est opérée bien avant l'évolution économique, — à la fin du xvie siècle, — et que la première, loin de servir la seconde, l'a, durant deux siècles et demi, volontairement paralysée. Il s'agit aujourd'hui de rattraper le temps perdu, tout le monde est tombé d'accord, mais cela ne peut pas se faire en six mois.

« Cependant la Russie va beaucoup plus vite dans la voie du progrès que n'allait la France par exemple au xviie siècle. Ce qui nous empêche de le voir,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

c'est le contraste de notre civilisation avec sa barbarie attardée. Vu de l'Occident, le Russe semble indolent et apathique, vu de l'Orient il semble énergique et laborieux. Le moujik que l'on presse aujourd'hui d'avancer peut doubler les étapes, il ne peut pas les quadrupler, et la civilisation, qu'il doit absorber à haute dose, lui donnera quelques indigestions peut-être, parce que le progrès crée des difficultés avant de les aplanir. La Russie *que l'on voit* à travers la fumée des bombes semble quelque peu malsaine ; la Russie *que l'on ne voit pas* sent monter la sève sous son manteau de neige, elle se meuble d'hommes et se met en quête des trésors qui sommeillent dans son sein. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

AGRICULTURE

La cyanamide. — La fabrication française. — Son role agricole. — Communication par **M. Ch. Pluvinage**, Ingénieur de la Société Française des produits azotés (1).

On a cherché pendant longtemps des réactions permettant de préparer au moyen de l'azote de l'air les composés les plus simples, dans lesquels entre cet élément. Mais les affinités de l'azote sont, en général, peu énergiques et on rencontra de grandes difficultés dans sa fixation ; cette dernière fut essayée de diverses manières que nous pouvons diviser en trois groupes :

Combinaison de l'azote avec l'hydrogène. — L'étincelle d'induction donne de l'ammoniaque en passant dans un mélange d'azote et d'hydrogène. L'ammoniaque est encore obtenue dans certaines combustions, faites en présence d'azote, mais aucun procédé pratique n'est encore proposé à l'heure actuelle de ce côté.

Combinaison de l'azote avec l'oxygène. — Priestley en 1785 avait déjà trouvé que l'oxygène et l'azote de l'air réagissent l'un sur l'autre sous l'influence des étincelles électriques, pour donner les composés oxygénés de l'azote. Kämmerer, Berthelot et d'autres étudièrent la production des composés oxygénés de l'azote dans les combustions vives et lentes, et l'on vit aussi que la combinaison de l'azote et de l'oxygène peut s'effectuer en présence d'autres éléments secondaires, chlore, carbone ou soufre, etc.

La fixation de l'azote par oxydation et transformation en acide nitreux et nitrique au moyen de l'énergie électrique entra ces dernières années dans la pratique. Elle donna d'abord de mauvais résultats techniques à Bradley et Levejoy au Niagara, mais elle fut rendue industrielle par la magnifique découverte de Birkeland et Eyde, appliquée, comme vous le savez, en Norvège à Nottoden et Svoelfös Nottoden, pour la fabrication de l'acide nitrique et du nitrate de chaux.

Combinaison de l'azote avec les métalloïdes et les métaux. — L'azote se combine au titane, au silicium, au bore, à haute température. Il forme de même des azotures avec le magnésium, le calcium et d'autres métaux.

(1) Communication faite en séance le 11 décembre 1908.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Maquenne a obtenu des combinaisons de l'azote avec les métaux alcalino-terreux : baryum et strontium. La méthode exposée par Fownes et Young au siècle dernier, et expérimentée par Bunsen et Playfair, montra qu'en faisant passer de l'azote sur du charbon et des alcalis ou des terres alcalines on obtenait le composé carboné cyané, qui lui-même par traitement ultérieur pouvait fournir de l'ammoniaque. Ce procédé malgré les nombreux perfectionnements que Margueritte et de Sourdeval et plus tard Ludwig Mond apportèrent aux détails techniques, n'a pas donné de résultats pratiques par suite des difficultés rencontrées pour l'obtention de la température convenable et pour la constitution des matériaux des fours.

En 1895, Frank et Caro abordèrent l'étude de la fabrication des cyanures. Ils constatèrent que le carbure de baryum absorbait l'azote avec avidité à 700-800°, pour former le cyanure de baryum et la cyanamide de baryum. De même qu'ils avaient trouvé la réaction $BaC^2 + 2Az^2 = BaCAz^2 + C$ pour le baryum, ils virent que le carbure de calcium donnait de la cyanamide quand il était exposé à un courant d'azote à température élevée : $CaC^2 + 2Az^2 = CAz^2Ca + C$.

Après des essais de laboratoire, la Cyanid Gesellschaft de Berlin commença l'étude industrielle qui donna les meilleurs résultats. Bientôt des Sociétés étaient créées dans tous les pays en vue de l'exploitation du brevet.

Polzenius, en vue de diminuer la température de fixation de l'azote, ajouta 10 p. 100 de chlorure de calcium au carbure. D'autres perfectionnements furent également apportés ces dernières années : on ajoute par exemple au carbure de calcium une faible fraction de sa masse de spath; un autre brevet prévoit l'emploi du carbonate de soude, etc.

INDUSTRIE DE LA CYANAMIDE EN FRANCE

Dans la jolie vallée de la Tarentaise, entre Albertville et Moutiers, à 7 kilomètres de cette dernière ville, est le village de Notre-Dame de Briançon. C'est dans cette commune composée de nombreux hameaux étagés sur les flancs des montagnes, de chaque côté de la vallée, que se trouve la première usine de cyanamide installée par la Société Française des Produits Azotés. Construite sur le bord de l'Isère, la nouvelle usine est placée près de celle des Carbures Métalliques. Nous verrons plus loin que c'est là un grand avantage.

Principe de la fabrication. — On sait que la cyanamide est obtenue en faisant réagir l'azote sur du carbure de calcium. Il faut donc pour produire de la cyanamide :

1° La force nécessaire à la marche des divers appareils et machines;

2° Du carbure de calcium;

3° De l'azote.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Production de la force. — La force nécessaire à l'usine de la Société Française des Produits Azotés est fournie par l'usine des Carbures Métalliques, qui dispose d'une énergie totale de 13,000 chevaux.

Cette force est prise pour 3,000 chevaux au torrent de l'Eau rousse et pour 10,000 chevaux à la Radja sur le torrent de Saint-Jean de Belleville.

Eau rousse. — Le torrent de l'Eau rousse prend naissance aux petits glaciers de la Madeleine, en amont du village de Celliers à une altitude de 2,500 mètres environ. La captation de ce torrent a été exécutée à une altitude de 230 mètres au-dessus des terrains de l'usine. La canalisation d'une longueur de 1,382 mètres et d'un diamètre de 80 centimètres présente sur un kilomètre une pente de 5 p. 100, puis accrochée au flanc de la montagne descend vers l'usine.

7 turbines Duvillard sont branchées sur le collecteur; 5 d'entre elles de 650 chevaux chacune sont attelées sur des alternateurs; les 2 autres de 30 chevaux chacune actionnent directement deux petites dynamos excitatrices à courant continu. Les turbines à axe horizontal sont du type centrifuge. Les alternateurs couplés aux turbines sont du type Thury, diphasés et doubles.

Torrent de Belleville. — C'est à 3,000 mètres d'altitude que se trouvent les sources de ce torrent, formé d'ailleurs de deux ruisseaux, le Merdarel et le Mont-Brun : le premier descend des glaciers du Peclet, le second des Encombres. La prise d'eau est au couchant du Merdarel et du Mont-Brun. Un tunnel de 4,500 mètres de longueur, de 4 mètres carrés de section et de 2 millimètres par mètre de pente, conduit l'eau à une chambre de mise en charge d'où part un tuyau de ciment armé de $1^{m},60$ de diamètre et de 900 mètres de longueur; ce tuyau suit le flanc de la montagne pour aboutir à une tour d'eau. De là, quatre conduites métalliques de $0^{m},70$ de diamètre pouvant débiter chacune 1 mètre cube, amènent l'eau à la salle des machines qui se trouve dans la vallée. La station possède 5 turbines fonctionnant sous 362 mètres de chute :

2 turbines de 2,200 HP. à 180 tours, actionnant 2 alternateurs Oerlikon.

1 turbine de 2,200 HP. à 315 tours, actionnant 1 alternateur Oerlikon.

2 turbines de 150 HP. à 700 tours actionnant 2 excitatrices.

Le local de distribution a été prévu pour le montage de 7 groupes de génératrices de 2,200 HP. et 3 groupes d'excitatrices de 150 HP.

Le courant triphasé à 15,000 volts et 42 périodes est amené par une ligne de 11 kilomètres à l'usine de Notre-Dame de Briançon. Là, le courant est transformé, une partie va aux usines à carbure de calcium (fig. 1), une autre est envoyée à la Société Française des Produits Azotés.

Réceptrices de l'usine. — Quatre transformateurs monophasés donnent le courant à 150 volts, trois transformateurs sont couplés en triphasés et un est en réserve; le tout est refroidi an moyen de l'air forcé par un ventilateur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

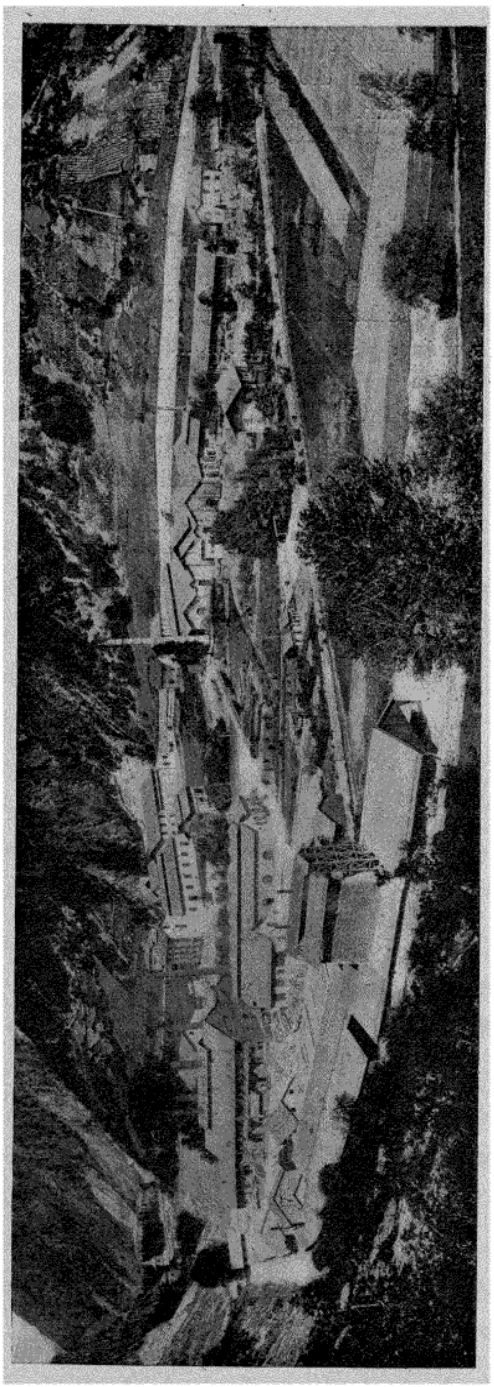


Fig. 1. — Vue générale des usines de Notre-Dame de Briançon.

L'installation est munie d'un disjoncteur automatique en cas de surcharge des transformateurs au delà de 15 ampères primaires. Le courant est ainsi distribué dans l'usine aux moteurs actionnant chaque appareil.

Préparation du carbure. — L'usine des carbures métalliques (brevets Bullier) livre le carbure titrant 300 litres à 15 degrés et 760 millimètres) mesuré sur l'eau, ce qui correspond à CaC^2 = 80,57 p. 100. Le carbure cassé en morceaux de 20 à 40 kilos est amené par wagonnets à l'usine des produits azotés.

Un monte-charge élève les wagonnets à l'étage supérieur de l'atelier de préparation du carbure. Concassé dans un casse-pierres à mâchoires, le produit est envoyé par un distributeur dans un moulin à boulets de 2 mètres de diamètre pour passer dans un tube finisseur, garni de silex. Le carbure, réuni dans une trémie, est chargé directement dans les fours.

L'atelier de préparation est actionné par moteur Bréguet de 50 chevaux.

Préparation de l'azote. — Elle se fait dans un atelier spécial au moyen des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

appareils du professeur von Linde (fig. 2 et 3), construits par la Linde's Eismaschinen Gesellschaft de Münich.

La fabrication de l'azote pur au moyen des appareils Linde est basée sur les principes suivants :

Dans un premier récipient, que nous dénommerons « récipient à azote », on fait bouillir de l'air liquide tout en y envoyant continuellement de l'air liquéfié en quantité supérieure à celle du liquide évaporé.

Par un trop-plein, le récipient à azote communique avec un second réservoir, le « récipient à oxygène ». On fait également bouillir le liquide dans ce récipient.

Tout le monde sait que le point d'ébullition absolu de l'azote est supérieur à celui de l'oxygène ; il est donc évident que le liquide du récipient à oxygène est toujours plus riche en oxygène que celui du récipient à azote, puisqu'il n'arrive dans le premier qu'après avoir été déjà soumis à une distillation partielle.

Les vapeurs émises par le liquide du récipient à oxygène sont dirigées directement dans l'air extérieur, après avoir toutefois abandonné leurs frigories dans un appareil à contre-courants. Les vapeurs émises par le liquide du récipient à azote se rendent dans une colonne rectificatrice à plateaux. Dans la partie médiane de la colonne on envoie continuellement de l'air liquide à 21 p. 100 d'oxygène, dans la partie supérieure, de l'azote liquide à 100 p. 100 d'azote. Les liquides, qui ne s'évaporent pas dans la colonne, retombent continuellement dans le récipient à azote. Les mélanges liquides d'azote et d'oxygène présentent cette propriété qu'ils émettent des vapeurs plus riches en azote qu'eux-mêmes. Ainsi l'air liquide à 21 p. 100 d'oxygène émet d'abord des vapeurs à 7 p. 100 d'oxygène.

Quel que soit donc le titre des vapeurs émises par le liquide du récipient à azote, la pluie d'air liquide qu'elles reçoivent ramène leur titre, dès le milieu de la colonne, à 7 p. 100 d'oxygène. Dans la partie supérieure de la colonne, ce titre est ramené à 0 p. 100 d'oxygène par l'arrivée d'azote liquide pur.

Or l'ébullition des liquides des récipients à azote et à oxygène est provoquée par l'adduction dans un serpentin intérieur à chaque réservoir (et dont les arrivées et les sorties sont communes en dessus et en dessous de chaque réservoir) d'air comprimé à trois ou quatre atmosphères et ramené à une température voisine de celle de l'air liquide par l'appareil à contre-courants. En raison de sa pression, cet air se liquéfie et est alors envoyé dans le milieu de la colonne.

Quant à l'azote gazeux pur sortant de la colonne rectificatrice, il traverse aussi l'appareil à contre-courants, y cède ses frigories et est dirigé partiellement sur le lieu d'utilisation. Le reste est repris par un compresseur et comprimé à 150 kilogrammes. Ce gaz comprimé traverse comme l'air l'appareil à contre-cou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rants, vient favoriser, dans un serpentin, l'ébullition du liquide dans le récipient à azote, s'y liquéfie et est dirigé au sommet de la colonne rectificatrice.

Au début c'est évidemment de l'azote à 7 p. 100 d'oxygène qui sort du sommet de la colonne, mais ce mélange liquéfié n'émet plus des vapeurs aussi riches et en quelques minutes, par le simple jeu de la liquéfaction de vapeurs de plus en plus pauvres en oxygène, on obtient de l'azote pur.

Les pertes en frigories sont encore compensées par le jeu d'une machine à ammoniaque qui refroidit à 20° les gaz comprimés que l'on dirige dans l'appareil.

On voit donc que, partant d'une quantité déterminée d'air liquide, on le

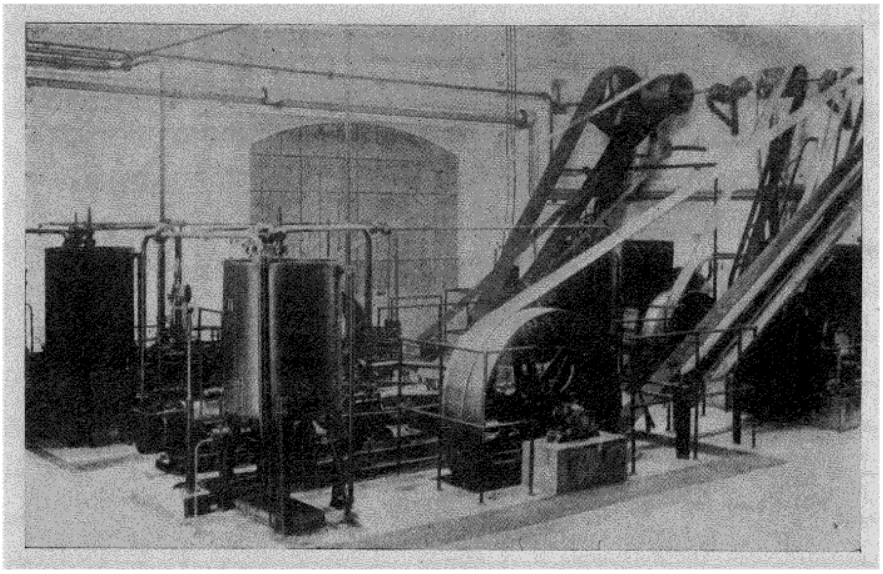


Fig. 2. — Compresseurs des machines à air liquide.

renouvelle en l'accroissant constamment grâce à l'excès de frigories fourni, soit par la machine à ammoniaque, soit par la détente continue de l'air à trois ou quatre atmosphères et de l'azote à 150 kilogrammes.

Pour produire la quantité initiale d'air liquide on se sert uniquement de la détente continue d'air comprimé à 200 kilogrammes par deux puissants compresseurs (fig. 2). L'excès d'air liquide produit ou plutôt l'excès de mélange d'azote et d'oxygène liquide, riche en oxygène, est dirigé dans un récipient entourant les deux autres : on assure ainsi une marche de régime plus stable et on constitue une réserve, permettant de refroidir plus rapidement un appareil de rechange une fois l'appareil en service obstrué. En effet, les appareils sont constitués en majeure partie par des faisceaux tubulaires ou des serpentins. Malgré les agents qu'on emploie dans ce but, on ne peut parvenir à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

éliminer d'une façon absolue l'humidité et l'acide carbonique de l'air. Ces produits, aux températures excessivement basses où l'on opère, se déposent sous forme solide dans la tuyauterie de l'appareil et l'obstruent. Il faut alors réchauffer tout le système et le purger excessivement soigneusement. Pour une installation qui travaille de façon continue il faut donc disposer de deux appareils. On profite de la différence du point de fusion de l'eau et de l'acide carbonique pour faire déposer la majeure partie de l'humidité de l'air dans un appareil à contre-courants séparé de l'ensemble où s'effectue la distillation. Dans ce réfrigérant la température n'est par beaucoup inférieure à 20 degrés. On dispose de deux réfrigérants que l'on peut intervertir sans interrompre la fabrication. Dès que l'un d'eux présente des signes d'obstruction on le remplace par l'autre et on réchauffe pour purger le premier.

La purification de l'air employé à la fabrication de l'azote s'effectue au moyen d'une lessive de soude pour éliminer l'acide carbonique. Puis le gaz comprimé est dirigé sur du chlorure de calcium qui retient la majeure partie de l'humidité.

Les compresseurs du type Burckhardt, à circulation extérieure d'eau, sont à haute pression à trois étages : premier à 5 kilogrammes ; deuxième 30 à 35 kilogrammes ; troisième 120 à 200 kilogrammes. L'alternateur les commandant est de 150 HP.

On effectue le contrôle des gaz dans des appareils spéciaux en absorbant l'oxygène au moyen de cuivre, et de carbonate d'ammoniaque et d'ammoniaque.

Préparation de la cyanamide. — Le carbure placé dans des fours cylindriques est soumis à une haute température en présence d'un courant d'azote. L'opération dure 18 à 36 heures : la fin est indiquée par la température qui passe par un maximum.

Le four, enlevé par une grue roulante, est ensuite refroidi. L'atelier des fours comprend 30 unités, contenant chacune 300 kilogrammes de carbure. La production moyenne est de 10 tonnes par jour, soit plus de 3,000 tonnes par an. Les installations bâtiments et machines, sont prévues pour une production double de la quantité précédente.

Broyage et exploitation de la cyanamide. — La cyanamide qui sort des fours est en pains compacts. Le broyage s'effectue dans un concasseur à mâchoires. Un moulin à boulets horizontal avec bluterie indépendante termine la préparation de la cyanamide ; réduite en poudre, cette dernière est prise par une chaîne à godets pour être distribuée dans deux vastes silos d'attente de 1,500 tonnes chacun. Deux chaînes Simplex, situées à la partie inférieure, conduisent la marchandise à l'atelier d'ensachage, où une trémie alimente un ensacheur peseur automatique. L'expédition se fait en sacs pas voie de fer.

Granulation. — Une amélioration des plus importantes a été introduite

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dernièrement dans la fabrication : c'est l'hydratation ou la granulation. La cyanamide poudre est mélangée à de l'eau en certaine proportion, et la pâte épaisse qui en résulte est mise dans un hydratateur formé de plateaux superposés sur lesquels se meuvent des râteaux. Par le mouvement continu les grains de cyanamide se durcissent et sortent au bas de l'appareil : c'est la cyanamide granulée.

Cyanamide huilée. — Un autre perfectionnement permet aussi de livrer la cyanamide poudre à la culture, sans que celle-ci puisse avoir à subir le moindre inconvénient de la pulvérulence trop grande. La cyanamide sortant des silos

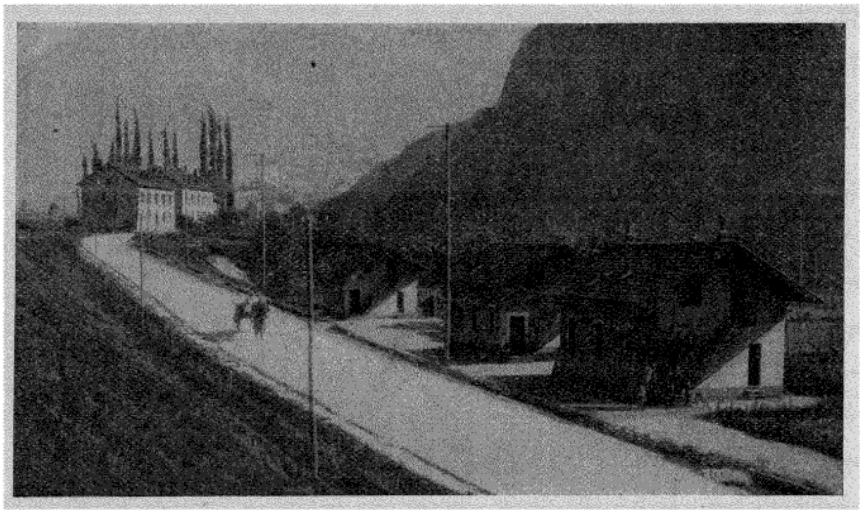


Fig. 3. — Les maisons ouvrières.

par les vis sans fin est arrosée légèrement d'huile de goudron. La poudre en résultant présente une pulvérulence très maniable en agriculture.

Accessoires d'usines et personnel. — Des salles de douche sont magnifiquement installées pour les besoins hygiéniques des ouvriers. Les maisons ouvrières sont également bien installées non loin de l'usine ; de coquets jardins les entourent et le site de la Tarentaise est des plus agréables.

La main-d'œuvre est composée de Savoyards et d'Italiens : ceux-ci, d'ailleurs nombreux dans la région du sud-est, sont attirés par le salaire supérieur à celui qu'ils pourraient trouver dans leur pays.

Force nécessaire. — D'après Frank on compte 2 tonnes de carbure par kilowatt-an et 2 tonnes de carbure se combinent à 500 kilos d'azote. Il faut donc compter 2 chevaux 2/3 pour 1 tonne d'azote et 3 chevaux en ajoutant la force nécessaire pour moudre, etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PROPRIÉTÉS ET RÔLE AGRICOLE DE LA CYANAMIDE

Actuellement le commerce livre 2 dosages pour la cyanamide ; le premier de 15 p. 100 d'azote (teneur analogue à celle du nitrate de soude).

Le deuxième de 20 p. 100 d'azote (teneur analogue à celle du sulfate d'ammoniaque).

La cyanamide à 20 p. 100 d'azote a la composition suivante :

Cyanamide 57 à 63 p. 100, soit 20-22 p. 100 d'azote ; chaux 20 p. 100 ; silice, oxydes de fer et alumine 7 à 8 p. 100 ; charbon 14 p. 100.

C'est le charbon libre qui donne la coloration à la poudre que vous voyez.

Les plantes absorbent leur nourriture azotée sous forme de nitrate ou sous forme de sels ammoniacaux. On peut donc prévoir la valeur d'un engrais azoté d'après la facilité avec laquelle il se transforme en ammoniaque, qui est absorbé directement ou indirectement après transformation en nitrate par les microbes du sol.

La cyanamide se décompose facilement en ammoniaque ; lorsqu'on chauffe une solution de cyanamide il se forme de l'ammoniaque et du carbonate de chaux.

$$Ca\,C^2 + 2\,Az^2 = C\,Az^2\,Ca + C.$$
$$CAz^2 + 3\,H^2O = CO^3\,Ca + 2\,Az\,H^3.$$

La réaction dans le sol est rapide ; elle est activée par l'acide carbonique et par les bactéries (Ashby) et des composés ammoniacaux sont bientôt le résultat de cette transformation.

Mais ces indications ne pouvaient suffire pour juger de l'emploi de la cyanamide comme engrais. Des essais directs sur la végétation étaient nécessaires.

Dès 1901, Gerlach et Wagner commencèrent des recherches qui montrèrent que la cyanamide avait la même action que le sulfate d'ammoniaque et le nitrate de soude.

Strohmer, Schulze, Hall, Popp en Allemagne, Grandeau en France, Anassagora d'Ercole, Perotti, etc., en Italie, firent des essais qui montrèrent que la cyanamide était un engrais azoté de premier ordre. Le travail français le plus complet sur la question a été fait par MM. Müntz et Nottin en 1906 : d'après ces auteurs qui conseillent d'employer de préférence la cyanamide lors des labours, cet engrais et le sulfate d'ammoniaque donnent sensiblement le même rendement.

Voici d'ailleurs le résumé de leurs travaux présentés le 16 novembre 1908 à l'Académie des sciences :

La nitrification de la cyanamide est rapide : pour la vérifier, MM. Müntz et Nottin ont incorporé à différents lots d'une terre franche de la cyanamide

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dosant 20,07 p. 100 d'azote et des engrais azotés usuels (sulfate d'ammoniaque, sang desséché, cuir torréfié). Les proportions ont été calculées de façon que la quantité d'azote donnée fut la même dans chaque cas (0g,25 par kilogramme de terre). Les auteurs ont déterminé les quantités d'azote nitrifié par kilogramme de terre.

	Cyanamide. gr.	Sulf. amm. gr.	Sang. gr.	Cuir. gr.
Au bout de 8 jours.	0,003	0,039	0,048	0,003
— 15 —	0,011	0,149	0,111	0,024
— 33 —	0,020	»	»	»
— 2 mois.	0,068	»	»	»
— 3 — 1/2. . .	0,204	0,247	0,154	0,037

Dans cette expérience, la quantité d'azote nitrifié au bout de 3 mois a été pour 100 d'azote introduit :

Sulfate d'ammoniaque	100
Cyanamide de calcium	88
Sang desséché.	66
Cuir torréfié.	26

Avec les quantités de cyanamide employées, qui sont dix à vingt fois supérieures à celles de la pratique agricole, les auteurs ont observé au début une action paralysante des organismes nitrifiants et même une légère dénitrification ; mais au bout de peu de temps, les organismes s'étant acclimatés à ce milieu, la nitrification s'est installée normalement. Les auteurs ont pu voir, dans une expérience spéciale, que ce retard était dû à la cyanamide elle-même, bien plus qu'à la chaux vive, toujours en excès dans le produit commercial.

Avec une fumure à la cyanamide correspondant à 40 kilogrammes d'azote par hectare, cet arrêt momentané ne s'est pas produit; comme le montrent les chiffres suivants:

	Azote nitrifié par kilogr. de terre. gr.
Au bout de 9 jours.	0,005
— 21 —	0,015
— 43 —	0,036

Dans les terres humifères, qui sont le siège d'une activité nitrifiante très grande, on peut introduire des quantités de cyanamide beaucoup plus grandes, sans qu'il y ait à aucun moment un arrêt ni un ralentissement dans la formation du nitre. On peut même enrichir considérablement le sol par des apports successifs de cyanamide, sans préjudice de son aptitude nitrifiante, puisque les auteurs ont pu, dans une période de 4 mois et demi, introduire progressivement dans une terre plus de 60 fois ce qu'on met d'engrais azoté pour la culture

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la plus intensive, sans que l'accroissement du nitre ait été entravé. Au bout de ce temps, la terre renfermait par tonne 812 grammes d'azote nitrifié, soit 4kg,200 d'azotage de chaux.

Les divers résultats obtenus par l'étude de la nitrification permettent donc d'affirmer que la cyanamide de calcium se classe parmi les engrais azotés les plus actifs, équivalant sensiblement au sulfate d'ammoniaque ;

Des essais culturaux ont été institués dans diverses régions pour vérifier les expériences de laboratoire. Voici quelques-uns des résultats :

I. Fretoy (Seine-et-Marne). — Terre très fertile. Blé de printemps. 40 kilogrammes d'azote donnés par hectare.

	Récolte par hectare.	
	Grain. kil.	Paille. kil.
Cyanamide	3 852	5 200
Sulfate d'ammoniaque	3 140	4 200
Sang desséché	3 548	4 800
Cuir torréfié	3 040	3 600
Témoin (sans engrais azotés)	2 964	3 840

II. Mours (Seine-et-Oise). — Terre fatiguée, sous-sol crayeux. Blé de printemps. 40 kilogrammes d'azote donnés par hectare.

	Récolte par hectare.	
	Grain. kil.	Paille. kil.
Cyanamide de calcium	1 640	5 040
Sulfate d'ammoniaque	1 640	4 840
Sang desséché	1 520	4 080
Cuir torréfié	1 480	3 600
Témoin	1 500	3 680

III. Mours (Seine-et-Oise). — Sables nummulitiques, sous-sol argileux. Blé de mars. 40 kilogrammes d'azote donnés par hectare.

	Récolte par hectare.	
	Grain. kil.	Paille. kil.
Cyanamide de calcium	2 620	5 880
Sulfate d'ammoniaque	2 400	5 800
Sang desséché	2 820	6 600
Cuir torréfié	2 420	5 440
Témoin	2 200	5 000

IV. Alvent (Dordogne). — Vignes. 47 kilogrammes d'azote donnés par hectare.

	Poids de raisin à l'hectare.	
	en terrain léger. kil.	en terrain argileux. kil.
Cyanamide de calcium	7 990	8 585
Sulfate d'ammoniaque	8 170	8 702
Témoin	6 830	7 232

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

V. Alvent (Dordogne). — Terrain argilo-siliceux. Prairies naturelles. 47 kilogrammes d'azote donnés par hectare.

	Poids de foin par hectare. kil.
Cyanamide de calcium.	3 690
Sulfate d'ammoniaque.	3 740
Témoin.	3 060

On voit que, dans ces essais culturaux, l'action de la cyanamide a été sensiblement équivalente à celle du sulfate d'ammoniaque.

Y a-t-il inconvénient à faire coïncider l'époque de l'épandage de cyanamide avec celle des semailles, c'est-à-dire y a-t-il une influence défavorable de cet engrais sur la levée des graines? Pour élucider cette question, MM. Müntz et Nottin ont pratiqué comparativement les semailles sur la terre ayant reçu la cyanamide depuis 15 jours et sur la terre l'ayant reçue le jour même. Voici les résultats observés à la récolte :

	Blé. Grain par hectare.		Avoine. Grain par hectare.		
	I kil.	II kil.	I kil.	II kil.	III kil.
Cyanamide donnée le jour des semailles.	3 852	1 760	3 760	2 600	3 180
Cyanamide donnée avant les semailles.	3 872	1 640	3 840	3 000	3 080

Il n'y a donc pas eu, sauf dans un cas, d'effet fâcheux de la cyanamide sur la levée des graines, lorsqu'on l'a donnée au sol en même temps que ces dernières. Cependant, il peut être conseillé, par mesure de prudence, de donner cet engrais un peu à l'avance, comme d'ailleurs on le fait généralement pour les engrais similaires.

La cyanamide peut-elle être donnée en couverture, c'est-à-dire sur les plantes en végétation? Les jeunes plantes sont assez sensibles au contact des substances ayant une certaine causticité et leur végétation peut s'en trouver contrariée ; il y avait donc lieu de chercher si l'application de la cyanamide au printemps exerçait une influence fâcheuse sur les plantes. Les auteurs ont répandu, à raison de 200 kilogrammes à l'hectare, aux mois de mars et d'avril sur le blé, l'avoine et la prairie naturelle. Lorsque le temps était pluvieux ou seulement humide il ne se produisait aucun fléchissement de la végétation. Mais par les temps secs, surtout lorsque le soleil était ardent, on observait quelquefois, sur les céréales, un jaunissement momentané, qui disparaissait au bout de peu de jours, et pour la prairie, une flétrissure légère de l'herbe, vite disparue également. Au bout de peu de temps, les plantes avaient repris toute leur vitalité et l'effet stimulant de l'engrais donné ne tardait pas à se manifester. Les rendements des récoltes n'ont pas été affectés de cette action de courte durée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cependant, ces observations portent MM. Müntz et Nottin à conseiller des précautions dans l'emploi de la cyanamide en couverture ; en particulier, de n'opérer que par des temps pluvieux.

« L'ensemble des observations montre que ce nouveau produit, dont l'azote est tiré de l'air, constitue un engrais très sensiblement analogue au sulfate d'ammoniaque. »

EMPLOI DE LA CYANAMIDE DANS LES DIFFÉRENTES CULTURES

En général, on obtient de meilleurs résultats par l'emploi de la cyanamide lors des labours. Il est bon aussi, d'après les agronomes qui se sont occupés de la question, d'appliquer la cyanamide quelques jours avant les semailles.

Lorsqu'on utilise l'engrais en couverture, on doit le faire au début du printemps ; les feuilles les plus rapprochées du sol sont comme roussies par son action ; mais ce n'est là qu'un effet passager, les plantes reprennent bientôt une nouvelle végétation, analogue à celle causée par les autres engrais.

Il sera bon de mélanger la cyanamide avec les scories ou les sels de potasse ; on fera ainsi un seul épandage lors de la préparation du sol.

Quand on emploiera les superphosphates on fera un semis séparé.

Il est préférable de se servir pour l'épandage du distributeur d'engrais, mais l'épandage à la main peut se faire surtout quand on emploie les mélanges avec les scories, les sels de potasse et le plâtre. Dans tous les cas il vaut mieux semer par temps calme.

Les doses de cyanamide à employer varient de 150 à 250 kilos à l'hectare quand on emploie le produit à 15 p. 100 d'azote, on réduira les doses de un quart par l'emploi de la cyanamide à 20 p. 100 d'azote.

La dose de 150-200 kilos convient pour les céréales, celle de 250 kilos est plutôt à conseiller pour les betteraves et les pommes de terre. Pour ces plantes on a constaté une augmentation de richesse et de poids qui est aussi intéressante que l'augmentation du rendement obtenu pour les céréales: blé, seigle, avoine ou orge.

Pour les autres cultures, maïs, tabac et vigne, on a déjà obtenu d'excellents rendements par l'emploi de la cyanamide.

Les chiffres précédents ne sont que des indications: le cultivateur qui connaît ses terres s'inspirera dans chaque cas particulier de sa longue expérience. On augmentera les doses si on le juge à propos, mais en suivant toujours la même méthode d'application.

Conclusions. — On voit par ce qui précède que nous pouvons produire en France un nouvel engrais azoté analogue au nitrate de Chili et au sulfate d'ammoniaque.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'extension de l'industrie de la cyanamide est sensible à l'étranger ; on compte actuellement treize usines ; ce sont : Notre-Dame de Briançon en France ; Martigny en Suisse ; Odda en Norvège ; Mühlthal, Trostberg, Westeregeln, Brühl, Knapsak en Allemagne ; Piano d'Orte, Terni, Saint-Marcel en Italie ; enfin, Sebenic (Dalmatie) et Fiume.

Il est évidemment à souhaiter que cette industrie se développe en France. L'emploi des engrais azotés en particulier, augmentant chaque jour, la nouvelle industrie pourra fournir l'augmentation de notre consommation ; le prix de vente est en effet avantageux. D'un autre côté, elle utilisera nos chutes d'eau, donnant un peu de prospérité à des régions autrefois déshéritées. Comme on le voit, l'agriculture française, comme l'industrie alpestre ne pourront en retirer que profits.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMMERCE

L'IMPÉRIALISME ÉCONOMIQUE EN GRANDE-BRETAGNE, par **M. Maurice Alfassa** (1).

Voici un tableau dressé par le Board of Trade.

MOYENNE HEBDOMADAIRE DES SALAIRES DANS QUINZE MÉTIERS QUALIFIÉS DIFFÉRENTS

		Royaume-Uni.	États-Unis.	Allemagne.	France
A. Nombre de renseignements.		470	141	184	248
		sh d	sh d	sh d	sh d
B. Moyennes hebdomadaires.	Capitales . . .	42 0	75 0	21 0	36 0
	Autres villes. .	36 0	69 4	22 6	22 10

D'autre part, le grand fabricant de produits chimiques, sir John Brunner, donne les renseignements suivants sur les salaires, et la durée du travail pour la production d'alcali dans le monde.

	Salaires p. 100 du salaire anglais.	Durée du travail.
Angleterre.	100	8 heures par jour.
Allemagne	78	12 —
France	77	12 —
Autriche.	56	12 —
Hongrie.	43	12 —

Comme parallèlement à l'infériorité du salaire dans les pays protectionnistes, le prix des denrées y est plus élevé qu'en Angleterre, puisqu'en Allemagne le blé vaut 129,62 p. 100; en France, 148,1 p. 100; en Italie, 162,9 p. 100 contre 100 en Angleterre; on voit que pour un salaire représentant les 78 p. 100 de celui d'un ouvrier anglais, l'ouvrier allemand paye le blé 29,62 p. 100 plus cher, et par suite, ses disponibilités comme consommateur d'autres articles sont bien inférieures. Il en résulte donc que pour une même population le marché intérieur est infiniment moins prospère en Allemagne qu'en Angleterre, et l'on peut inférer de ces chiffres, qu'avec la Préférence, c'est-à-dire avec le même régime, la situation des deux pays tendrait à s'équivaloir à ce point de vue, d'autant plus que si l'on compare la baisse des prix à vingt ans d'intervalle pour les périodes 1877-81 et 1897-1901, dans ces deux pays pour les denrées alimentaires, on voit qu'en prenant pour base leurs valeurs en 1897-1901, la baisse,

(1) Voir les *Bulletins* d'avril, mai, juin, juillet, octobre, novembre et décembre 1908 et janvier, février 1909.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui a atteint 40 p. 100 en pays libre-échangiste, n'est que de 12 p. 100 en pays protectionniste.

On voit, par toutes ces indications concordantes, que la répercussion de la Préférence coloniale serait très profonde et, sous quelque face que l'on examine la question, qu'elle serait très nuisible à la prospérité et au bien-être du Royaume-Uni.

4° *Nécessité d'un relèvement des salaires.*

Nous n'avons pas envisagé l'hypothèse d'un relèvement des salaires, parce que nous avons pensé qu'il était préférable d'examiner le problème dans toute sa généralité. Si certaines catégories de la population ayant à supporter des charges nouvelles du fait de la taxation des denrées alimentaires et des produits manufacturés, peuvent recevoir une compensation partielle théorique, il en est d'autres, les employés de commerce, d'administration, de l'État, des municipalités, dont le sort ne peut être amélioré par ce moyen. Leurs employeurs, en effet, ne bénéficiant en aucune façon de la Préférence — quelques-uns, bien au contraire — ne pourront songer à une augmentation des appointements et traitements de leur personnel; ils seraient plutôt conduits à licencier une partie des employés qu'ils occupent aujourd'hui parce que leurs entreprises seront atteintes par le régime fiscal nouveau.

D'un autre côté, en supposant que les ouvriers obtiennent un relèvement de salaires équivalent aux dépenses nouvelles qui leur incomberont, il n'y aura là que compensation théorique n'infirmant en rien nos conclusions.

En effet, si les employeurs accordent à leurs ouvriers l'augmentation de salaires que M. Chamberlain propose sans en indiquer la quotité, il est clair qu'ils ne prendront pas cette charge nouvelle sur leurs profits qu'ils estiment déjà à peine suffisants et que cette dépense incombera aux consommateurs sous forme d'un accroissement de plusieurs unités pour cent sur le prix de vente, augmenté aussi par ailleurs du fait de la taxation des denrées alimentaires.

Donc, précisant les termes, nous nous trouvons dans la situation suivante :

Avec la Préférence une part plus importante du salaire antérieur de l'ouvrier (par ce mot nous entendons le salaire actuel) étant nécessitée par le surcroît des charges d'ordre alimentaire, résultant de la taxation des céréales, viandes, etc., il ne dispose plus pour ses autres dépenses que d'une somme inférieure, alors que s'est produit un renchérissement général. Donc il y a dans le pays diminution de la puissance de consommation due et à la plus grande cherté des articles et à la moindre richesse générale.

Un relèvement de salaires, même important, qui atteindrait par exemple 10 à 12 p. 100, rétablirait pour le travailleur une situation analogue à la situation actuelle, en ce sens que, bien que disposant d'un revenu nominal supérieur, bien que disposant en valeur absolue de plus d'argent pour chacune de ses dépenses, il se trouverait dans le même état de bien-être relatif qu'aujourd'hui, puisque le prix des objets se trouverait majoré non seulement de l'impôt nouveau, mais de l'accroissement des salaires obtenu et qu'il pourrait tout au plus acquérir la même quantité d'objets qu'actuellement, ainsi que nous l'avons montré plus haut.

En résumé, pas plus les employeurs que leurs ouvriers ne profiteraient de l'introduction du Protectionnisme en Angleterre. Le bien-être actuel du travailleur, que l'on s'accorde à désirer plus considérable, constituerait tout au plus un minimum pour les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus favorisés. La Préférence signifierait pour eux abaissement du *standard of living*. Il en serait de même pour la masse des employés qui, eux, n'ont aucune perspective de relèvement de salaires. La grande majorité des industriels serait dans les mêmes conditions qui, par l'élévation du coût de production, par le relèvement, s'il se fait, des salaires des ouvriers, devraient majorer leur prix de vente, rétrécissant ainsi le cercle de la clientèle.

Sans doute, quelques intérêts particuliers trouveraient-ils avantage à la combinaison, par quelque groupement en trust ou cartel — rendu possible, précisément par la protection — qui donnant à quelques-uns la commande du marché, leur permettrait de régler les prix et la production à leur convenance et en un mot instaurerait ainsi un régime avant-coureur de celui des primes à l'exportation pesant si lourdement sur le consommateur.

VII. — LES EXPORTATIONS INVISIBLES

M. Chamberlain, aux époques où, abandonnant, dans sa croisade en faveur de la Préférence, les arguments d'ordre impérial qui exigent une politique fiscale nouvelle — arguments auxquels il revenait toujours avec un plaisir nouveau, — cherchait à justifier sa campagne, d'après la situation économique de la Grande-Bretagne, reprenait les arguments des économistes de l'École Mercantile, et s'appropriait dans ses grandes lignes leur fameuse théorie sur la Balance du commerce.

Il disait à ses auditeurs — et après lui le pamphlet de M. Vince qu'il a préfacé — ses inquiétudes patriotiques qu'éveillaient les signes précurseurs de déclin économique de la Grande-Bretagne, qu'éveillait surtout l'excès toujours croissant des importations sur les exportations.

De	68,7 (1)	millions	sterling	moyenne décennale	1854-1863
il passe à	106,5	—	—	—	1864-1873
puis à	140,8	—	—	—	1874-1883
à	166	—	—	—	1884-1893
et atteint	226,5	—	—	—	1894-1908

Pour lui comme pour M. Vince, il y a dans ce fait une cause d'affaiblissement suffisante pour motiver des droits à l'importation, puisque pour les *Tariff Reformers* le criterium de la situation d'un pays est fourni par ses exportations. Le commerce extérieur total n'a pour eux aucune signification ; « c'est une absurdité que d'ajouter les exportations, qui sont l'Avoir d'un peuple, aux importations qui sont son Doit », a même écrit M. Vince. Quant au commerce intérieur, ils en font abstraction purement et simplement pour des raisons auxquelles nous avons déjà fait allusion.

Sans vouloir nous attarder à reproduire les réfutations scientifiques qui ont été faites de cette étrange théorie, nous voulons simplement montrer maintenant que le bilan dressé par M. Chamberlain n'est pas exact en fait.

Si nous reprenons, pour l'année 1902, les chiffres qui sont acceptés par les partisans de l'ancien ministre des Colonies (2) nous constatons que le bilan s'établit ainsi (3) :

(1) Ces moyennes ont été établies sur les chiffres du Board of Trade dans le nouveau Livre Bleu paru en décembre : *Second Series of the Memoranda Statistical Tables and Charts, op. cit.* [cd 2337] 1906, XII. Imports and exports of manufactures, Appendix E, pp. 341-342.

(2) Cf. Imperial Reciprocity, *op. cit.*, p. 192.

(3) Nous empruntons les chiffres qui suivent aux *Accounts relating to trade and navigation, op. cit.*, december 1903 (26, XI), p. 1.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Année 1902.	Importations (*c i f*)	£ 528 391 000	ci	£ 528 381 000
	Exportations de produits britanniques (*f o b*)	283 424 000		
	Réexportations de marchandises importées antérieurement (*f o b*)	65 815 000		349 239 000
	Excès des importations (*c i f*) sur les exportations (*f o b*)			£ 179 152 000

Pour l'année 1903 (3). Voici les chiffres :

Année 1903.	Importations (*c i f*)	£ 542 906 000	ci	£ 542 906 000
	Exportations de produits britanniques (*f o b*)	290 890 000		
	Réexportations de marchandises importées antérieurement (*f o b*)	69 557 000		360 447 000
	Excès des importations (*c i f*) sur les exportations (*f o b*)			£ 182 459 000

On ne peut qu'être frappé en lisant ce tableau de voir déduire des valeurs *f o b* de valeurs *c i f*, c'est-à-dire, en somme, d'établir une comparaison entre des éléments qui ne sont pas de même nature. Tout le calcul et les conclusions qu'on en peut tirer sont viciés par leur origine. Le lecteur doit se rappeler en effet la signification des expressions *c i f* et *f o b* sur laquelle nous avons attiré son attention.

Le service des douanes, et c'est un procédé général, évalue différemment les importations et les exportations ; alors qu'il compte celles-ci *f o b* ou rendues au port d'embarquement à bord du navire qui doit les transporter, c'est-à-dire prix d'achat et transport au port (minime pour un pays comme l'Angleterre) et manipulations de chargement également faibles, il estime celles-là *c i f*, c'est-à-dire qu'à leur coût *f o b* au port d'embarquement étranger il ajoute le fret et l'assurance. Donc une partie de la valeur des importations des 528 millions sterling en 1902, des 543 millions en 1903, représente le fret et l'assurance des produits importés.

Or, comme la Grande-Bretagne effectue la plus grosse part du transport maritime mondial, puisque sa part dans le commerce maritime entre tous les pays est de 50 p. 100, qu'elle s'élève pour le commerce britannique à 64,9 p. 100 et pour le commerce intercolonial à 88 p. 100, atteignant à 99 p. 100 (1) pour certaines Colonies, il est clair que la partie de la valeur des importations relative au fret et assurance, correspondante à la proportion des transports effectués par la marine marchande du Royaume-Uni, constitue à proprement parler une exportation, exportation de services, exportation invisible si l'on veut puisqu'elle ne peut être enregistrée par le service des douanes, mais ayant une importance considérable et qu'il faut par suite l'ajouter aux exportations lorsque l'on dresse le bilan.

LES EXPORTATIONS INVISIBLES-TRANSPORTS

Comment calculer la valeur de ces exportations invisibles, il n'existe pas de statistiques officielles des profits réalisés par la marine de commerce britannique. Cependant il est possible, par des éléments certains, d'arriver à des évaluations suffisamment exactes de ces profits, puisque trois méthodes différentes fournissent les mêmes résultats.

Nous allons les exposer sommairement, car la question en vaut la peine.

(1) Cf. *Statistical Abstracts Memoranda and Charts, op. cit.* [cd 1763], 1903, XVII. Participation of foreign shipping in Colonial and coasting trade, . 187.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1° *L'Évaluation du Board of Trade.*

Le Board of Trade établit ainsi son calcul (1).

COMMERCE EXTÉRIEUR MONDIAL (MILLIONS DE £)

	Importations.	Exportations.	Excès des exportations sur les importations.
1891.	2 099	1 850	249
1896.	2 147	1 898	249
1901.	2 516	2 292	224

Si, pour un certain nombre d'années différentes et pour le monde entier, l'on considère les importations et les exportations globales, on a une idée d'ensemble du commerce universel, qui se rapproche beaucoup, certainement, de la vérité. C'est ainsi que l'on constate pour trois années de la dernière période décennale 1896-1901 que la valeur d'ensemble des importations dépasse notablement celle des exportations.

Or, si l'on veut bien remarquer que, pour l'ensemble des transactions, il n'y a pas eu de modification dans la nature des marchandises en cours de transport, et que, par suite, il s'agit des mêmes marchandises (en nature, qualité et quantité), la différence que l'on note dans la valeur des importations et des exportations provient du fait qu'il y a deux évaluations des mêmes marchandises, l'une au point de départ et l'autre au port d'arrivée, et que la valeur de cette dernière est supérieure à la précédente du montant des frais de transport et d'assurance s'élevant au total, pour 1901, à 224 millions sterling.

Si, maintenant, pour ces trois mêmes années, on cherche la part de la Grande-Bretagne, on voit, dans le tableau suivant, que sa flotte assure de 50 à 57 p. 100 des transports du monde.

TONNAGE, EN MILLIERS DE TONNES, DES NAVIRES EN CHARGE ET EN BALLAST ARRIVÉS ET DÉCHARGÉS DANS TOUS LES PORTS DU MONDE

	Tous navires.	Navires britanniques.	P. 100.
1891.	373 359	213 750	57
1896.	433 194	246 229	57
1901.	544 114	272 142	50

Prenons cette valeur minima de 50 p. 100.

Si les profits étaient exactement proportionnels nous verrions que ces exportations invisibles sont de 119 millions sterling.

Il faut déduire de ce total la part revenant aux vaisseaux coloniaux, soit 9 p. 100 d'où il resterait 102 millions comme profits.

Il faut, en outre, retrancher les dépenses effectuées en cours de route (charbon, provisions, etc.) que l'on peut évaluer à £ 1,52 par tonne de navire enregistré (c'est le chiffre adopté par le Board of Trade) ou, pour un tonnage de 8 423 000 tonnes en 1901, 12 1/2 millions sterling, donnant comme profits des transports maritimes **90 millions sterling** environ (89 1/2) qu'il faut ajouter aux exportations.

Cette somme de 90 millions représente un minimum, car il faudrait y ajouter les dépenses faites en Angleterre par les vaisseaux étrangers qui transportent à peu près 35 p. 100 des importations des ports anglais.

(1) Cf. *Statistical Abstracts....*, *op. cit.* [cd 1761], 1903, V, *Excess of Imports : Memoranda*, pp. 100 et 101.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° *L'Évaluation de sir Robert Giffen.*

C'est également à cette somme de 90 millions sterling environ qu'aboutissent les calculs de Sir Robert Giffen.

Il arriva en 1898 à la suite de calculs statistiques fort minutieux, commencés dès 1882 (1), à établir que chaque tonne brute de navire à vapeur rapportait annuellement £ 12,3 et pour les voiliers £ 4 (2).

Appliquant ces chiffres au tonnage du Royaume-Uni en 1902, nous trouvons une

ÉVALUATION DES PROFITS BRUTS DE LA MARINE MARCHANDE BRITANNIQUE EN 1902

Tonnages des vaisseaux britanniques engagés dans le transport international. 1902	Profit brut par tonne. Évaluation de Sir R. Giffen. 1898	Profit brut global.
Vapeurs . . . 7 234 000 tonnes.	£ 12	£ 86 808 000
Voiliers . . . 1 392 000 —	4	5 568 000
	Total. . . .	92 376 000

Il faut déduire de cette somme les dépenses effectuées à l'étranger (charbon, etc.) par les navires anglais, que sir Robert Giffen estime à 12 1/2 millions de £ et y ajouter la valeur des assurances, profits, commissions, voyageurs, etc., qu'il estime à 18 millions pour 1898. On arriverait donc au total suivant :

Profit brut.	£ 92 000 000
Assurances, profits, etc.	18 000 000
	110 000 000
Moins dépenses à l'étranger. . . .	12 500 000
Profit.	97 500 000

Pour éviter les erreurs par excès, on peut supposer qu'il y a équivalence entre les sommes à ajouter et à retrancher et, par conséquent, s'arrêter au total initial de **92 millions sterling**, pour l'année 1902.

Pour l'année 1901 le Board of Trade (3), en faisant la réserve ci-dessus, arrive à **89 1/2 millions** environ, mais il faut observer que c'est là une estimation par défaut parce qu'on ne tient aucun compte du cabotage qui fait une grande partie du transport avec les pays voisins.

3° *L'Évaluation de M. Taylor.*

Enfin, dans son livre fort intéressant (4) M. Chiozza Money expose une troisième méthode due à M. James Taylor et basée sur le gain par *freight-ton*, ou tonne de chargement effectif, c'est-à-dire en tenant compte des *Weight-tons*, pour les marchandises lourdes (métaux, etc.) et des *tonnes-espaces* de 40 pieds cubes pour les marchandises de grand volume sous faible poids comme les plumes, le tabac, etc. C'est à la combinaison de ces diverses sortes de chargements que la marine de commerce doit

(1) Sir Robert Giffen, *Use of Import and Export Statistics*. Journal of the Royal Statistical Society, 1882, p. 269.

(2) Journal of the *Royal Statistical Society*, 1899, p. 11.

(3) *Memoranda Statistical Tables and Charts, op. cit.* [Éd. 1761], 1903, V° Excess of imports, p. 102.

(4) Chiozza Money, *the Elements of the Fiscal Problem*, ch. VIII, Our Experts of Services, p. 66 67, 68.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en grande partie sa prospérité en Grande-Bretagne : c'est elle qui lui assure une si grande régularité dans son service et lui permet de réduire le fret moyen.

Dans le tableau suivant, le tonnage britannique est évalué en *freight tons* déduction faite du poids mort.

TONNAGE BRITANNIQUE ÉVALUÉ EN FREIGHT TONS

		Accroissement.
1862.	5437952	—
1872.	8336667	2898715 en 10 ans.
1882.	12795902	7357950 en 20 —
1892.	19037796	13599844 en 30 —
1902.	23584627	18146675 en 40 —

D'après les renseignements qui lui ont été fournis par des armateurs et des courtiers en fret, M. Taylor estime à 5 £ le profit brut par *freight ton*, ce qui, en prenant des chiffres ronds pour le tonnage amène à une évaluation du profit brut de 115 millions sterling. Si l'on retranche les dépenses faites à l'étranger, supérieures certainement en 1902 à l'évaluation de sir Robert Giffen en 1898, puisque le tonnage a augmenté sensiblement, on doit trouver un profit se rapprochant de **cent millions sterling par an**.

On peut, par conséquent, prendre pour valeur des exportations invisibles (catégorie marine de commerce) la somme de 90 millions sterling par an, très probablement inférieure, et assez sensiblement, à la valeur réelle.

Le fret, l'assurance, en un mot les profits sur la marine de commerce sont loin de constituer les seules exportations de services, les seules exportations invisibles de la Grande-Bretagne.

DÉPLACEMENTS A L'ÉTRANGER

Il faut y ajouter les exportations de services, rendues sous forme de placement de capitaux à l'étranger, soit dans les fonds d'État, les entreprises industrielles, etc. C'est annuellement, si l'on veut, une exportation de services représentée par les intérêts, dividendes, etc., payés par l'étranger sur ces capitaux et servant à acquitter une partie du prix d'achat des 543 millions sterling d'importations, puisque les sommes dont il s'agit n'entrent pas en Angleterre sous forme de numéraire.

Il y a dans ce fait le phénomène traduisant l'opération qui pourrait être exécutée si la Grande-Bretagne envoyait chaque année à l'étranger une somme équivalente aux revenus qu'elles perçoit (en admettant que les capitaux en question n'aient pas été placés à l'étranger) sous forme d'exportations quelconques ou de numéraire en échange d'importations utiles. En résumé, c'est bien là une exportation et, comme telle, doit s'ajouter aux autres dans le bilan.

Le Board of Trade, dans le livre bleu auquel nous avons eu si souvent déjà occasion de nous référer, dit, page 102, dans son Memorandum sur l'excès des importations, que ceux des revenus sur lesquels on doit l'Income Tax et que l'administration peut évaluer, par suite, ont passé de 54 1/2 à 62 1/2 millions sterling de 1891-92 à 1901-1902.

Nous devons attirer l'attention sur le fait qu'il s'agit des revenus d'origine étrangère que frappe l'impôt et non de leur totalité ainsi qu'il est facile de s'en rendre compte en consultant la liste des valeurs étrangères qu'il reproduit en appendice à la page 104 et que voici pour l'année 1902.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PROFITS CERTAINS DÉCLARÉS SUR CAPITAUX PLACÉS A L'ÉTRANGER. — ANNÉE 1902

Rentes, obligations du Gouvernement Indien et titres de chemins de fer ayant sa garantie	£ 8880908
Rentes coloniales et étrangères	19245888
Titres coloniaux de tout repos (rentes d'État exceptées)	9367776
Coupons	10454343
Chemins de fer en dehors du Royaume-Uni	14610574
	£ 62559479

Comme on le voit, en dehors des revenus provenant des chemins de fer, il n'est aucunement question des placements industriels à l'étranger, et ils sont fort nombreux. En effet, en dehors des fonds placés par des sujets anglais dans des entreprises commerciales et industrielles étrangères ou coloniales (mines, usines, tramways, etc., — dont le Sud de l'Afrique a eu sa bonne part), il y a lieu encore de tenir compte des revenus provenant des entreprises créées à l'étranger et notamment dans les pays protectionnistes par des Anglais, entreprises qu'ils dirigent, dont ils tirent des profits et qu'ils ont installées lorsque les droits de douane ont rendu difficile l'entrée des produits britanniques dans ces pays.

Sir Robert Giffen estime que ces profits de placements industriels représentent environ 30 millions sterling par an, et le Board of Trade pense que cette évaluation doit être acceptée. On a donc pour cette catégorie d'exportations invisibles un total d'environ **90 millions sterling**.

Parmi ces revenus étrangers, l'on fait une catégorie spéciale des actions du canal de Suez que possède le gouvernement britannique et auxquelles notre raisonnement s'applique, soit un million £.

La Contribution de l'Inde.

Une autre exportation de services très particulière est celle relative au gouvernement de l'Inde. Beaucoup ignorent que cette dépendance de la Grande-Bretagne paye les dépenses relatives à son administration locale et aux administrations l'intéressant, qui fonctionnent en Angleterre. C'est ainsi qu'elle rétribue le ministre de l'Inde à Londres, etc., et participe effectivement pour plus de 17 millions sterling aux dépenses métropolitaines proprement dites. C'est la seule partie de l'Empire à laquelle on demande une contribution financière, monétaire même, pour les services rendus.

Voici comment se répartit cette contribution :

Ministère de l'Inde, traitements, impression, etc.	£ 188600
Intérêts et service de la Dette	3055000
Recettes des chemins de fer	6638700
Payement pour émigrations, transport du personnel, etc.	31300
Subvention aux postes et télégraphes	169600
Travaux publics	20400
Contribution pour la marine impériale	116000
Services civils	8100
Hospices pour aliénés	2400
Missions politiques	16400
Armée de l'Inde	891000
Magasins, outillage, réserves	1584000
Dépenses diverses pour l'armée, la marine, etc.	638500
Dépenses non rémunératrices pour l'armée, la marine, etc. (installations, armements, etc.)	4258200
	17619300

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce n'est pas directement en numéraire que l'Inde paye ces exportations invisibles de la Métropole mais sous forme d'importations dans le Royaume-Uni dont le Trésor finit par percevoir le montant.

On remarquera au bilan que nous reproduisons ci-contre pour l'année 1902 la réfutation de la théorie de l'appauvrissement, puisque les exportations totales dépassent sensiblement les importations, et également la négation de cette déclaration de M. Seddon, le ministre néo-zélandais en 1902, que chaque année la Grande-Bretagne exportait en or la différence entre ses importations et ses exportations. Car en fait, l'excès des importations de numéraire sur les exportations dépasse 5 millions sterling.

1902. . .	Importations.	£ 31	393	345
	Exportations.	26	125	206
	Excès des importations. . .	5	268	139

On notera également que les services dus à la Banque, à la Commission, aux remises, traites, etc., ne figurent que pour mémoire.

BILAN EXACT DES IMPORTATIONS ET EXPORTATIONS

Toutes les exportations portées au bilan ont été évaluées par défaut. L'on voit cependant que le bilan se solde à l'avantage de la Grande-Bretagne.

BILAN DES EXPORTATIONS ET IMPORTATIONS BRITANNIQUES EN 1902 (1)

IMPORTATIONS	Millions £	EXPORTATIONS	Millions £
Importations visibles.		*Exportations visibles* (2).	
(*a*). — Or et argent.	31	(*a*). — Or et argent.	26
(*b*). — Denrées alimentaires et liquides.	223	(*b*). — Denrées alimentaires et liquides	16
(*c*). — Matières premières	160	(*c*). — Matières premières	32
(*d*). — Produits manufacturés.	132	(*d*). — Produits manufacturés.	222
(*e*). — Divers.	13	(*e*). — Divers.	13
		(*f*). — Réexportations	66
		(*g*). — Vieux navires (pour mémoire).	»
Importations invisibles.		*Exportations invisibles.*	
[De même nature que les exportations invisibles ci-contre, mais négligeables vu leur faible importance pour de nombreuses raisons (3).]		(*h*). — Profits nets de fret et assurance de la marine marchande	90
		(*i*). — Revenus des capitaux placés à l'étranger.	90
		(*j*). — Intérêts sur actions Canal de Suez	1
		(*k*). — Part de l'Inde dans le budget de la métropole	17
		(*l*). — Courtages, commissions, remises, etc., etc	?
Importations totales. . .	559	Exportations totales. . .	573

Balance en faveur des exportations : 14 millions.

(1) Le même bilan peut facilement s'établir chaque année.

(2) Les navires neufs ne figurent pas dans les statistiques.

(3) Le chapitre le plus important est l'équivalent de (*i*), mais il y a peu de capitaux étrangers placés en Angleterre, et les évaluations du Board of Trade sont établies après déduction aux exportations (*i*) des importations (*i*).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En résumé, loin d'importer davantage que ses ressources le lui permettent, la Grande-Bretagne est créditrice de l'étranger, tant par ses exportations de marchandises que par les services rendus. Or, le solde de ces transactions commerciales ne s'effectue pas par remise directe de fonds de place à place, mais, comme on le sait en fin de compte, par la livraison de marchandises au pays créditeur. Plus ses importations augmenteront et meilleure sera sa situation, dit M. Chiozza Money.

D'autre part, fait-il encore observer, comme ces envois de marchandises ne se font pas gracieusement et gratuitement, on est fondé à conclure de leur accroissement régulier que la Grande-Bretagne a soldé intégralement la différence, entre la valeur des importations et des exportations, et puisque ce n'est pas en numéraire, ce doit être par les exportations invisibles, par les services rendus.

On ne saurait, en effet, négliger ce facteur extrêmement important lorsqu'on étudie la situation de la Grande-Bretagne.

C. — Comment la préférence affecterait les exportations invisibles

1° *Le commerce maritime.*

Quelle serait la situation de l'industrie des transports maritimes si le plan de M. Chamberlain venait à être adopté? C'est l'une des principales des exportations invisibles et, par suite, la question est fort importante.

Une grande diversité d'opinion règne parmi les armateurs. Si la grande majorité tient pour le maintien du libre-échangisme et a de fort bonnes raisons pour cela, une minorité — où figurent certains des chefs des firmes les plus connues de Liverpool, comme sir Alfred Jones, le senior Partner de Elster Dempster — se range à l'opinion de l'ancien ministre des Colonies, non pas tant qu'elle espère voir la situation s'améliorer en soi, du fait de la Préférence, et par nous voulons dire une augmentation notable du trafic, mais parce qu'elle espère que le nouveau régime sera une source de primes à la navigation, de l'ordre des primes allemandes et françaises, dont leurs firmes bénéficieraient.

L'argumentation des *Tariff Reformers*, à ce sujet, est simple.

D'abord — et ce fut le premier cri de M. Chamberlain à Liverpool — de 1890 à 1901 l'accroissement du tonnage de la Grande-Bretagne n'a été que de 1 400 000 tonnes. C'est là un indice grave, en présence du développement des constructions étrangères. Il montre que la marine marchande a besoin d'être protégée.

Deux observations s'imposent immédiatement : D'abord, le tonnage colonial est englobé dans le tonnage britannique, et comme pendant la période sus-énoncée le Canada a vu sa flotte se réduire de 200 000 tonnes, c'est une augmentation de tonnage de 1 600 000 tonnes et non 1 400 000 qu'il faut enregistrer.

D'autre part, les *Tariff Reformers* oublient de mentionner, — fait qui ne manque pas d'importance — qu'au cours de la période beaucoup de voiliers ont cédé leur place à des vapeurs : en effet, le tonnage de ceux-ci a augmenté de 2 575 000 tonnes, c'est-à-dire de 1 175 000 tonnes de plus que ne l'indiquait M. Chamberlain à Liverpool.

Cette modification dans la composition de la flotte marchande britannique est d'un avantage considérable pour la Grande-Bretagne, y ayant qu'au point de vue des services rendus l'on estime que 1 tonne d'un vapeur équivaut à 4 ou 5 tonnes de voiliers.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En outre, pour que ce premier argument fût concluant, il fallait montrer que les constructions navales étrangères avaient progressé plus vite en valeur absolue; on s'en est bien gardé, parce que la réfutation eût été vraiment par trop simple.

A l'heure actuelle le seul pays étranger qui puisse, non pas rivaliser avec l'Angleterre, mais justifier des appréhensions, est l'Allemagne (1). Or on constate que le tonnage anglais dépasse le tonnage net allemand en

1880.	de 7265640 tonnes	et en tonnage-vapeur de	2507710
1890.	— 8254675	—	4318865
1900.	— 8810747	—	5860735

Et en fait, non seulement encore à l'heure actuelle la flotte anglaise dépasse-t-elle celles de l'Allemagne, de la France. et des États-Unis, réunies, mais encore celles de tout le reste du monde.

Pendant ce temps, la qualité de sa flotte devenait meilleure, puisque la Grande-Bretagne vendait 4 000 000 de tonnes brutes de navires plus ou moins anciens, voiliers et vapeurs, qu'elle remplaçait par 9 500 000 tonnes brutes — presque exclusivement des vapeurs — de type moderne et beaucoup plus profitables.

En second lieu, le *Times* dans un article du mois de septembre (2) — le seul document statistique qui ait été publié au début de la campagne chamberlainiste par les amis de l'ancien ministre, et dont les conclusions ont été développées par le professeur Ashley dans son livre (3) — affirme que la Grande-Bretagne est en train de perdre sa prééminence comme transporteur mondial et même pour son propre commerce extérieur puisque de 57 p. 100 en 1891-6, sa part globale était tombée à 50 p. 100 pour le commerce du monde et de 72 p. 100 à 56 p. 100 pour l'Angleterre seule.

Le correspondant du *Times*, qui dit s'appuyer sur les statistiques du Board of Trade, base sa démonstration sur deux éléments : *a*) les déchargements, *b*) les transactions avec un certain nombre de ports.

On doit lui adresser deux critiques relatives précisément aux deux éléments qu'il a pris pour bases dans son étude.

Les déchargements ne peuvent pas leur servir à mesurer les variations de la puissance mercantile, car on y fait rentrer aussi bien le ballast dont sont chargés beaucoup de navires étrangers — ayant du fret seulement dans une direction — que les chargements de marchandises réelles, ayant une valeur commerciale.

D'autre part, la limitation arbitraire du nombre des ports vicie toutes les conclusions. Pourquoi ne considérer que les transactions avec l'Amérique du Nord et certains pays européens seulement, au lieu de considérer l'ensemble ? Sinon parce qu'on a en vue de faire une démonstration d'apparence scientifique, alors qu'en réalité elle est tout à fait tendancieuse.

C'est ainsi que le correspondant du *Times* excluait les transactions avec le Danube, et celles avec la Turquie et la Grèce, qu'il ne faisait mention d'aucun des pays de l'Amérique du Sud, le Chili et l'Argentine exceptés. Or le Danube est pour la navigation au long cours britannique une région de trafic très important que l'on ne saurait négliger sans commettre une grosse erreur.

(1) Nous ne citons les États-Unis que pour mémoire, leur flotte de commerce étant réduite à 882 555 tonnes brutes.

(2) *Shipping Trade and Fiscal Policy*. *Times* du 22 sept. 1903.

(3) *The Tariff Problem*, par prof. W. J. Ashley, 1 vol., 263 p. Londres, King et Son, 1904.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin, pour examiner la dernière partie de cet argument, celle relative aux ports anglais — en prenant comme mesure les déchargements de tous genres — on constate bien qu'il y a eu accroissement étranger de 15 000 000 de tonnes contre 12 000 000 pour la navigation nationale. Mais si l'on fait abstraction du ballast, c'est-à-dire si l'on ne considère que les marchandises, on voit que les deux accroissements s'équivalent, puisque celui de l'étranger est de 10 941 000 tonnes contre 10 077 000 tonnes pour l'Angleterre.

Par suite, nous sommes amenés à deux considérations qui ne manquent pas d'intérêt et qu'un des principaux armateurs exposait dans un article publié par la *Shipping Gazette* (1).

Revenant d'abord à l'estimation du transit d'après les déchargements, il faisait observer combien cette base était précaire, abstraction faite des raisons que nous développions plus haut, et à quelles erreurs d'interprétation elle pouvait conduire. Un navire à turbines comme la *Queen*, disait l'auteur de l'article, qui fait au moins quotidiennement, pour le service des passagers dans le service international, le double trajet entre la Grande-Bretagne et la France, transportant également leurs bagages, représentera au bout de l'année, d'après le système des entrées et déchargements un trafic supérieur à celui d'un vapeur de 10 000 tonnes chargé de marchandises qui, pour un trajet beaucoup plus considérable, comme par exemple celui d'un port du Royaume-Uni à un port de l'Afrique du Sud, de l'Australasie ou du Japon, ne pourra faire qu'un très petit nombre de doubles voyages.

Or, il est bien évident que, pour l'effet utile du commerce maritime, aucune comparaison ne peut s'établir entre les services d'un steamer comme la *Queen* et d'un vapeur de 10 000 000 tonnes uniquement destiné au transport des marchandises, ceux du second étant infiniment plus profitables que ceux du premier.

Si d'autre part, dans les treize ports étrangers, la marine de commerce des autres nations est parvenue à obtenir des déchargements et entrées, dont l'accroissement est plus important que pour la Grande-Bretagne, peut-on tirer de ce fait une conclusion pessimiste et de nature à justifier le régime de préférence?

L'auteur du pamphlet auquel nous nous référons ne le pense pas. La détermination des treize ports a été faite en vue de servir l'argumentation de M. Chamberlain, et le correspondant du *Times* a complètement négligé de dire que depuis quelques années les armateurs anglais ont pris l'habitude d'employer leurs flottes pour le commerce de régions de plus en plus lointaines et que le perfectionnement des types de navires a développé cette tendance. En d'autres termes — et c'est un fait extrêmement important — le caractère des transports maritimes britanniques s'est sensiblement modifié : sans perdre leur prééminence dans le transport mondial, les armateurs du Royaume-Uni emploient une portion toujours croissante de leur tonnage à assurer des services très éloignés et plus rémunérateurs pour eux, par suite des avantages sur leurs concurrents, que leur assure le système actuel dans ces longs voyages.

En résumé, trois critiques peuvent donc être faites à l'argument du *Times* sur ce point :

1° On ne peut mesurer exactement la valeur du commerce maritime par les seuls déchargements.

2° Dans l'examen des différents débouchés extérieurs, il a omis certains des débouchés les meilleurs de l'Angleterre.

(1) Voir the *Fiscal Question and the Shipping interests*, 1 brochure, 48 p. London, 1904. The Shipping Gazette Office, ch. V, *Are we loosing preeminence*, p. 27 et suiv.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3° Et enfin, au lieu de s'occuper uniquement des chargements de marchandises, il a fait entrer en compte les voyages en ballast, obtenant ainsi des conclusions inattendues et sur lesquelles on ne saurait se baser.

Pour l'auteur des articles de la *Shipping Gazette*, et cette conception ne nous paraît pas manquer de justesse, on ne peut estimer la puissance commerciale de navigation que par le total du tonnage utilement employé, et, sous ce rapport, aucune nation n'a vu s'accroître sa flotte marchande aussi rapidement que l'Angleterre.

Le troisième point sur lequel le *Times* attirait l'attention de ses lecteurs dans l'article du 22 septembre 1903 est que la Grande-Bretagne est parvenue à une situation prépondérante dans le transit impérial et intercolonial et que la Préférence ne pourrait que développer l'intensité de ce mouvement.

Le fait de la prépondérance de la marine marchande du Royaume-Uni dans le commerce impérial et intercolonial est indéniable. Un autre fait, non moins certain, est que, malgré son Libre-Échange cause de décadence pour les *Tariff Reformers*, on le sait, l'Angleterre a augmenté sa part dans le commerce de 90 à 91 p. 100 en dix ans.

Il ne semblerait guère nécessaire à première vue d'établir une préférence pour venir en aide à un mouvement aussi fort et aussi irrésistible avec ses seuls moyens, et, comme les autres, cet argument se retourne contre le *Times*. Il y a plus, sur les 9 p. 100 du commerce que font actuellement les navires de commerce des pays étrangers, il n'y a guère que 1/2 p. 100 que les armateurs britanniques peuvent espérer, pour des raisons que nous exposerons un peu plus loin.

Mais admettons même, un instant, pour nous rallier à la théorie de M. Chamberlain, que l'Angleterre put acquérir la totalité du commerce à l'intérieur de l'Empire. Si, en effet, l'on considère le tonnage total (vapeurs et voiliers) pour l'année 1902 (1), soit 24 754 000 tonnes, on voit que le dixième restant à s'approprier, est de 2 475 000 tonnes, c'est-à-dire négligeable par rapport au tonnage total britannique mondial de 272 142 000 tonnes et que, par conséquent, il faut être bien sûr qu'une partie importante de ce total ne risque pas d'être perdue en pure perte, grâce aux moyens employés pour se procurer plus rapidement un monopole que l'on a déjà, en fait, presque complètement à l'heure actuelle.

C'est une chose que M. Chamberlain néglige de montrer : il procède ici, comme nous le lui avons déjà souvent vu faire, par affirmations brutales, sans preuves à l'appui.

Or, nous allons voir que toute intervention avec le système actuel serait très préjudiciable aux transports maritimes de l'Angleterre et que le plan de M. Chamberlain tout comme celui dont le premier ministre, M. Balfour, s'est fait le promoteur, donneraient de mauvais résultats.

Les armateurs favorables à la Réforme fiscale font un tableau sinistre de leur sort actuel. D'après M. William Thomson, de Dundee (2), si le nombre des voiliers a diminué de plus de 50 p. 100 depuis dix ans en Angleterre, ce n'est pas parce que l'on a volontairement renoncé à en faire usage pour les remplacer par des vapeurs, qui sont un progrès dans la navigation — leur effet utile étant, par rapport à celui des premiers, dans la proportion de 4 à 1 — mais parce que les armateurs n'ont pu lutter contre les

(1) *Memoranda Statistical Tables and Charts* [cd. 1761], *op. cit.*, 1903, XVII, Participation of foreign Shipping in colonial and coasting trades. Appendix III, p. 196.

(2) William Thomson. *The Shipping interests* reprinted from the *Dundee Courrier*, nov. et déc. 1903, 1 brochure, 30 p.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

primes accordées par des gouvernements étrangers — la France en première ligne — à leur navigation à voiles.

On comprend fort bien, dit-il, que ce genre de navires fut appelé à disparaître en Grande-Bretagne du jour où notre gouvernement, d'ailleurs désarmé, admit que le Parlement français votât la loi sur les primes à la marine marchande. Et pourtant, avec quelque énergie ce malheur eût pu être évité : il eût suffit de dire à la France que l'Angleterre doublerait les droits sur les soies et les vins, si elle persistait dans sa décision, pour que nous obtenions satisfaction. Comment les voiliers anglais auraient-ils pu lutter contre les voiliers français quand on se rend compte que ceux-ci pour un voyage dont le fret total maximum d'aller et retour ne dépasse pas 30 sh. par tonne, reçoivent de l'État une prime de 33 p. 100 en sus? Cette prime au kilomètre, qui leur est acquise en tout état de cause, rend avantageux pour eux de parcourir parfois en ballast des milliers de milles marins, après avoir, par exemple, débarqué un chargement dans l'Argentine, pour aller en Australie où ils embarqueront des céréales à destination de la France. Toute concurrence est impossible.

Ce qui est un fait accompli pour les voiliers, dit-il, tend à le devenir pour les vapeurs et la situation devient grave quand on se rend compte que la Grande-Bretagne ne possède que 50 p. 100 du tonnage mondial : de plus, aujourd'hui, la plupart des nations réservent-elles le cabotage côtier (qui pour la Russie, par exemple comprend des voyages de Libau à Vladivostock et des trajets analogues pour les États-Unis) à leur propre marine marchande, au plus grand détriment de l'Angleterre.

Il y a donc lieu pour l'Angleterre — c'est sa conclusion — de renoncer à son régime de la porte ouverte si elle veut, non pas reconquérir la situation prédominante qu'elle avait autrefois, mais conserver seulement une part importante dans les transports maritimes du monde : le salut est à ce prix et la Préférence de M. Chamberlain ou les représailles de M. Balfour donneront certainement des résultats heureux au point de vue de la navigation de commerce du Royaume-Uni, car il ne faut pas oublier que l'Angleterre est le marché du monde et que les autres pays en ont absolument besoin.

Telles sont impartialement reproduites les raisons exposées par M. Thomson pour justifier l'abandon du régime du Libre-Échange et l'adoption soit de la Préférence, soit des représailles.

La situation qu'il décrit est bien quelque peu exagérée dans la forme et dans le fond, et de sérieuses inexactitudes se glissent dans le récit. Admettons-la cependant, mais remarquons un fait très particulier : c'est que M. Thomson néglige absolument de nous dire comment la réforme fiscale profitera aux transports maritimes.

On voit fort bien comment, pour l'industrie métallurgique par exemple, ou pour le coton, les droits de douane serviront les intérêts, mais de certains producteurs fabriquant les articles frappés de droits de douane lorsqu'ils seront en provenance de l'étranger : c'est l'application pure et simple de la théorie protectionniste.

Mais pour les armateurs, il n'en est pas de même. Frappera-t-on de surtaxes de pavillon les navires étrangers entrant en Angleterre? La mesure ne serait pas d'un bien grand secours, car en somme, à l'importation les navires étrangers n'apportent guère en Grande-Bretagne que des produits nationaux pour lesquels les primes qu'ils reçoivent leur donnent un sérieux avantage que ne détruirait guère une surtaxe de pavillon.

D'autre part, si l'on considère la portion du trafic effectuée par chacune des nations hautement protectionnistes — États-Unis, Russie, France, Allemagne, etc., — réservant son cabotage côtier à sa propre marine marchande, on constate que la *punition*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dont s'agit n'aurait pas de grosses conséquences et que, par contre, l'Angleterre assurant dans chacun de ces pays une portion du trafic beaucoup plus importante, il est vraisemblable qu'au lieu d'obtenir les concessions nécessaires à rétablir la situation de la flotte de commerce du Royaume-Uni, on obtiendrait, à titre de représailles, un traitement réciproque des nations que l'on voulait frapper.

Ce n'est d'ailleurs pas ainsi que M. Thomson envisage le rôle de la Préférence, et, bien qu'il ne se prononce nulle part bien catégoriquement, on sent en lisant ses articles que c'est aux primes d'État qu'il songe. Certes, ce serait le seul moyen que la Préférence profitât aux intérêts des armateurs y ayant, surtout, ainsi que nous le verrons, qu'il leur faudra connaître, pour beaucoup de destinations, les voyages en ballast qu'ils méprisent aujourd'hui. S'ils augmentent — et ils y seront obligés — leurs frets, ils seront forcés de le faire avec modération à cause de la concurrence et partout leurs bénéfices seront réduits considérablement (1).

Ainsi donc, pour qu'elle bénéficie à la marine marchande, la Préférence Coloniale doit se traduire par des primes au parcours. Mais quelle va être la répercussion de ces primes au point de vue de la prospérité britannique : c'est vers le *statu quo* qu'elles doivent tendre, vers le maintien de la situation actuelle.

Nous savons par expérience en France combien, grâce à la loi de 1902, nous ont coûté les primes que nous avons si généreusement octroyées tant à la construction et à l'armement qu'au parcours dans le but de reconstituer notre marine de commerce à vapeur. Et nous savons également que le Parlement, effrayé des conséquences financières de la loi qu'il votait, a dû limiter à 500 000 le nombre des tonnes de navires neufs appelés à en bénéficier.

Si l'on admet pour un instant que la Grande-Bretagne adopte le même taux, c'est-à-dire 3 £ 10 par tonne et par an, déduction faite de la prime à la construction, il en coûterait annuellement à l'Échiquier la somme coquette de 34 819 000 £, soit près de 17 sh. d'impôts nouveaux par tête d'habitant.

Il est bien évident, en effet, que si les primes présentent une utilité, elles doivent être accordées, sans distinction, à tous les vapeurs britanniques représentant le joli total de 9 672 023 tonnes. Sans cela, c'est clairement avouer que la Préférence et la protection n'ont pour but que de servir quelques intérêts particuliers : les plus puissants à l'intérieur d'une industrie donnée.

Comme il est inadmissible que l'on songe à demander aux contribuables anglais dès l'abord une somme aussi considérable et comme, d'autre part, la situation de la marine marchande de la Grande-Bretagne — existante et prospère — est toute différente de celle de la marine de commerce de la France, qu'il fallait créer de toutes pièces, il est à présumer que pour faire adopter le principe, les armateurs anglais se contenteront d'une prime infiniment moindre, du quart ou du huitième de celle payée en France ; le sacrifice en sera cependant considérable encore, qu'il s'élève à 8 704 820 £ ou à 4 352 410 £. Il ne peut manquer de contribuer pour sa part à diminuer la puissance de consommation populaire et partant du trafic maritime.

Nous nous sommes placés jusqu'ici dans l'hypothèse où la Préférence n'influerait pas sur le volume des transactions effectuées par la flotte de commerce de l'Angle-

(1) D'autre part nous avons établi que la Préférence se traduirait par une élévation sensible des prix des constructions navales, et pour cette raison déjà, en vue de l'amortissement, elle devra se traduire par une augmentation des frets, toutes choses égales d'ailleurs : c'est-à-dire en supposant que le trafic reste le même.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

terre. Malgré cela, nous venons de constater que les primes par elles-mêmes tendraient plutôt à restreindre qu'à développer son activité par suite de la diminution (venant s'ajouter à toutes celles que nous avons examinées jusqu'ici) du bien-être général qu'elles causeraient.

Nous allons maintenant étudier dans ses grandes lignes l'effet de la Préférence ou des représailles qui, en l'espèce, se confondent presque, sur la marine marchande. Nous pourrons le faire brièvement, car nos constatations antérieures vont nous servir.

Parmi les causes principales de l'essor pris depuis un demi-siècle par la navigation commerciale de l'Angleterre, il faut citer en première ligne les bas frets dont se contentent ses navires. Ils sont attribuables en partie au moindre amortissement en valeur absolue, des bâtiments, dû au coût réduit de leur construction (50 p. 100 de celui des États-Unis par exemple) et surtout à ce que, grâce au mouvement commercial considérable de la Grande-Bretagne, les navires, même ceux faisant les plus lointains voyages, sont assurés d'un fret à l'aller et d'un fret au retour : dans un de leurs voyages ils sont chargés des produits manufacturés et du charbon que l'Angleterre exporte et au retour ils lui ramènent matières premières, céréales et denrées alimentaires de toutes sortes qui lui sont indispensables.

Comme, en fait, le Royaume-Uni ne possède pas de monopoles industriels et que, même en possédât-il, il est absolument dépendant des pays transatlantiques ou transpacifiques pour son existence matérielle et pour une très grande partie de son existence industrielle elle-même, il peut plus difficilement se passer de leurs céréales qu'eux de ses articles manufacturés ou de son charbon, car, à tout bien considérer, à défaut de l'Angleterre, ces pays peuvent, suivant les cas, s'adresser à l'Allemagne, à la Belgique, à la France, aux États-Unis et obtenir satisfaction. Quant à la Grande-Bretagne, elle serait fort embarrassée avant de longues années si l'un quelconque des pays qui l'alimentent de céréales et autres denrées venait à ne plus pouvoir ou vouloir le faire.

Or, que prétend M. Chamberlain ? Frapper d'un droit de 2 sh. par quarter le blé et le grain, de 5 p. 100 les viandes et autres denrées et demain les matières premières. C'est, se mettant à la place des pays étrangers qui seront soumis à ce droit, un acte peu amical. Ils n'ont pas à chercher pour quelle raison on le fait, mais tout simplement à leur point de vue si cette taxation doit leur faire du tort, dans quelle mesure ; puis ce point acquis, si, en réciproquant, c'est-à-dire par l'imposition de droits sur les produits britanniques, ils ne subiront pas un préjudice plus grand qu'elle.

Cela, ils n'ont pas à le redouter, vu la nature de leurs achats en Angleterre : charbon et produits manufacturés et la capacité industrielle d'exportation de l'Allemagne et des États-Unis. Et une fois le mouvement commencé, il ne peut que s'étendre pour diverses raisons.

Aujourd'hui, les navires anglais quittant leur île emportent en majeure partie du charbon (de faible valeur sous grand volume) et des produits manufacturés de fret rémunérateur, pour ramener au retour des produits volumineux, céréales, minerais, plumes et fort peu d'objets manufacturés et en fait leurs deux trajets comportent des frets bien payés, équivalents en pratique et qui permettent aux armateurs de vivre par leur propre force, tandis que leurs concurrents étrangers, n'ayant qu'un voyage payé sur deux le plus souvent, ne pourraient travailler, sans les primes, sur la base actuelle, ce qui provoquerait forcément une élévation des frets..

Mais, nous le répétons, c'est là une situation éminemment favorable en soi, qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

n'est possible que dans les conditions économiques actuelles. Que vise en effet M. Chamberlain : développer le commerce inter-impérial particulièrement au point de vue céréales et réduire la proportion des importations étrangères de produits manufacturés.

Il va donc arriver, pour le commerce étranger, que le fret de retour va s'abaisser, en admettant pour un instant que le volume des exportations ne diminue pas, puisque la quantité à transporter sera moindre et que le même nombre de navires britanniques se trouvera prêt pour le faire.

Pour obtenir le même rendement total, il faudra que le fret à l'aller augmente et les exportations en souffriront; en effet, c'est, de par son poids, le charbon qui, à l'heure actuelle, constitue la catégorie la plus importante et c'est évidemment à lui qu'incombera la plus grosse part de l'augmentation du fret, c'est-à-dire plusieurs shillings par tonne. Par conséquent, trois hypothèses sont en présence : 1° ou bien c'est des destinataires que l'on voudra faire payer l'augmentation de prix en résultant, et comme le charbon anglais ne leur est pas indispensable, ils renonceront à se fournir en Grande-Bretagne; l'Allemagne et les États-Unis étant en mesure de suppléer à leurs besoins.

Ce n'est pas là une simple hypothèse, mais la constatation d'un fait d'expérience, et les armateurs britanniques seront les premières victimes : depuis l'imposition du droit d'exportation de 1 sh. par tonne sur le charbon britannique, les exportations en France, Hollande et Belgique accusent une réduction sensible, ainsi que le montre le tableau suivant :

France.	1901	1902	1903	Diminution sur 1901 tonnes.
France.	7 565 606	7 408 431	6 976 476	589 130
Hollande.	1 053 218	743 783	741 034	312 184
Belgique	738 823	618 559	587 535	151 288
	9 457 647			1 052 602 ou 11,12 p. 100

tandis que les exportations allemandes vers ces mêmes pays augmentaient dans des proportions beaucoup plus considérables, puisque pour trois ports de la Ruhr, on constatait en 1903 par rapport à 1902, un accroissement de 2 600 000 tonnes, et que rien que par mer les ports français enregistraient à l'importation en 1903 630 000 tonnes de charbon allemand contre 5 710 tonnes en 1901 (1).

2° Ou bien on voudra faire supporter cette élévation du prix au producteur qui ne pourra le faire, vu sa faible marge de bénéfice à l'heure actuelle, qu'en réduisant les salaires de ses ouvriers, ce qui serait évidemment une *heureuse conséquence* du plan de M. Chamberlain. Ou même, en supposant que les producteurs veuillent bien consentir à ce sacrifice pour chercher à conserver leurs débouchés, il y aurait certainement là pour eux une situation beaucoup moins satisfaisante que celle de l'heure présente, et la prospérité du pays n'en serait pas accrue, au contraire. En résumé, ce serait encore, au bout de peu de temps, des marchés qui se fermeraient.

3° Ou enfin c'est aux amateurs que l'on demanderait le sacrifice : l'abaissement des frets — 30 p. 100 depuis 1900 — ne le leur permettrait pas, d'autant que par la diminution des frets de retour, ils seront obligés d'augmenter ceux de l'aller, et en fin de

(1) Ces chiffres sont extraits d'une brochure fort intéressante de M. Behenna, grand propriétaire houiller et commerçant du pays de Galles : *Some facts and figures on the incidence of the Coal Tax*, p. 7, 9.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

compte ils seront les premières victimes de la Préférence, puisque ces exportations de charbon se réduiraient considérablement.

Il nous faut encore envisager le cas où les pays étrangers (sud-américains principalement) se refuseraient à acheter le charbon à l'Angleterre, à titre de représailles. La position de la marine marchande britannique n'en deviendrait que plus mauvaise, car les voyages d'aller se feraient en ballast, et les primes de l'État deviendraient indispensables (1).

Il ne faut pas oublier, en effet, deux faits de la plus haute importance : en premier lieu, au point de vue du charbon, que les Colonies n'en achètent que 2 750 000 tonnes contre 40 250 000 importées par les divers pays étrangers et que, par suite, la valeur du commerce maritime intercolonial est de peu d'importance par rapport à celle du commerce étranger sous ce rapport.

Et en second lieu, que le transport inter-impérial ne représente guère que les 2/5 du total dont les 13/15 sont employés dans le commerce étranger, et qu'il semble peu logique et peu profitable de faire souffrir la plus grande partie des intérêts au profit de ceux engagés dans le commerce impérial, dont le développement ne saurait être très considérable, comme nous l'avons déjà montré.

Il est possible qu'au point de vue colonial, les armateurs britanniques aient quelque chose à gagner à la combinaison, puisque 9 p. 100 du trafic appartiennent encore aux étrangers, mais en tout cas, le bénéfice est de peu d'importance, et l'on se demande pourquoi il est nécessaire, pour hâter un mouvement déjà très fort, de compromettre le reste du transport maritime.

Cependant, si M. Chamberlain est fidèle aux engagements qu'il prenait en élaborant son programme d'action, et il en est de même au cas où le plan de représailles de M. Balfour serait adopté, le profit en question se trouvera singulièrement réduit. L'ancien ministre des Colonies a déclaré en effet qu'il voyait, dans la Préférence, le moyen d'amener les pays étrangers où les produits britanniques jouissent d'un traitement de défaveur à faire des conditions meilleures, d'où conclusion logique, quand on aura obtenu des *fair terms*, on fera des concessions; mais *a fortiori*, ces concessions devront être faites par avance à celles des nations qui traitent équitablement l'Angleterre dès aujourd'hui; or, sur les 8 1/2 p. 100 du transport par navires étrangers, les nations ultra-protectionnistes comme les États-Unis, la Russie (2) n'ont qu'une part absolument négligeable. L'Allemagne, les Pays Scandinaves, la Hollande, la Belgique, l'Italie donnent à l'Angleterre le droit de concurrence, et la seule Norvège, qui elle laisse son cabotage côtier entièrement, libre assure 5 p. 100 sur les 8 1/2 p. 100 du transport étranger.

Par suite, qu'y aurait-il à gagner? Bien peu de choses en somme, et les risques à courir sont considérables, puisqu'ils peuvent atteindre au moins les 8/10 ou les 12/15 de la marine marchande britannique.

Pour nous résumer d'un mot, la Préférence coloniale serait grave pour la flotte de

(1) Les protectionnistes armateurs se plaignent du *Dumping* et de ce que, par exemple, au lieu de 10 000 tonnes d'acier, on aurait, sans le *Dumping*, transporté 30 000 tonnes de minerai, d'où perte considérable pour le transporteur. La Préférence doit faire cesser cet état de choses. Mais ils oublient que les projets de M. Chamberlain auront tendance à développer le *Dumping* colonial et que, nécessairement, l'Angleterre importera de plus en plus des produits manufacturés. Les armateurs ne gagneront donc pas grand'chose sous ce rapport.

(2) La part de la Russie est 1/2 p. 100.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

commerce britannique; elle réduirait forcément son activité, la productivité de ses voyages à l'étranger, dans de fortes proportions, alors que l'accroissement provenant du développement des services inter-impériaux est de valeur problématique.

De toutes les exportations invisibles, les transports maritimes seraient certainement la plus gravement atteinte par la mise en pratique de la politique impérialiste, sous la forme nouvelle qu'elle a prise. Et si l'on ne peut déterminer exactement dans quelle mesure la marine marchande souffrirait, parce que trop de facteurs sont encore indéterminés, on peut néanmoins être certain que les conséquences seraient désastreuses. La situation générale économique du Royaume-Uni empirerait, car la réduction de la puissance nationale de consommation, la fermeture de nombreux débouchés étrangers, soit à titre de représailles, par refus d'acheter des marchandises anglaises, soit par l'augmentation des frets, sont autant de causes devant gravement atteindre la prospérité, relative si l'on veut, de la flotte de commerce de l'Angleterre.

2° Les autres exportations invisibles.

Si nous avons rencontré déjà tant de difficultés dans l'étude de cette question, combien plus grandes encore sont celles que nous allons trouver pour mesurer l'influence de la Préférence sur les autres exportations de services (1).

Comment se rendre compte, par exemple, de la répercussion en étendue sur les capitaux placés à l'étranger? La répercussion se produira certainement, mais dans quelles limites? Il est impossible de le prévoir : en effet, d'après les calculs du Board of Trade, que nous avons reproduits plus haut, nous avons constaté que, en dehors des placements industriels, les revenus des capitaux placés en fonds d'État, chemins de fer, en un mot les revenus des valeurs dites de tout repos, avaient progressé de 8 millions sterling entre 1891-2 et 1901-2. Cela tient évidemment à ce que, par suite d'une situation intérieure satisfaisante, des capitaux disponibles nouveaux se sont constitués. Avec les droits de douane que l'on projette d'établir, des charges nouvelles vont frapper le Royaume-Uni qui, probablement, détermineront une pénurie sur le marché intérieur, en même temps que les exportations étrangères réduites diminueront le solde créditeur à l'étranger, et par conséquent il n'y a pas d'augmentation de revenus à prévoir; d'autre part, on peut se demander s'il ne se produira pas une diminution, soit que l'accroissement du coût de la vie chez des gens habitués à dépenser leurs revenus avec prodigalité oblige à entamer le capital, soit encore que ces sommes en totalité ou en partie deviennent nécessaires pour développer ou maintenir certaines industries existantes.

Ces mêmes considérations peuvent s'appliquer aux revenus industriels étrangers, sans qu'il soit possible cependant de faire la moindre évaluation sérieuse.

Des deux derniers chapitres constituant le groupe des exportations invisibles, celui relatif au canal de Suez (actions) demeurera évidemment sans changement. Il est vraisemblable qu'il en sera de même pour la participation de l'Inde aux *Home Charges*, sans cependant qu'il soit certain que cette partie de l'Empire, — pour laquelle cette charge est déjà si lourde, — soit encore en mesure de la supporter dans son intégralité, lorsque des droits protectionnistes sur les produits manufacturés étrangers qu'elle peut importer l'auront encore davantage mise à la merci du *Dumping* métropolitain, déjà exercé sans aucune retenue.

(1) Nous comprenons dans ce terme général les transports par mer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quoi qu'il en soit, pour nous résumer, le plan de M. Chamberlain diminuera certainement en valeur les exportations invisibles les plus importantes, tout comme il nuira aux industries nationales qu'il veut protéger, ainsi qu'à la prospérité et au bien-être général.

Ces conséquences certaines pour le commerce étranger, les apôtres de la Réforme fiscale les admettent fort bien, mais ils prétendent que, par contre, le développement du commerce à l'intérieur de l'Empire sera tel qu'il compensera largement les réductions produites d'autre part. Nous avons vu pourquoi ce rêve était impossible à réaliser.

VIII. — CONCLUSIONS

Par quelque méthode que l'on cherche à mesurer la prospérité du Royaume-Uni, exportations seules, commerce extérieur seul, richesse publique ou autrement, on aboutit à des conclusions manifestement contraires à celles que développait à Birmingham d'abord, puis dans ses discours successifs, l'ancien ministre des Colonies.

Sans doute, la situation de l'Angleterre n'est-elle pas aussi brillante que certains s'étaient follement imaginé qu'elle le serait, lorsqu'ils voyaient la progression fantastique des exportations en 1872, et le développement de ses industries de tous ordres. Elle était le seul pays industriel du monde et nul concurrent sérieux n'existait. Il était certain qu'un jour, malgré l'avance qu'elle s'était acquise, des rivaux viendraient lui disputer la souveraineté industrielle et commerciale dans le monde. Il fallait prévoir en effet la mise en valeur des richesses naturelles inépuisables des régions nouvelles, — qui ne se contenteraient pas de leur seule agriculture, — et la formation d'autres nations également manufacturières, au fur et à mesure des progrès réalisés dans l'outillage.

Il fallait aussi se rendre compte du caractère artificiel de la plupart des branches de la production britannique, caractère qui devait s'accentuer avec leur développement, avec l'insuffisance des matières premières indigènes et que, si l'on voulait conserver une suprématie quelconque, il fallait non pas s'obstiner à la maintenir dans les industries élémentaires, primaires en un mot, mais dans celles où l'importance de la main-d'œuvre est prépondérante, où le succès dépend le plus souvent de l'habileté des artisans de la production, et où l'avance acquise pouvait se maintenir, pourvu que l'on ne s'estimât pas satisfait, par principe en quelque sorte, des résultats acquis, et que l'on ne se refusât pas, comme ce fut trop souvent le cas, à profiter des progrès accomplis.

C'est là le mal réel dont souffre l'industrie britannique. Son nom peut s'écrire Ignorance et Routine.

Mais sous cette réserve, en faisant même abstraction du marché intérieur, ce n'est pas tant en valeur absolue, mais par comparaison avec les autres pays que l'on peut estimer la situation de l'Angleterre. A ce point de vue encore, nous croyons avoir montré que les craintes de l'ancien ministre des Colonies étaient vaines.

Rien sur le terrain économique ne peut donc justifier l'abandon du régime du Libre-Échange ou du système des libres importations, quelque nom qu'on lui donne, pour le remplacer par la Protection. La Grande-Bretagne possède aujourd'hui toutes les industries vivaces existantes et a eu la rare bonne fortune de pouvoir mettre en pratique la théorie de Friedrich List dans son système d'Économie Nationale, de partir de la Pro-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tection à la création d'industries nouvelles, pour revenir au Libre-Échange dès qu'elle est assez forte pour lutter par elle-même contre ses rivales.

Elle le put, précisément, parce qu'elle était, à l'époque de sa transformation économique, la seule nation industrielle du monde, dont les manufactures fussent solidement établies, tandis que les autres nations, venues plus tard au développement économique, se trouvaient dans la situation inverse, et que lorsque leurs industries primaires se trouvaient assez fortes pour se tirer d'affaire sans les droits et prospérer, il fallait leur maintenir la Protection afin de ne pas ruiner les industries secondaires nées à l'abri des tarifs et qui ne s'étaient pas encore suffisamment implantées dans le pays, qui n'y avaient pas encore pris racine. Et de proche en proche, les tarifs, une fois établis à titre temporaire, sont devenus définitifs et ont subi des augmentations souvent considérables.

En Angleterre, à l'heure actuelle, la Protection ne serait nécessaire que pour créer des industries factices, des industries de serre chaude qui ne pourraient, en aucun cas, vivre par elles-mêmes (comme la soierie proprement dite et la sucrerie) parce qu'il a été impossible de les acclimater dans les conditions normales, et M. Chamberlain se défend et s'est toujours défendu d'avoir cet objet.

C'est *impérialement* que l'on doit alors les envisager, c'est-à-dire dans leur effet probable pour resserrer les liens unissant la Métropole et les Colonies. Nous avons vu combien peu certain est ce résultat, parce qu'aucun système ne semble de nature à donner une satisfaction égale aux diverses parties de l'Empire dont les ressources sont si différentes, et qu'en fin de compte c'est au loyalisme qu'il faudrait faire appel pour assurer l'Union, à ce loyalisme que M. Chamberlain déclare insuffisant aujourd'hui pour éviter la désagrégation.

Et l'on devrait faire appel à ces liens sentimentaux, dans des conditions beaucoup plus mauvaises que les conditions actuelles, c'est-à-dire en présence des jalousies, des rivalités que le système des avantages commerciaux aurait créé entre les Colonies, rivalités dues à ce que chacune trouverait les concessions obtenues de la Métropole insuffisantes vis-à-vis de celles que telle ou telle autre Colonie plus favorisée aurait eues. Nous ne parlons pas du sentiment séparatiste qui se manifesterait probablement chez ceux qui, dans une Colonie seraient appelés à partager les charges des concessions faites à la Métropole, sans profiter de celles qui ont été obtenues. Il y aurait lieu encore d'envisager un autre sentiment séparatiste une fois que l'Union serait commercialement établie, pour se rapprocher économiquement de tel ou tel pays offrant des conditions plus avantageuses que la Métropole.

Et c'est pour arriver à un semblable résultat comme Union impériale que l'on demande à l'Angleterre d'abandonner le régime du Libre-Échange, sous lequel elle a connu une prospérité toujours croissante, pour adopter la Protection dont elle a déjà tant souffert pendant la première moitié du XIXe siècle, et dont la répercussion au XXe s'annonce comme devant ramener, pour la classe ouvrière, tout au moins, l'époque de misère des Corn-Laws.

(*A suivre.*)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTES DE CHIMIE

Par M. Jules Garçon

A TRAVERS SCIENCES ET INDUSTRIES CHIMIQUES :

Généralités. — La théorie de l'échantillonnage. — Stérilisation de l'eau et du lait.
Produits minéraux. — Fusion de la neige. — Production et consommation des phosphates.
Métaux et métallurgie. — Température de fusion du platine. — Les minerais de fer de Laponie.
Combustibles. — Contrôle de la consommation du charbon. — Sur l'altération des houilles à l'air. — Les explosions de poussières de charbon. — Les charbons Philippins. — Clarification des pétroles.
Industries tinctoriales. — Théorie et pratique de la teinture. — Résistance à la lumière. — Sur les soies chargées. — Teintures pour cheveux.
Industries des cuirs et peaux. — Réduction des tannins. — Théorie du tannin. — Recherches sur les cuirs et peaux. — Sur le chamoisage.
Explosifs. — Les explosifs. — Le coton-poudre.
Chimie hygiénique, médicale, etc. — Désinfectants. — Les empoisonnements par le ferro-silicium. — Intoxication par l'émaillage. — Remèdes secrets.

LA THÉORIE DE L'ÉCHANTILLONNAGE

C'est le sujet d'une communication présentée par *M. L. Griffin* à la Society of chemical Industry (voir son journal, 1909, p. 192), et faite dans le but de déterminer le degré de précision obtenu. Sur des sujets annexes, on se reportera à un mémoire antérieur de l'auteur sur Les méthodes types d'échantillonnage, à un travail de R. W Sindall sur La moyenne des erreurs commises, à un mémoire de D. W. Brunton (Transactions of the American Institute of mining engineers, vol. 25) sur La théorie et la pratique de l'échantillonnage des minerais. L'auteur conclut qu'un chimiste connaissant son affaire, et la technique du produit à analyser, peut se borner à une dizaine d'échantillons, au plus vingt.

STÉRILISATION DE L'EAU ET DU LAIT

MM. Jules Courmont et Th. Nogier (Académie des Sciences, séance du 22 février 1909, p. 523) réalisent cette stérilisation d'une façon complète, en 1 ou 2 minutes, au moyen de la lampe à quartz à vapeurs de mercure. La seule condition est que l'eau soit limpide.

C'est Arons, 1892, qui trouva que les vapeurs de mercure deviennent lumineuses dans un tube en verre où existe le vide, sous l'influence du courant électrique. Cooper-Hewitt en 1895, Villard, Debierne, Konrad Hahn ont construit des lampes basées sur ce principe. Küeh, 1905, montra que, dans un tube de quartz, la lumière émise est extrêmement riche en rayons de petite longueur d'onde. La lampe Kromayer basée sur ce principe est utilisée pour des usages thérapeutiques. Th. Nogier et Thévenot,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1908, ont constaté, sur des cultures sur gélose, le pouvoir bactéricide de cette lampe. Un pas de plus, et l'on obtient la stérilisation de l'eau et du lait de la façon la plus simple et la plus complète.

MM. Victor Henri et G. Stodel (séance du 1er mars, p. 582) ont réalisé au laboratoire de M. Dastre, dès 1908, la stérilisation du lait par l'action directe des rayons ultra-violets, et sans élévation de la température. L'étude qu'ils poursuivent est d'ailleurs d'ordre général et porte sur de nombreux produits, le caoutchouc, etc., tous les produits colloïdaux.

Dans la séance du 8 mars, le docteur *A. Billon-Daguerre* a fait procéder à l'ouverture d'un pli cacheté déposé le 7 janvier 1907, et relatif à un procédé de *stérilisation à froid* des eaux, du lait et autres liquides, au moyen des rayons ultra-violets émis par les lampes électriques; son procédé a fait l'objet d'un brevet. Ce mémoire très complet semble établir à son profit une antériorité de deux années, sur les communications de ces temps derniers. Un brevet belge aurait été pris en juin 1907 sur ce même sujet.

FUSION DE LA NEIGE

M. Camille Matignon a déterminé, après Rudorff, de Coppet, Mendeleeff, Meyerhoffer, Saunders, la courbe de fusibilité du système $NaCl \times H^2O$, c'est-à-dire la fusion de la neige par le sel (séance de l'Académie des Sciences du 1er mars 1909, Comptes rendus, p. 550). La quantité de sel à ajouter à la neige pour l'amener à fusion augmente à mesure que la température s'abaisse; au-dessous de — 21°,3, point critique de la courbe, il n'existe à l'état stable aucun mélange eau + sel susceptible de rester liquide. M. Matignon se demande s'il n'y aurait pas quelque sel susceptible de remplacer avantageusement le sel marin, par exemple le chlorure de calcium desséché, qui, dans tous les cas, garde un effet utile jusqu'à — 55°.

Les deux lignes suivantes indiquent les températures et les poids correspondants de sel nécessaires pour amener la fusion de la neige.

— 1°	— 2°	— 3°	— 4°	— 5°	— 6°	— 7°	— 8°	— 9°	— 10°	— 12°	— 15°	— 20°	— 21°3
1,8	3,6	5,3	6,8	8,4	10	11,6	13,1	14,6	16,1	19	23	29,1	30,7

PRODUCTION ET CONSOMMATION DES PHOSPHATES

La production des phosphates qui, en 1886, dépassait à peine 800 000 tonnes, en 1898 était de 3 millions, en 1909 de 5 millions (plus 2 millions de scories).

Voici, d'après The mineral industry, comment se répartissait cette production en 1907 (en milliers de tonnes métriques) : pour l'Algérie 355, la Belgique 180, le Canada 100, Christmas 290, la France 375, la Tunisie 1040, les États-Unis 2250; plus la production approximative de l'Inde allemande 25, de la Norvège 4, de la Russie 25, de l'Espagne 2, de la Suède 3, etc. Parmi les exploitations, il faut remarquer celles des gisements des îles océaniques avec leurs 700 000 tonnes prévues pour 1909; de l'île anglaise Christmas, au Sud de Java, de l'île allemande Angau, à l'Est des Philippines, de l'île anglaise Baraba et de l'île allemande Nauron, dans l'Océan, enfin celle de l'île française Makatea du groupe des Iles de la Société.

La Tunisie vient au 2e rang, avec le quart de la production mondiale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'Algérie vient au 4e rang, après les États-Unis, la Tunisie, la France. Les gisements en exploitation sont situés dans le département de Constantine, et l'exportation se fait par le port de Bône. Elle se dirige particulièrement sur l'Allemagne, puis l'Angleterre, l'Espagne, les Pays-Bas, et l'Autriche-Hongrie.

TEMPÉRATURE DE FUSION DU PLATINE

La température de fusion du platine est un point de repère précieux, à cause de l'inaltérabilité de ce métal. Mais les résultats trouvés par les différents expérimentateurs varient de 4,6 p. 100 : 1775°, Violle en 1878; 1757° et 1855°, Barus en 1894 ; 1780°, Holborn et Wien en 1895; 1760°, Holman, Lawrence et Barr en 1896 ; 1710°, J. A. Harker en 1905; 1710°, Holborn et Hennig, en 1905; 1745°, Nernst et Wartemberg, en 1905; 1789°, Holborn et Valentiner, en 1907; 1753°, G. W. Waidner et G. K. Burgess en 1907.

MM. C. Féry et C. Chéneveau (Séance de l'Académie des Sciences du 15 février 1909, Comptes rendus, p. 401) ont réalisé la fusion du platine par passage d'un courant électrique ou dans la flamme incolore d'un bec Méker, et déterminé les températures avec un pyromètre optique à absorption C. Féry. Ils ont trouvé comme moyenne des mesures, dans le premier cas 1 690° avec un fil horizontal et 1 710° avec un fil vertical, et dans le second cas 1 740°. Le chalumeau à gaz d'éclairage et oxygène a fourni des résultats oscillant entre 1 700° et 1 750° suivant que la flamme était oxydante ou réductrice. Les divergences leur semblent donc tenir surtout à la nature du milieu gazeux dans lequel on opère la fusion.

Un travail de M. l'ingénieur *Nicou* intitulé : « Les gisements de minerai de fer de la Laponie suédoise, Étude technique et économique », publié dans les Annales des Mines, 9e et 10e livr. de 1908, est le développement de celui que ces notes ont analysé dans le numéro du *Bulletin* de janvier, p. 158.

CONTROLE DE LA CONSOMMATION DU CHARBON

Le professeur *Henry E. Armstrong* a présenté au dernier meeting de l'Iron and Steel Institute (voir son Journal, vol. LXXVIII, 1908, III, p. 234) une communication sur le contrôle scientifique de la consommation du charbon.

Le faible rendement de la machine à vapeur, l'épuisement futur des mines de charbon rendent ce contrôle des plus utiles.

L'emploi d'appareils automatiques pour enregistrer le taux d'utilisation de l'oxygène de l'air, ou la température qui, elle aussi, est un facteur de bonne consommation du combustible, a déjà une action directe sur l'esprit de l'ouvrier, et par conséquent sur son effet utile.

La combustion du charbon et ses meilleures conditions ne sont pas bien connues. En 1883, H. B. Dixon a découvert qu'un mélange d'oxyde de carbone et d'hydrogène n'est plus inflammable s'il est convenablement séché ; la présence de l'humidité est nécessaire pour qu'il y ait combustion, et l'oxydation est sous la dépendance de la proportion d'humidité. Il en est de même, comme l'a démontré H. B. Baker en 1885, de la combustion du charbon, et même de celle du phosphore et du soufre.

L'eau n'étant pas un électrolyte, il faut qu'elle renferme une substance capable de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la rendre conductrice de l'électricité, si l'on suppose qu'il y a identité entre les phénomènes chimiques et les phénomènes électriques. C'est ce que H. B. Baker a montré, en 1902 ; un mélange d'oxygène et d'hydrogène n'est pas explosif, en présence d'humidité, si l'eau est absolument pure.

Les travaux de W. A. Bone et de ses collaborateurs ont présumé que ce n'est ni l'hydrogène, ni le carbone qui joue le rôle de premier combustible. L'oxydation dans la combustion semble être une hydrolyse, et l'hydrogène des hydrocarbures s'y trouve remplacé peu à peu par le groupe hydroxyle OH.

D'autre part, l'acide carbonique et l'eau ne sont que des produits ultimes de la combustion, et celle-ci comprend une série indéfinie de réactions imperceptibles.

Que savons-nous de l'action des surfaces? Les travaux de Frédéric Siemens sont presque oubliés, bien que cette action soit si importante au point de vue pratique. Quelle matière à réflexions est donc l'incandescence par le gaz, qui est obtenue grâce à la présence d'un centième de substance utile!

Les combustibles sont comme les aliments ; il faut considérer et leur qualité et leur quantité.

Les constituants des cendres exigeraient une plus grande attention. On se préoccupe peu de prévenir l'agglomération du charbon dans les foyers. Le dégagement du soufre ne reçoit pas non plus l'attention qu'il mérite, mais le problème n'a encore reçu aucune solution.

Venant au point le plus important, il ne faut pas seulement estimer un combustible d'après la détermination faite au laboratoire de sa chaleur de combustion. Celle-ci est la même pour l'hydrogène et l'oxyde de carbone, si on la détermine aux températures où l'eau est liquide; mais si on la détermine aux températures où l'eau est gazeuse, la chaleur de combustion de l'hydrogène est réduite au huitième et est bien inférieure à celle de l'oxyde de carbone. L'oxyde de carbone est donc le combustible le plus efficace.

On sait l'influence que peuvent avoir, sur leur combustion, des différences dans les propriétés mécaniques et physiques de deux charbons.

La combustion directe de l'hydrogène, de l'oxyde de carbone, du carbone dans la source génératrice d'électricité pour arriver sans détours à l'énergie électrique, voilà des problèmes de première importance pour le genre humain.

SUR L'ALTÉRATION DES HOUILLES A L'AIR

D'après *M. O. Boudouard* (Comptes rendus de l'Académie des sciences, séance du 1er février 1909, p. 284), au contact de l'air, les charbons augmentent de poids par suite de l'absorption d'oxygène ; le phénomène est beaucoup plus net si l'on fait intervenir l'action de la chaleur. Les houilles de coke, oxydées à 100°, ont perdu complètement leur pouvoir cokéfiant; de plus, elles renferment de l'acide humique, alors qu'initialement elles n'en contenaient pas. Il est facile d'obtenir une oxydation plus grande, et par suite une plus forte proportion d'acide humique, en employant un oxydant énergique comme l'acide nitrique concentré.

Ces constatations ont leur importance, car l'altération des houilles à l'air offre un intérêt considérable au point de vue pratique, puisque s'y rattache l'examen des phénomènes qui président à l'inflammation spontanée du charbon, soit dans les mines soit dans les locaux d'emmagasinage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les travaux de M. Fayol et les recherches de M. Mahler avaient déjà montré que la cause de ce phénomène réside dans une véritable oxydation de la matière charbonneuse.

LES EXPLOSIONS DE POUSSIÈRES DE CHARBON

J'ai déjà rappelé que par une de ces coïncidences dites de hasard, quelques jours avant la désastreuse explosion de Courrières (voir ces notes, 1906, p. 1054), mes notes de Chimie avaient parlé des explosions de poussières de charbon (1906, p. 216). Depuis ce temps plusieurs stations d'essais ont été établies, dans le dessein d'étudier les explosions de poussières et les moyens d'y remédier ; l'une a commencé à fonctionner à Altofts, dans le Yorkshire anglais, sur le carreau des houillères de Pope et Pearson ; elle est dirigée par M. Garforth. On trouvera dans les Annales des Mines de 1908, t. XIV, p. 115, un mémoire de M. l'ingénieur Leprince-Ringuet, chargé par le Ministre des Travaux publics de visiter cette station.

C'est en Angleterre que la question du danger des poussières de houille a été soulevée, dès 1845, par Lyell et Faraday, à la suite de l'explosion de la mine Haswell, et c'est aussi dans ce pays que furent faits, dans les débuts, les plus nombreux travaux sur ce sujet. Nous n'insisterons pas sur ces expériences très anciennes, qui n'ont actuellement qu'un intérêt rétrospectif: celles du professeur Galloway aux houillères de Llwynypia (1876-1884), celles du MM. Henry Hall et Clark au charbonnage de Wynstay (1876), celles de Morison et Marreco aux houillères d'Elswick et de Harton (1876-1879), ainsi que celles de Sir Abel au charbonnage de Garswood Hall (1880-81) ; enfin les expériences poursuivies par les soins de l'Association des ingénieurs de Chesterfield et des Comtés du Midland aux forges de Broad Oak (1879-1882). Tous ces travaux antérieurs à ceux de MM. Mallard et Le Chatelier n'avaient pas permis de faire ressortir le danger propre des poussières de houille.

Depuis 1882, la question encore fort obscure n'a guère été étudiée en Angleterre. Il n'y a à signaler que les expériences du docteur Bedson en 1891 ; des expériences de Hall en 1892-1893 faites dans un petit puits de 15 mètres ; enfin le fait constaté aux houillères de Barrow en 1892 d'une véritable explosion produite par la flamme d'une torche sur les poussières de broyage.

Au contraire, à l'étranger, avaient lieu les intéressantes séries d'expériences de la Commission prussienne du grisou à Neunkirchen (1884-85), de M. Simon à Liévin (1886-87 et 1890), de la Commission autrichienne (1891), de la galerie de Gelsenkirchen (1894 et seq).

Il est assez difficile, dit M. Leprince, de tirer, des expériences effectuées jusqu'à présent, des conclusions offrant un certain caractère de généralité ; mais il y a quelques enseignements à dégager. Ainsi la vitesse de propagation de la flamme semble croître avec celle de la violence de l'explosion ; la violence de l'explosion semble augmenter rapidement avec la longueur de la zone poussiéreuse, et avec la résistance opposée par l'expansion des gaz. Un rôle très appréciable semble appartenir aux zones stériles. Les effets dynamiques ont toujours été en augmentant rapidement avec la longueur de la zone poussiéreuse. Il y a encore un grand nombre de variables en jeu dans les expériences : température, humidité, vitesse de l'air, densité de la poussière par mètre cube, finesse de la poussière, charge de poudre ; et sans doute encore d'autres inconnues.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LES CHARBONS PHILIPPINS

Dans le Philippine Journal of science (n° de novembre 1908, p. 301), *M. Alvin J. Cox* étudie la valeur des charbons des Philippines comme combustibles industriels pour la production de la vapeur. Ces charbons ont un pourcentage de soufre très réduit. Ils ont une tendance à s'émietter. L'humidité de l'air est un facteur important sous les Tropiques, car la production de la vapeur d'eau qui passe sur le foyer peut être très énorme, et venir réduire l'efficacité du chauffage. Les charbons philippins donnent moins de cendres et moins de fumée que les charbons australiens du marché de Manille; leur pouvoir calorifique est de 6033 calories; celui des charbons australiens essayés étant de 6614 calories.

CLARIFICATION DES PÉTROLES

L'Engineering News du 24 septembre 1908 décrit le clarificateur L. W. Brown, dont le principe est intéressant. Il est employé avec succès à Kern River, Californie. Les pétroles bruts y sont très visqueux et très lourds, d = 0,973; on les trouve en mélanges intimes avec de l'eau, du sable. Autrefois, on effectuait la clarification dans des puisarts, mais la perte peut atteindre un cinquième. Le procédé Brown les clarifie en les mettant par couches minces en contact intime avec de l'eau tiède; celle-ci élimine les impuretés, et le pétrole surnage.

THÉORIE ET PRATIQUE DE LA TEINTURE

M. S. H. Higgins (Journal of the Society of chemical Industry, 1909, p. 188), au cours d'expériences sur les relations qui existent entre l'absorption de l'humidité et celle des matières colorantes par les fibres, a relevé des données intéressantes pour la pratique industrielle. Y a-t-il une relation entre l'affinité pour les colorants et la proportion d'humidité? L'auteur répond qu'on ne peut pas conclure, sauf dans le cas où les conditions d'absorption sont les mêmes.

Hübner a montré que l'absorption de l'iode ou de colorants par les fibres textiles est identique.

Étudiant l'absorption du bleu nuit et de l'humidité atmosphérique par la laine séchée, on trouve qu'après soixante-douze heures les proportions de colorant et d'humidité absorbées deviennent constantes; et elles ont atteint leur maximum. Mais si la courbe d'absorption est régulière pour le colorant, elle ne l'est pas pour l'humidité, probablement parce que, dans le dernier cas, le contact n'est pas bien conservé. De même, l'absorption par le coton de l'iode et de l'humidité présente un même caractère, elle est moindre dans les deux cas pour le coton blanchi.

Oxley a établi que le coton mercerisé ne se teint plus à fond après séchage. L'auteur trouve également que le coton ordinaire, s'il a été séché, n'absorbe plus la même proportion d'humidité. On sait d'ailleurs que les pièces de coton, qui ont été conservées quelque temps, ne se teignent plus de la même façon.

Il est intéressant de noter aussi que l'absorption de l'humidité par le coton est grandement influencée par les procédés d'apprêt. La dextrine empêche cette absorption moins que l'amidon.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

RÉSISTANCE A LA LUMIÈRE

La sensibilité à la lumière d'un composé est en relation avec des groupes déterminés de sa constitution. Quels sont ceux de ces groupes qui, dans les matières colorantes, donnent lieu à une bonne résistance à la lumière, ou à un excès de sensibilité ? *M. Kurt Gebhard* (Zeitschrift für angewandte Chemie, n° du 5 mars 1909, p. 433) résume comme il suit ses idées.

Les matières colorantes qui ont des constituants caractérisés par leur facilité d'action, tels OH,*Na*, sont très sensibles à l'action de la lumière ; tels le bleu nuit, le violet rouge 5R. — Celles qui ont des groupes caractéristiques pour une action lente, tels H,SO^4, *Br*, Cl, sont solides à la lumière ; tels la fuchsine, le vert Victoria. — Enfin celles qui renferment des constituants actifs peuvent être rendues plus solides par l'introduction de groupes plus lents ; tels le vert Victoria qui, par l'introduction de 2*Cl*, donne le vert malachite plus solide ; le rose bengale qui dérive de la fluorescéine tétraiodée par 4 *Cl* ; la rhodamie B qui dérive de la rhodamine G par la substitution de C^2H^5 à un atome de H.

SUR LES SOIES CHARGÉES

M. P. Sisley, directeur de la maison lyonnaise Vulliod, Ancel et Cie, a donné à la Revue des matières colorantes, 1909, p. 33, une étude sur les altérations des tissus de soierie chargés, question où il a une autorité toute spéciale et reconnue de tous, de même qu'il a une si belle renommée d'alpiniste.

La charge de la soie, contrairement à l'opinion répandue, dit M. P. Sisley, n'influe pas beaucoup sur la résistance, mais bien sur l'élasticité, ainsi que l'ont établi Gnehm et Banziger, Gianoli, Sisley.

La charge des soies couleurs, qui forme une gaine d'émail au silicophosphate d'étain ou d'alumine, amène, à température élevée, des altérations très nettes. Ces altérations ne sont pas dues à des causes d'ordre physique. Mais l'action de la lumière est puissante ; il y a réduction de l'hydrate stannique, oxydation de la fibre et combustion lente de celle-ci. Les rayons X, d'après des essais de M. Sisley, produisent la même altération qu'une élévation de température. A l'abri de la lumière, l'altération ne tient pas toujours à la présence des éléments de la charge, mais parfois à celle d'impuretés, surtout à celle du cuivre, et un peu à celle du fer ; cette altération à l'abri de la lumière est fortement influencée par la température et par l'humidité, enfin par la présence de faibles quantités de chlorures.

Comment remédier aux altérations des tissus chargés ? Comment paralyser l'oxydation qui occasionne l'altération de la couleur et de la fibre. L'emploi des sulfocyanates a été préconisé par O. Meister (pli cacheté du 1 février 1903, à la Société industrielle de Mulhouse), et par Gianoli (breveté) ; celui de la thiocarbamide par Sisley (breveté aussi). Le dernier procédé s'est montré parfaitement efficace.

M. P. Sisley fait suivre son mémoire d'une excellente bibliographie du sujet spécial qu'il a si bien traité et résolu.

L'étude complète de M. P. Sisley est publiée par le Bulletin de la Société industrielle de Rouen.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TEINTURES POUR CHEVEUX

Les teintures pour cheveux ont fait l'objet de quelques travaux récents, qui ont suivi l'étude historique, ethnique et médicolégale du docteur Tissot, 1898. Citons en particulier les teintures pour cheveux de M. E. Schneller, dans la Revue Scientifique du 4 avril 1908, p. 417.

On consultera dans le Journal de pharmacie et de chimie 1906, t., XXIII, p. 4021, série XXIV, p. 394; t. XXIX, 1908, p. 124, 126. Voici quelques formules que donne le Journal de pharmacie.

Bichromate de potasse avec un peu d'acide sulfurique 1 à 2,3 p. 100, et développement en pyrogallol avec un peu d'acide chlorhydrique et d'une matière colorante organique 0,30 à 5 p. 100, pour blonds divers. Molybdate d'ammoniaque 2,4 pour 100; et développement en pyrogallol 2 p. 100, pour blond roux. Nitrate de cobalt et ammoniaque 2,3 à 7,25 p. 100; et développement en pyrogallol 2,75 à 7,5 pour blond à châtain. Pour châtain foncé, nitrates d'argent et de cobalt, avec ammoniaque 8,25 et développement en pyrogallol plus hyposulfite de sodium 10 p. 100. Pour noir, paraminodi-phénylamine, o-aminophénol-sulfonate de sodium; et développement en hypochlorite.

RÉDUCTION DES TANNINS

MM. W. M. Cardner et H. H. Hodgson (Proceedings of the chemical Society of London, vol. 24, p. 272) ont étudié l'action des agents réducteurs sur les acides tannique et gallique. Leur but était d'arriver à une méthode de dosage rapide et précise, par suite de la formation d'acide benzoïque (voir Bothinger, Annales, 1890, 1 vol. 258, p. 252); *Guignet, Comptes rendus*, 1891, vol. 113, p. 200. Le rendement en acide benzoïque a été trouvé trop faible pour servir de base à un procédé de dosage. Ils sont arrivés à une meilleure méthode en se fondant sur l'action rapide qu'exercent les agents réducteurs, sur l'acide tannique en solution alcaline. On employe la solution d'iode et le peroxyde de sodium. Un grand nombre de phénols peuvent être dosés par ce procédé, que des travaux antérieurs de Messinger et Nortmann, F. Musset, A. Moullade ont déjà préparé.

THÉORIE DU TANNAGE

MM. Louis Meunier et Alphonse Seyewetz sont les inventeurs du tannage aux quinones (voir comptes rendus de l'Académie des Sciences, séance du 11 mai 1908, p. 987; brevet français, n° 385057 du 25 février 1907; les notes de chimie, n° de juin 1908, p. 852). Le moniteur scientifique, n° de février 1909, p. 91 à 104, renferme d'eux une étude du mécanisme qui préside à l'insolubilisation de la fibre dans le tannage par les divers procédés, au tannin, à l'huile, au formol, aux sels d'aluminium, de fer, de chrome.

Ils commencent par rappeler les résultats que nous avons déjà exposés dans les notes de chimie de juillet 1908, p. 1048, de MM. A. Lumière et A. Seyewetz, sur l'insolubilisation de la gélatine, ou sur sa précipitation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Existe-il une relation entre le phénomène de teinture et le phénomène d'insolubilisation de la fibre au moyen du tannin ?

D'après Knapp, puis d'après Zacharias (Zeitsch. für. ang. Chemie 1907, p. 1646), le tannage et la teinture sont deux opérations identiques, et pour Zacharias toute matière colorante peut être utilisée comme matière tannante. Nous ne pouvons pas accepter une manière de voir aussi simple. Nous estimons tout d'abord qu'il convient de ne pas confondre le phénomène de la fixation du tannin avec le phénomène de l'insolubilisation d'une fibre par le tannin.

De ce qui précède, il semble donc résulter que l'insolubilisation de la gélatine dans l'eau bouillante par les corps à fonction phénolique est très fortement influencée par l'action de l'oxygène de l'air.

La gélatine quinonisée constitue la forme la plus stable de gélatine insoluble connue jusqu'à ce jour, car elle résiste non seulement à l'action de l'eau bouillante, mais encore à l'action des alcalis étendus et des acides.

L'eau chaude décompose lentement la gélatine formolisée et permet, par des traitements répétés, de solubiliser complètement la gélatine. De même, la chaleur sèche dégage peu à peu la formaldéhyde.

Knapp (Ding. polyt. Journal, CXLIX, p. 303), fut le premier chimiste ayant étudié d'une manière scientifique la théorie du tannage; il définit un cuir comme une peau animale dont les fibres, grâce à un procédé quelconque, ne sont plus susceptibles de se coller les unes aux autres par dessiccation.

Par contre, il serait excessif de ne considérer comme constituant un cuir que les subtances dans lesquelles il y a eu insolubilisation absolue de la fibre à tel point que celle-ci résiste sans la moindre décomposition à l'action de l'eau bouillante.

A notre avis, la définition du cuir marchand doit être comprise entre ces deux conceptions, et nous définirons un cuir marchand comme étant une modification de la substance dermique imputrescible, à structure fibreuse, possédant une certaine résistance à l'action de l'eau, ainsi que des propriétés physiques et mécaniques en relation avec sa destination.

Le professeur Stiasny de Vienne a publié cette année (Collegium, 1908) tout un ensemble de travaux tendant à démontrer que le tannage n'est qu'un phénomène de précipitation colloïdale. Cette manière de voir, très brillamment soutenu par le professeur Stiasny, n'expliquerait que la fixation du tannin sur la fibre et non l'insolubilisation de celle-ci; elle ne mettrait nullement en évidence la différence d'action que l'on observe entre l'acide gallotannique d'une part et le tannin de l'écorce de chêne d'autre part.

Le tannage à la formaldéhyde n'a pas reçu en France de consécration industrielle. En Angleterre, la Société Pullmann a breveté et utilisé avec un certain succès un procédé consistant à utiliser la formaldéhyde en solution étendue en présence de carbonate de soude pour l'obtention d'un cuir blanc qui, après nourriture, présente l'aspect d'un cuir chamoisé.

D'après Gruffiths (Leather Trade Review, 1908) la présence de carbonate de soude ne serait pas nécessaire, et certains sels minéraux, comme l'alun par exemple, permettraient une application possible de la formaldéhyde dans la pratique industrielle.

Les expériences faites par l'un de nous relativement à l'action de la formaldéhyde sur la gélatine ont montré que le produit obtenu n'était pas stable, qu'il ne résistait pas à l'action de la chaleur sèche, ni à celle de l'eau chaude, de telle sorte que l'on semble plutôt avoir une combinaison moléculaire (c'est-à-dire un dérivé d'addition) qu'une véritable combinaison chimique.

Cette manière de voir coïnciderait avec nos observations personnelles sur le cuir au formol. Nous avons constaté que des cuirs parfaitement souples après leur fabrication, devenaient à la longue durs et cassants, comme s'ils perdaient petit à petit leur tannage. La fibre formolée n'est donc pas insolubilisée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

RECHERCHES SUR LES CUIRS ET PEAUX

Le Bulletin de la Société Industrielle du Nord de la France, 2e trimestre de 1908, donne, p. 147 à 184, un travail de M. le capitaine *Paul Nicolardot* récompensé au concours de 1907, et intitulé : Recherches sur les cuirs et sur les peaux. C'est en lisant les intéressantes recherches de M. Boulanger, couronnées par notre Société d'Encouragement, que M. Nicolardot a été conduit à ses recherches. Avant tout, il propose, pour moins abîmer la pièce de cuir soumise aux essais, de prélever l'échantillon non plus près de la raie du dos, mais plutôt à la limite du croupon. M. Boulanger a, en effet, établi que la résistance de la peau ou du cuir est la plus grande dans la région de l'estomac. Les essais de résistance dans le sens longitudinal, faits par M. Nicolardot, ont confirmé une des conclusions formulée par M. Boulanger. Il semble par contre que dans le collet la résistance devient plus grande dans le sens perpendiculaire à la raie du dos.

Les peaux et les cuirs peuvent renfermer, dit M. Nicolardot, de l'eau d'imbibition ou de charge qui disparaît à l'air, sous pression ordinaire; de l'eau d'hydratation normale ou d'absorption qui disparaît sous l'action du vide ou plus rapidement par étuvage à 110°; enfin de l'eau de constitution dont la disparition fait perdre à la peau et au cuir ses qualités pour ne plus les retrouver.

Dans le service de l'artillerie, on impose des maxima de 7 p. 100 d'eau pour les cuirs en plein suif, ou en suif, et pour ceux à l'huile, de 15 p. 100 pour ceux à l'eau, de 10 p. 100 pour les cuirs hongroyés. Le P. L. M. tolère jusqu'à 21 p. 100 pour les cuirs étirés. Il n'est d'ailleurs pas possible, dit l'auteur, de trouver un cuir en suif contenant aussi peu d'eau que le maximum imposé; tous les cuirs en renferment plus et beaucoup plus. L'excédent d'eau est déduit du poids de la fourniture.

En d'autres termes, les services de l'artillerie et de la cavalerie ne paient plus comme cuir l'eau, au-dessus d'une certaine teneur.

C'est par dessiccation dans le vide sulfurique que l'on détermine la teneur en eau des cuirs fournis au service de l'artillerie. Il est nécessaire, pour doser intégralement l'eau par ce procédé, de maintenir le vide pendant plusieurs jours et quelquefois pendant plusieurs semaines. Pour être exact, le procédé cesse donc d'être pratique. Aussi a-t-on eu le soin de peser les cuirs au bout de 48 heures, sans chercher à s'assurer s'ils sont arrivés ou non au poids constant. Dans de telles conditions, on ne dose que 80 à 90 p. 100 de l'eau totale.

Il a semblé à M. Nicolardot que l'on pourrait doser plus rapidement et surtout plus exactement l'eau, en épuisant d'abord les cuirs au chloroforme pour les débarrasser des matières grasses ajoutées au corroyage, puis en les séchant à poids constant à 105°-110°, comme nous l'avons déjà exposé dans ces notes.

La teneur en graisse des différentes parties d'un cuir fortement nourri peut varier en certains cas du simple au double; les régions qui absorbent le moins de matières grasses paraissent être la partie qui se trouve tout de suite en arrière du collet, puis la culée, enfin la région voisine de l'estomac.

Les variations de la teneur en eau sont beaucoup plus faibles; la teneur en eau des différentes parties du cuir tanné, en croûte, séché à fond à l'air, n'est pas la même.

Plusieurs faits ressortent de l'étude de l'influence qu'a la teneur en eau.

La résistance du cuir vert peut atteindre 19 kilog. par millimètre. La dessiccation du cuir vert traité ou non par la chaux dans le vide ou à l'étuve diminue toujours la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

résistance et l'allongement; la résistance peut diminuer de moitié. L'eau d'hydratation ou d'absorption est nécessaire; elle contribue à augmenter la résistance du cuir vert; elle est l'eau normale. Il n'en est pas de même des cuirs.

En résumé, au point de vue mécanique, l'eau normale ou eau d'hydratation ou d'absorption et l'eau d'imbibition ou de charge jouent un rôle très différent. Quand on élimine la première, la résistance et l'allongement diminuent dans tous les cuirs et souvent de près de moitié. Quand on ajoute la seconde, la résistance varie très peu dans les cuirs tannés, elle augmente même parfois; au contraire, dans les cuirs verts, les cuirs chromés et hongroyés, la résistance réelle diminue. Dans tous les cuirs, l'allongement augmente.

Les cuirs tannés renferment toujours moins d'eau (même non nourris) que les autres cuirs; c'est là peut-être une des causes de la diminution de résistance due au tannage.

SUR LE CHAMOISAGE

Les huiles qui servent à chamoiser les peaux subissent des transformations diverses. *M. André Piedallu* (séance de l'Académie des sciences du 22 février 1909, p. 510) a étudié ces transformations et leurs causes. Il a isolé dans les peaux travaillées différents microbes, et parmi les moisissures, un ascomycète, le monascus purpureus de Went, dont l'action sur l'huile est remarquable. Ce champignon acidifie les huiles, les épaissit et les brunit. Il sécrète une oxydase.

LES EXPLOSIFS

M. Oscar Guttmann, l'une des premières autorités dans les questions d'explosifs, a donné à la Royal Society of arts de Londres une série de cantor lectures intitulées : Vingt ans du progrès dans le monde des explosifs. On en trouvera le texte dans le Journal de cette Société, nos des 25 décembre, 1 et 8 janvier derniers.

Les points sur lesquels il insiste sont : le maintien en certains pays de poudres noires moins chères, l'emploi progressif du nitrate d'ammoniaque, le perfectionnement des explosifs antigrisouteux au premier rang desquels il met la bobbinite (nitrate de K 64, soufre 2, charbon 19, sulfate de Am et Cu 15; la présence de perchlorates dans le salpêtre allemand (01 p. 100 du perchlorate au maximum ne doit pas être dépassé; le sujet a excité une controverse passionnée); les rares perfectionnements apportés à la fabrication mécanique des poudres noires; les formules pour explosifs aux perchlorates qui sont presque toujours de simples modifications aux vieilles formules dans le but de les adapter à une prise de brevets; l'application inattendue d'explosifs aux chlorates comme explosifs de sûreté; les explosifs aux poudres métalliques; l'acide picrique et sa fusion; et son mélange au trinitrotoluène (tolite du service français), les améliorations apportées par MM. Nathan et Rintoul dans la fabrication de la nitroglycérine par leur nitrateur-séparateur, dont ces notes de chimie ont parlé longuement (voir notre Bulletin, n° d'octobre 1908, p. 1187); les moyens de retarder la congélation de la dynamite (dinitroglycérine, monochlor-dinitroglycérine); la purification des cotons pour coton-poudre, la stabilité de celui-ci; les poudres sans fumées; les explosifs de sûreté, etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On trouvera dans ce long exposé historique et technique une foule de détails curieux. J'en relèverai simplement quelques-uns.

« Dans un brevet de 1871, H. Sprengel revendique l'emploi de l'acide picrique, et dans sa conférence de 1873 à la Société chimique, il dit : qu'il soit remarqué ici que l'acide picrique seul, renferme une proportion suffisante d'oxygène pour le rendre, sans l'aide d'oxydants étrangers, un puissant explosif, s'il est actionné par un détonateur, et son explosion se fait pour ainsi dire sans peine. Puis on n'en entendit plus parler jusqu'en 1886 où Eugène Turpin montra à le fondre pour l'appliquer aux obus... »

« Nous avons réussi à rendre l'emploi des explosifs dans les mines bien plus sûr qu'auparavant, mais nous ne savons pas en définitive comment cela a lieu. »

COTON-POUDRE

Sur le coton-poudre et sa fabrication, du colonel *Nathan* (in Journal of the Society of chemical Industry, 1909, p. 177).

Détails intéressants sur l'historique de cette fabrication, sur le choix de la matière première et les avantages ou les inconvénients qu'elle offre, selon qu'on s'adresse aux déchets de coton ou de filature, aux cotons courte-soie, aux autres matières fibreuses, telles que la ramie, l'asclépias semilunata. La fabrication comprend la préparation mécanique de la matière première, le processus chimique de nitration dans les appareils centrifuges de purification, enfin la mise en pulpe et le lavage. De nombreux détails sont donnés sur les divers points de la fabrication. Le colonel Nathan avait commencé, par ailleurs, de résumer tous les travaux publiés sur cette question; mais il a abandonné, parce que les résultats indiqués, tout intéressants qu'ils peuvent être, ne sont que des résultats de laboratoire qui ne sont pas toujours un guide sûr pour la conduite de la pratique industrielle.

DÉSINFECTANTS

MM. S. B. Schryver et R. Lessing (Journal of the Society of chemical Industry, n° du 30 janvier 1909, p. 60) présentent une nouvelle méthode pour comparer la valeur antiseptique des désinfectants. Les méthodes les plus suivies sont celle au fil de Koch, celle de Krönig et Paul, enfin la méthode de Rideal et Walker à coefficient comparatif d'acide carbolique.

On trouvera leur exposé dans un travail très précieux de Miss Harriet Chick, publié dans le Journal of hygiene, 1908, p. 8 et 92.

L'action de la matière organique sur une solution de désinfectant peut être : ou une action oxydante du désinfectant, comme c'est le cas avec les permanganates; ou une dissolution du désinfectant dans la matière organique, ce qui enlève le désinfectant à sa sphère d'action, comme c'est le cas vis-à-vis de certains corps gras; ou avec une complexité encore plus grande, une absorption du désinfectant par la matière organique, cas examiné récemment par Ehrlich et Bechhold (Zeitschrift für physiologische Chemie, 1906, p. 47 et 163). Dans ce cas, le coefficient d'acide carbolique est considérablement abaissé, sans qu'il y ait diminution corrélative de la valeur pratique du désinfectant, surtout si le corps absorbant était celui à désinfecter. Enfin, il y a le cas des émulsions, si actives pour la désinfection, et l'action de la matière organique peut ici entraîner ou faciliter la désémulsification.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La nouvelle méthode proposée par MM. Schryver et Lessing repose sur la dégradation de la protéine et la conversion de la dextrose en acide lactique, comparativement avec l'acide phénique. Le changement chimique est caractérisé, par des variations dans la conductibilité électrique, comme l'ont déjà fait Sjoqvist (Skand. Archiv für Physiologie, 1895, p. 364); Oker-Blom et Bayliss (Journal Physiolog., 1907, p. 221), le dernier pour l'étude de la digestion tryptique.

On a comparé dans ces expériences six désinfectants, qui sont: le chlorure mercurique, la formaldéhyde, le phénol, et trois produits spéciaux. Les deux premiers se sont montrés les meilleurs.

LES EMPOISONNEMENTS PAR LE FERRO-SILICIUM

M. G. Richard, dans sa Revue de quinzaine du 8 janvier (Bulletin, p. 197), nous a entretenus de cet intéressant sujet et du rapport Wilson (voir Engineering, 1908, p. 851; cf p. 34). On trouvera dans le n° de janvier du Journal of the royal Institute of public health (Chemical News, 26 février, p. 102) le rapport sur la cause du décès des cinq émigrants russes à Grimsby, établi par le professeur *W. R. Smith*, directeur des laboratoires du Royal Institute of public health. Ce décès s'est produit au cours d'un voyage de vingt-quatre heures du steamer Ashton, le 13 décembre dernier, d'Anvers à Grimsby.

Nous n'entrerons pas dans les longs détails de l'expertise. Il suffit d'en donner les résultats. La mort est due à l'action d'hydrogène phosphoré produit dans l'attaque de siliciures de fer humide.

Comme c'est le premier cas qui se produisait en Grande-Bretagne, il a paru utile d'établir la bibliographie de la question. Nous n'étonnerons personne en disant qu'elle est encore fort brève.

Le Board of trade journal du 22 août 1907 donne un extrait du rapport du professeur Cronquist de Stockholm, sur la mort de quatre personnes à bord de l'*Olaf Wijk*.

Bahr et Lehukering dans les Vierteljahrschrift für gerichliche und oeffentliches Sanitätwesen, XXXII, 15 mars 1906, p. 123-129, ont publié les résultats d'une expertise sur la mort de deux enfants arrivée à bord d'un bateau, entre Mannheim et Duisberg. Les auteurs mentionnent d'autres cas de mort survenus à bord de bateaux transportant du siliciure de fer. Lehnkering attribue la mort à la production de l'hydrogène phosphoré. Sur l'action physiologique de celui-ci, il y a peu de documents. Le plus ancien semble être d'Eulenberg qui, dans son Die Lehre von den giftigen Gasen, 1865, p. 424, dit que 1/400 dans l'air est mortel pour l'homme. Une thèse russe de Brillant, une autre de Schulz sur ce sujet, se trouvent citées dans ses Archiv für exp. Path. und Pharmacie, XV, p. 438, et XXVII, p. 314. Ils donnent comme mortelle pour les lapins, en dix-huit minutes, une proportion de PH^3 de 0,459 p. 100 dans l'air. Il n'y a comme symptômes post-mortem qu'une certaine congestion des organes intestinaux et une forte hyperhémie des poumons accompagnée de taches. Ce sont les mêmes symptômes que chez l'homme. Les symptômes ante-morten sont les vomissements, la soif et la somnolence.

Sur la même question, voir une communication de *MM. Bruylants et Druyts*, à l'Académie royale de médecine de Belgique, séance du 30 janvier 1909.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

INTOXICATION PAR L'ÉMAILLAGE DES VASES CULINAIRES

La discussion sur l'intoxication plombique qui vient de se poursuivre à l'Académie de médecine rend d'actualité la petite note que *M. P. Carles* a présentée à la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux (procès-verbaux, année 1907-1908, p. 24).

L'étameur de vaisselle culinaire ajoute « un supplément de métal apte à revivifier le vieux ». Ce régénérateur est formé de : étain 50, antimoine 15 et plomb 35. A la ménagère qui a donné de l'étain pur ou à peu près, on lui rend un alliage où cet étain ne figure plus que pour la moitié.

M. P. Carles a démontré que l'action dissolvante du plomb par certaines eaux potables est d'autant plus rapide que le plomb est plus impur (Journal de pharmacie et de chimie, XII, 1900, p. 517). L'antimoine résiste mieux. « Voilà pourquoi lorsque les salades, tomates, oseille et aliments acides de toute nature ont dissous la majeure partie du plomb le plus superficiel, les belles cuillères du fraudeur deviennent noires. Cette couleur est en partie provoquée par l'antimoine dont c'est la teinte. Au surplus, ces couverts, à cause même du plomb, sont beaucoup plus sensibles que l'étain blanc et salubre à l'oxydation initiale et à la sulfuration noire que détermine le soufre de l'oignon, de l'ail, des navets, des choux, des œufs et autres, de telle sorte que, du mirage du début, il ne reste bientôt à la ménagère que des couverts sans valeur marchande et plus noirs que n'eût été jamais l'étain. »

L'insalubrité diminue sans doute avec l'usage, mais elle est toujours prête à se manifester brusquement. Le jour où la ménagère, jalouse de son matériel, les décape et récure avec de la cendre, du sable ou du papier de verre, afin d'en faire des couverts d'argent, alors le plomb, mis à nu, se dissout.

C'est cette irrégularité dans la protection du plomb sous-jacent qui a mis les hygiénistes en désaccord. C'est elle qui a fait dire à Proust que l'alliage de 1 d'étain et 3 de plomb ne cède pas de plomb à l'acide acétique, tandis que Pleischl affirme qu'il y a toujours dissolution, quelles que soient les proportions de l'alliage. Quant à Roussin, il a écrit que l'alliage à 5 p. 100 de plomb ne cède rien à l'acide acétique, qu'il faut arriver pour cela à 10 p. 100 de plomb (Dict. Wurtz, art. Plomb).

A. Gautier, qui est l'hygiéniste actuel le plus au courant de la question du plomb, a écrit que les effets du plomb sont d'autant plus redoutables qu'ils sont au début lents, obscurs, insidieux et faciles à confondre avec les symptômes qui se manifestent à la suite d'une foule de causes banales de débilitation. « L'étamage, écrit M. A. Gautier, tel qu'il se fait aujourd'hui est une pratique essentiellement inutile et dangereuse. Par suite d'une indifférence coupable on laisse les étameurs employer des alliages plombiques au lieu d'étain fin prescrit par la loi ».

Sur la même question, un rapport a été porté devant le Comité d'hygiène publique et de salubrité de la Seine, par l'éminent professeur *Armand Gautier*.

La Chambre syndicale des patrons rétameurs de la Seine a demandé, dit ce rapport, qu'une importante modification soit apportée à l'article 5 de l'ordonnance de police du 31 décembre 1890 qui interdit d'employer, à l'étamage ou au rétamage des vases ustensiles servant aux usages culinaires, des bains qui ne contiendraient pas au moins 97 p. 100 d'étain dosé à l'état d'acide métastannique, ou qui renfermeraient plus de un demi pour 100 de plomb, ou un demi-millième d'arsenic. Les patrons rétameurs demandent qu'on tolère dans leurs bains d'étamage, et par conséquent dans la couche superficielle d'étain des pièces étamées, un dixième ou un douzième au moins de plomb.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette demande des rétameurs se renouvelle ainsi de dix en dix années environ. En fait, leur insistance a réussi à faire abaisser le taux de l'étain des étamages, 99 p. 100 d'étain pur, au taux actuel de 97 p. 100. Le 20 août 1890, le ministre de l'Intérieur décidait, après avis du Comité consultatif d'hygiène publique, que désormais la composition de l'étain employé à l'étamage et au rétamage des vases culinaires devrait contenir au moins 97 p. 100 d'étain (au lieu de 99 p. 100), et au plus un demi p. 100 de plomb.

Cette fois ce n'est plus une tolérance de un demi p. 100 de plomb que demandent les patrons rétameurs; ils réclament qu'on leur accorde que l'étain d'étamage pourra contenir de 8 à 10 p. 100 de ce dangereux métal.

1° L'étain du commerce, disent-ils, que l'on vend en saumons ou baguettes pour l'étamage, est le plus souvent au titre de 97 p. 100 d'étain, quelquefois même inférieur à ce titre. Cette affirmation est inexacte : les commerciaux, les bonnes marques courantes donnent au moins 99 p. 100 d'étain et souvent plus.

2° MM. les maîtres rétameurs disent que non seulement l'étamage à 10 p. 100 de plomb n'offre, pour l'usage culinaire courant, aucun inconvénient, mais que fussent-ils étamés avec un alliage à 25 p. 100 de plomb nos ustensiles de cuisine ne feraient courir absolument aucun danger à la santé des consommateurs.

Nous croyons qu'il y a lieu de maintenir intégralement les dispositions interdisant d'employer soit comme feuilles destinées à envelopper les confiseries, fruits, chocolats, etc., soit pour le rétamage des ustensiles culinaires, des alliages d'étain contenant moins de 97 p. 100 d'étain et plus de 1 et demi p. 100 de plomb. Nous pensons aussi qu'étant données les idées dangereuses de la Chambre syndicale des rétameurs sur l'innocuité du plomb dans les alliages d'étain d'étamage qu'ils emploient, il convient qu'une surveillance très active de l'étamage soit faite par les services spéciaux.

REMÈDES SECRETS

Bien intéressante est l'analyse de poudre Coza, rapportée par *M. Dulière* à l'Académie de Bruxelles (J. de pharmacie, n° du 16 janvier 1909, p. 87). La poudre Coza est un remède secret contre l'ivrognerie, qui vient d'Angleterre et qui est d'ailleurs prohibée en plusieurs pays.

L'analyse de M. Dulière a fourni par paquet $0^{gr},15$ de bicarbonate de soude de mauvaise qualité et $0^{gr},15$ de poudres végétales : anis, canelle, girofles. La boîte de trente paquets se vend 12 francs et vaut quelques centimes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTES D'AGRICULTURE

par **M. Hitier**

Sur la diffusion des engrais salins dans la terre. — Note de MM. A. Müntz et H. Gaudechon. (C. R. A. S., 1 février 1909 et Annales de l'Institut national agronomique, 2e série, tome VII, fascicule 2).

On admet généralement que les matières salines qu'on emploie pour la fumure des terres, telles que le nitrate de soude, le sulfate d'ammoniaque, le chlorure et le sulfate de potassium, pour ne citer que les plus usitées, se diffusent rapidement dans la terre, à la suite de la dissolution qu'elles subissent au contact de l'eau du sol.

Est-ce exact, c'est ce dont ont voulu se rendre compte MM. Müntz et Gaudechon en recherchant la manière dont se comporte la matière saline quand on la jette à la surface du sol ou qu'on l'incorpore à ce dernier.

De place en place, à une faible profondeur, dans une terre séchée à l'air, contenant 7 à 8 p. 100 d'eau et ayant la couleur relativement claire qui dénote le caractère de la siccité relative, furent enfouis des cristaux de nitrate de soude, de chlorure de potassium. Au bout de 1 à 2 jours on vit apparaître, à l'endroit où le sel avait été déposé, des taches humides qui fonçaient la couleur de la terre et qui s'agrandirent graduellement, de jour en jour, pendant des semaines et même des mois, comme le ferait une tache d'huile sur le papier. La surface du sol fut alors comme tigrée. Si l'on examine séparément la terre prise dans le noyau humide formé à l'endroit où le sel a été déposé et la terre prise dans les intervalles entre ces noyaux humides, on constate qu'aucune trace du sel ne s'est diffusée dans ces intervalles, mais que ceux-ci se sont desséchés au profit du noyau salin.

Il en résulte, dans une terre primitivement homogène, une division en deux parties distinctes : 1° la partie où le sel a été déposé, où il s'est dissous et où il est resté concentré dans un rayon peu étendu qui a absorbé l'humidité des parties voisines ; 2° les intervalles où aucune trace du sel n'est parvenue et qui se sont desséchés au profit de la zone salée.

Dans un des essais, par exemple, sur une terre légère contenant 4,3 p. 100 d'eau et sur laquelle avait été placé en un point du chlorure de potassium, on a constaté au bout de 10 jours :

	P. 100 d'eau.
Dans les taches salées.	8,7
Dans les intervalles entre les taches.	3,1

Quant au chlorure de potassium, voici comment il se trouvait réparti au bout du même temps :

	P. 100 de terre.
Dans la tache salée.	1,48
A 20 mm. de la tache.	0,03
Dans la terre primitive témoin.	0,03

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Aucune trace de sel ne s'était donc diffusée dans la terre en dehors du noyau humide qui s'était formé autour du point où le cristal de sel avait été déposé.

Le fait est général, quelle que soit la nature des terres, d'après les observations de MM. Müntz et Gaudechon :

« Ces observations donnent l'explication d'un fait souvent constaté dans la pratique agricole, celui de la mauvaise levée des graines quand on répand des engrais salins à l'époque des semailles. Voici ce qui se produit alors : les graines qui tombent dans les parties humides, où le sel reste concentré, se trouvent en présence d'une solution fortement salée, qui fait périr la jeune plante dès la germination; celles qui tombent dans les intervalles entre les taches sont en présence d'une terre qui s'est desséchée par la migration de l'eau et dès lors la germination n'a plus lieu. »

MM. Müntz et Gaudechon ont encore recherché ce qui advient au point de vue de la répartition du sel qui est donné à une terre, lorsque celle-ci, au lieu d'être sèche, est fraîche ou franchement humide.

Ils ont pu constater dans ce dernier cas une diffusion du sel, mais faible et très lente.

L'eau de pluie enfin, tombant sur un sol ayant reçu des engrais solubles, ne répartit pas ceux-ci rapidement; son effet se borne à opérer un déplacement, de haut en bas, de la solution salée, sans diffusion latérale sensible.

Ce n'est que lorsque les pluies sont très prolongées qu'on peut constater un léger développement en éventail, indiquant un lent cheminement du sel de proche en proche.

« En résumé, nous devons regarder la terre comme un milieu discontinu, dans lequel la difusion des matériaux, même les plus solubles, ne se fait qu'avec une extrême lenteur, où peuvent coexister, pendant un long temps, des zones de composition différente que les façons culturales finissent par unifier. »

Ces recherches de MM. Müntz et Gaudechon expliquent un fait que nous avons constaté à plusieurs reprises, comme tous ceux qui cultivent la betterave, lorsque l'on répand des engrais au cours de la végétation.

Il arrive que, dans le but d'activer la végétation de cette plante en mai, parfois en juin, on sème à la volée sur le champ de betteraves 100 à 150 kilogrammes de nitrate de soude en supplément. Surviennent, après cet épandage, de fortes pluies, l'effet du nitrate est très sensible; mais survienne au contraire une période de sécheresse, l'effet du nitrate est non seulement nul, mais très nuisible; « il dessèche encore plus la terre », avaient remarqué les praticiens, et ils avaient raison.

C'est pourquoi on doit, pensons-nous, être très prudent dans l'emploi du nitrate de soude en couverture sur la betterave; il n'y a pas lieu, sous notre climat des régions à betteraves en France, de réserver l'emploi du nitrate de soude exclusivement après la levée de cette plante, comme on a conseillé de le faire en Allemagne; il faut incorporer la plus grosse partie du nitrate au sol, avant les semailles, et répandre le supplément lors des binages, de façon, ici encore, à mélanger le mieux possible le sel à la terre.

Contribution à l'étude du pouvoir absorbant et des dissolutions du sol, par MM. Eug. Rousseaux et Ch. Brioux (Annales de la science agronomique et Journal d'agriculture pratique, 25 février et 4 mars 1909).

Dans le *Bulletin* de la Société d'Encouragement a paru, en 1907, un très important mémoire de MM. E. Rousseaux et Ch. Brioux sur la culture de l'asperge dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'Auxerrois : au début de leurs recherches MM. E. Rousseaux et Ch. Brioux ont eu à examiner les sols de la région dite des *sables verts* lesquels y forment la presque totalité des aspergeries (1).

A côté de déterminations sur la physiologie et les exigences de la plante en principes fertilisants, ils ont dû faire rentrer en ligne de compte la constitution physique et la composition chimique des terres pour l'application rationnelle des fumures les mieux appropriées à la culture envisagée.

Dans leurs champs d'expériences, l'application des engrais chimiques a donné des résultats assez différents, parfois même peu en rapport avec la teneur brute des sols en principes nutritifs.

MM. Eug. Rousseaux et Ch. Brioux ont donc été conduits à étudier ces sols sableux plus en détail au point de vue des éléments assimilables qu'ils renferment et du mécanisme de leur pouvoir absorbant à l'égard des matières fertilisantes. L'examen des conditions de cette absorption a fait l'objet, de leur part, d'essais nombreux et variés qui leur ont permis de réunir des observations très intéressantes.

Tout d'abord MM. Eug. Rousseaux et Ch. Brioux cherchèrent à établir quelles étaient les matières fertilisantes entraînées par les eaux traversant le sol et, d'autre part, comment se comportaient à cet égard leurs terres sableuses comparativement avec des terres renfermant notablement plus d'argile et de calcaire.

Voici d'ailleurs la composition des deux premières terres mises en expérience :

Pour 1 000 de terre fine.

	Terre sableuse des Courlis.	Terre argilo-calcaire du portlandien.
Sablier grossier siliceux	827,0	332,0
— calcaire	0,0	29,0
Sable fin siliceux	150,0	359,0
— calcaire	3,3	55,0
Argile	15,2	216,4
Humus	4,5	8,6
Total	1 000,0	1 000,0

Analyse chimique (pour 1 000 de terre fine).

	Terre sableuse des Courlis.	Terre argilo-calcaire du portlandien.
Azote	0,46	1,70
Acide phosphorique total	0,73	3,25
Acide phosphorique combiné à la matière noire (*)	0,15	0,39
Acide phosphorique assimilable (**)	0,37	1,45
Potasse	0,34	2,76
Dont potasse assimilable	0,11	0,30
Chaux totale	1,85	non dosée
Carbonate de chaux	traces	82,0
Peroxyde de fer et albumine	12,20	92,15
(*) Soit respectivement	20,5	12,0
(**) Soit respectivement	50,6	44,6

pour 100 de l'acide phosphorique total.

(1) Nous rappellerons que les recherches de MM. E. Rousseaux et Ch. Brioux, qui ont eu, pour les cultivateurs de l'asperge, une portée considérable et ont amené d'autre part ces savants aux études actuelles d'un si haut intérêt, ont été entreprises grâce à une subvention mise à leur disposition par notre Société.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La terre des Courlis, pauvre en chaux, est d'une richesse moyenne en acide phosphorique, 0,73 p. 1 000 ; mais elle en renferme une très forte proportion, soit la moitié, à l'état assimilable. La terre argilo-calcaire est très riche en acide phosphorique ; une proportion très notable de cet élément (44,6 p. 100) est également soluble dans l'acide citrique faible.

A ces deux terres furent intimement mélangés des engrais ; puis, les terres ainsi additionnées de matières fertilisantes furent soumises à des arrosages ménagés à intervalles plus ou moins espacés.

Les eaux d'infiltration recueillies goutte à goutte et analogues comme concentration aux dissolutions du sol fournies par l'appareil à déplacement de M. Th. Schlœsing père, étaient analysées ; on avait alors tous les éléments nécessaires pour déterminer la proportion des matières fertilisantes entraînées.

Nous nous bornons ici à ne donner que les résultats obtenus dans l'analyse des eaux de drainage, sans pouvoir, faute de place, y consigner la façon dont furent conduites ces expériences.

	Composition de l'eau de drainage par litre.	
	Pot n° 1 (terre sableuse).	Pot n° 2 (terre argilo-calcaire).
	gr.	gr.
Azote nitrique	0,103	0,529
Acide phosphorique	0,0162	0,0005
Potasse	0,038	0,067
Chaux	0,309	1,162
Anhydride sulfurique	0,231	0,304
Chlore	0,045	0,160

On laissa les terres sécher dans les pots, puis, après un mois et demi de repos, elles furent remaniées, ameublies et arrosées comme précédemment.

Les résultats trouvés sont du même ordre : la température étant plus élevée en juillet, le pouvoir absorbant de l'eau pour certains éléments est un peu plus considérable dans la deuxième expérience.

De ces essais, il résulte que l'azote nitrique, la chaux, l'acide sulfurique et le chlore ne sont pas retenus ; ils sont d'ailleurs en proportions variables suivant la richesse des sols expérimentés, et ont été surtout enlevés par les arrosages du mois de mai.

L'entraînement de potasse est assez notable ; on sait qu'il est en rapport avec la quantité de ce principe qui en est contenue dans le sol ou apportée par les engrais.

L'acide sulfurique principalement introduit par l'engrais a été entraîné presque totalement par le premier arrosage.

Le fait très intéressant consiste dans la richesse en acide phosphorique de l'eau de drainage du pot n° 1 (terre sableuse) : l'eau dissout 16 à 18 milligrammes d'acide phosphorique par litre pour ce sable extrêmement pauvre en chaux, tandis que la terre argilo-calcaire, très riche en acide phosphorique (même assimilable), n'en laisse dissoudre que très peu, soit $0^{mgr},5$ à $0^{mgr},7$.

L'eau de drainage du sable était légèrement ambrée, indice d'une proportion sensible de matières humiques, tandis que celle de la terre calcaire était tout à fait incolore.

L'acide phosphorique trouvé en quantité aussi notable dans les dissolutions du sol sableux provient-il de l'engrais ajouté qui aurait été incomplètement retenu ou bien de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'acide phosphorique préexistant dans la terre à un état de solubilité plus élevé qu'on observe généralement dans les terres normales ?

Des recherches de MM. Eug. Rousseaux et Ch. Brieux, dont on trouvera le détail dans les mémoires cités, il résulte qu'il y a entraînement de l'acide phosphorique aussi bien dans le cas de la terre sableuse sans engrais que dans le cas de la terre sableuse avec engrais. L'acide phosphorique du superphosphate, par exemple, a été retenu, et l'acide phosphorique trouvé dans les eaux de drainage provient de l'acide phosphorique préexistant dans la terre. Cela tient à certaines propriétés inhérentes à cette terre.

Dans cette terre très pauvre en chaux et peu argileuse, moyennement riche en acide phosphorique, cet élément se trouve en grande partie à l'état de combinaison avec la matière humique du sol. (L'humus de cette terre contenait 33,3 p. 1 000 d'acide phosphorique.) Le manque de chaux empêche l'immobilisation complète des humates et la solubilité dans l'eau de l'acide phosphorique doit être augmentée par la présence d'une assez notable proportion de matière humique soluble ($0^{gr},153$ par litre de dissolution du sol).

MM. Eug. Rousseaux et Ch. Brioux montrèrent, du reste, expérimentalement que la chaux libre des scories et surtout celle fournie par un chaulage avait la propriété de restreindre très notablement cette solubilité des matières humiques et de l'acide phosphorique.

Des scories furent mélangées à la terre sableuse dans la proportion correspondante à une dose de 1 000 kilogrammes de scories par hectare apportant 200 kilogrammes de chaux vive à l'hectare, — de la chaux vive fut enfin incorporée à un autre lot de terre sableuse dans la proportion correspondant à un chaulage de 2 500 kilogrammes de chaux vive à l'hectare.

L'effet produit par les scories et la chaux vive fut des plus nets. La teneur en acide phosphorique des dissolutions de sol est tombée de 18 milligrammes (sable témoin) à 7 milligrammes (sable avec scories) puis à $2^{mgr},7$ (sable avec chaux).

C'est donc bien, pour cette terre, au manque de chaux par rapport à la quantité de matière noire et de l'acide phosphorique total qu'il faut attribuer la richesse des eaux souterraines en acide phosphorique.

MM. Rousseaux et Ch. Brioux ont enfin voulu voir si le chaulage, qui ramène à des proportions plus normales la dose d'acide phosphorique des dissolutions du sol, ne diminue pas également la quantité de l'acide phosphorique assimilable de la terre. Ils ont trouvé, d'après un dosage fait suivant la méthode de Dyer, la même proportion d'acide phosphorique assimilable avant et après le chaulage.

En résumé, le chaulage peut donc éviter dans ces sortes de terre sableuse, lorsqu'on les laisse en jachère nue, un entraînement de l'acide phosphorique par les eaux de drainage; mais il n'a pas l'inconvénient de diminuer, comme on aurait pu le craindre, la dose d'acide phosphorique assimilable par et conséquent la fertilité vis-à-vis de cet élément.

Comme conclusion, encore, au point de vue pratique, dans les sols sableux un peu humifères, dépourvus de chaux, les cultivateurs doivent donc toujours, à plus d'un titre, préférer les scories comme engrais phosphaté.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Influence de la couleur du sol sur la végétation et la fructification de la vigne, par L. Ravaz, professeur à l'École nationale d'Agriculture de Montpellier (Annales de l'École nationale d'Agriculture de Montpellier, juillet 1908).

La plupart des agronomes, et les anciens plus encore que les modernes, attribuent à la couleur du sol un rôle plus ou moins important dans le développement des végétaux.

C'est ce que rappelle M. L. Ravaz qui cite, à propos de la vigne, les opinions du comte de Gasparin, Creuzé-Latouche, docteur Guyot, etc. Vignerons et agronomes admettent qu'il y a une relation plus ou moins étroite entre le développement de la vigne et la couleur du sol qui la porte.

Mais cette influence de la couleur du sol sur le développement des végétaux, de la vigne en particulier, est-elle considérable ? et si oui, comment s'exerce-t-elle ? C'est ce qu'a examiné M. L. Ravaz de la façon suivante :

Une parcelle de vignes de 99 souches a été recouverte, sur toute sa surface, d'une couche de $0^m,07$ à $0^m,04$ de béton à base de chaux hydraulique et de mâchefer, un anneau vide de $0^m,12$ à $0^m,15$, a été conservé au pied des ceps, afin d'assurer la pénétration des eaux de pluie dans le sol ; puis cette parcelle bétonnée a été colorée : 1/3 en blanc, 1/3 en rouge ocracé, couleur de beaucoup de terres de nos vignobles, et 1/3 en noir, couleur des terres crayeuses des Charentes, des vignobles de paluds.

En regard et à côté de ces trois parcelles, furent ménagés les témoins nécessaires, en sol grisâtre et cultivé à la manière ordinaire, c'est-à-dire maintenu très meublé et exempt de mauvaises herbes par des labours.

Chaque parcelle d'expérience ou témoin a reçu trois thermomètres : 2 maxima, donnant la température du sol, à $0^m,10$ de profondeur et de l'air à $0^m,25$; un minima donnant la température de l'air également à $0^m,25$. L'expérience commencée en 1906 se continuera plusieurs années.

Le mémoire de M. L. Ravaz contient de nombreux tableaux de chiffres résumant les observations faites sur les températures de l'air et du sol de mars à novembre.

M. Ravez en a déduit les conclusions suivantes : la température de l'air, maxima ou minima, d'une façon générale, n'est pas sensiblement modifiée ; et cela explique que les phénomènes de la végétation : débourrement, floraison et même véraison soient restés simultanés sur tous les carrés.

La température du sol, par contre, à $0^m,10$ de profondeur, est beaucoup plus élevée sous le rouge et le noir que dans le témoin et sous le blanc.

Or, voici le poids moyen de sarments par souche obtenus par M. Ravaz :

Carré blanc.	1,18	Témoin	1
Carré rouge.	1,57	Témoin	1
Carré noir.	1,73	Témoin	1

Les badigeonnages rouge et noir ont presque doublé la vigueur de la souche et, pour M. Ravaz, il semble bien que, au moins jusqu'à une certaine limite qui n'a pas été atteinte dans ses expériences, l'activité de la végétation soit parallèle à l'accroissement de la température du sol.

S'il en est ainsi, conclut M. Ravaz, si la vigueur d'une plante dépend si étroitement de la température du sol, on s'explique la merveilleuse efficacité du mâchefer répandu à la surface du sol, dans les expériences d'Oberlin de Geisenheim, de Foëx, etc. ; on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

s'explique aussi, peut-être, l'influence des cailloux siliceux sur la qualité du vin (expériences de M. Oberlin). Ne facilitent-ils pas l'échauffement du sol et de l'air? Quoi qu'il en soit ces expériences tendent à montrer que la température du sol est un des facteurs les plus importants de la croissance des végétaux, puisque, chez la vigne, elle peut faire varier du simple au double la vigueur, ce qu'aucune fumure ne peut réaliser. Et, comme la température est fonction de la couleur, on voit qu'un simple badigeonnage noir ou rouge peut être plus efficace pour le développement de la plante qu'un apport considérable de matières fertilisantes.

« Cela explique, peut-être, pourquoi la vigne se développe si bien dans les sables stériles des bords de la mer (qui s'échauffent facilement) ou dans les terres rouges du diluvium alpin, etc.; pourquoi, aussi, dans les terres fortement irriguées avec des eaux froides, il faut tant de matières fertilisantes pour obtenir de bons résultats; peut-être aussi, pourquoi les engrais ont relativement peu d'action dans les pays très chauds, et je n'indique que les hypothèses qui viennent à l'esprit relativement à la nutrition des végétaux. »

Osservazioni e ricerche entorno alla temperatura del suolo agrario. Di S. de Grazia (Annali della R. Stazione chimico agraria sperimentale di Roma, série 2, volume II, 1907-1908).

Précisément le dernier volume de la station agronomique de Rome contient une étude du professeur Grazia : « Influence de la température du sol sur l'accroissement de la plante durant la première phase de son développement », qui vient tout à fait à l'appui des observations de M. Ravaz.

Les essais portaient sur la pomme de terre, le maïs, le chanvre, le blé; on fit varier la température du sol de 10 à 15 degrés centigrades seulement; à part les différences de température de la terre, les vases où furent placées les plantes étaient exactement dans les mêmes conditions de sol, d'humidité, de température de l'air extérieur.

Pommes de terre, maïs, chanvre, blé bénéficièrent largement de l'augmentation de température du sol; les racines et les tiges, les racines surtout, sous l'influence d'une température plus élevée, prirent un plus grand développement; par exemple, *pour le maïs* 31 jours après la semaille, dans le vase dont le sol était maintenu à la température de 11°,64, la longueur totale des racines d'un pied était de 2 800 millimètres, le poids total des racines desséchées à 100° de 0^{gr},3685; — dans le vase maintenu à 15,67, la longueur totale des racines était de 11 200 millimètres, leur poids (racines desséchées à 100°) de 0^{gr},5810.

L'emploi des engrais chimiques dans la culture de la lavande (Ed. Zacharewicz, Revue de viticulture, 21 décembre 1905, et L. Granel, prime d'honneur en Vaucluse, 1907).

L'emploi des engrais chimiques est économique et avantageux non seulement dans les cultures intensives, mais peut l'être également pour la production de plantes que l'on a l'habitude d'obtenir en culture très extensive ou même de récolter souvent simplement sur les terrains rocheux et caillouteux, là où elles poussent spontanément. Tel est le cas pour certaines plantes à parfum.

Dans le compte rendu de la prime d'honneur du département de Vaucluse, le rapporteur, M. L. Granel, donne d'intéressants détails sur la culture de la lavande faite d'une façon méthodique et raisonnée dans les fermes du Crozat et du Toti, dans le canton

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'Apt, à 800 mètres d'altitude. Sur ces fermes exploitées par M. Clément Martel, 100 hectares sont cultivés en lavande. Il s'agit ici de la lavande vraie (*Lavandula vera*), qu'il ne faut pas confondre avec la lavande asper (*Lavandula aspera*) dont l'odeur est plus forte et moins suave et qui fournit une essence ou huile de peu de valeur.

Tout d'abord la culture raisonnée de la lavande, labour avant l'hiver, labour en mars (cette dernière façon faite de manière à disposer les plantes ainsi buttées en lignes distantes de $0^m,70$ à $0^m,80$), augmente sensiblement la végétation et la floraison de la plante.

Mais ce sont surtout les engrais chimiques dont l'emploi donne d'excellents résultats. Suivant les indications de M. Zacharewicz, M. Martel répand entre les rangées de lavande avant le labour de mars le mélange suivant par hectare : 100 kilogrammes de chlorure de potassium, 100 kilogrammes de nitrate de soude en plus, enfin du superphosphate comme richesse à la dose de 18/20 à 300 kilogrammes.

Dans des essais comparatifs les parcelles témoins, sans engrais, donnèrent 2 000 kilogrammes à l'hectare, les parcelles fumées 3 500 kilogrammes, soit une augmentation de 1 500 kilogrammes.

En outre, distillés séparément, 1 000 kilogrammes du témoin donnèrent 6 kilogrammes d'essence; 1 000 kilogrammes de lavande fumée en donnèrent 8. Les rendements en essence furent alors, à l'hectare : lavande sans engrais 12 kilogrammes; avec engrais 28 kilogrammes; et l'essence provenant de la lavande fumée est bien meilleure et fait prime.

En somme, l'action des engrais chimiques et de la culture ont fait plus que doubler la production de la lavande qui devient dans cette condition une culture particulièrement avantageuse, surtout dans les terrains ingrats où elle se pratique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTES DE MÉCANIQUE

Pinces de *MM. Weiss et J. Bardet.*

Les mâchoires AA (fig. 1 à 4) (1) de la pince de M. Weiss (2) serrent parallèlement

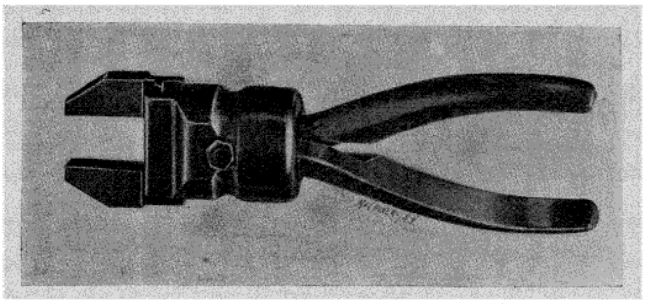


Fig. 1. — Pinces *Weiss*.

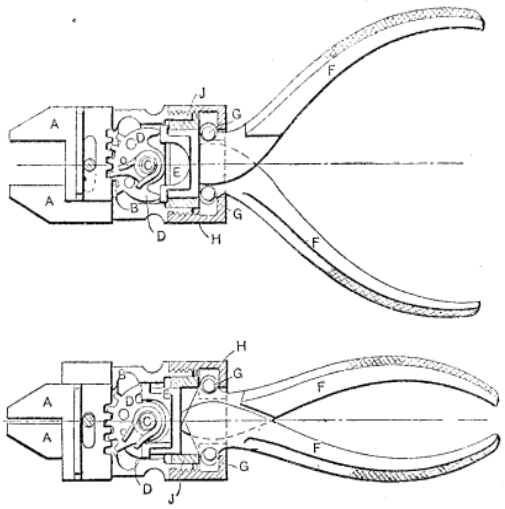


Fig. 2 et 3. — Pinces *Weiss*.

comme celles d'un étau. A cet effet, lorsqu'on ferme les poignées FF, comme de figure 3

(1) *Machinery*, mars 1909, p. 552.
(2) Cherry St., Waterbury, Connecticut.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à figure 6, ces poignées, pivotant en HH sur G, repoussent le coulisseau E qui, pressant sur les extrémités D des deux secteurs dentés B, fous sur l'axe C et en prise avec les crémaillères correspondantes des mâchoires AA, serre très fortement ces mâchoires.

Quand les mâchoires sont desserrées, on peut les faire tourner avec le corps B autour de l'axe de la pince, puis ce jeu est, pendant le serrage, supprimé par le frotte-

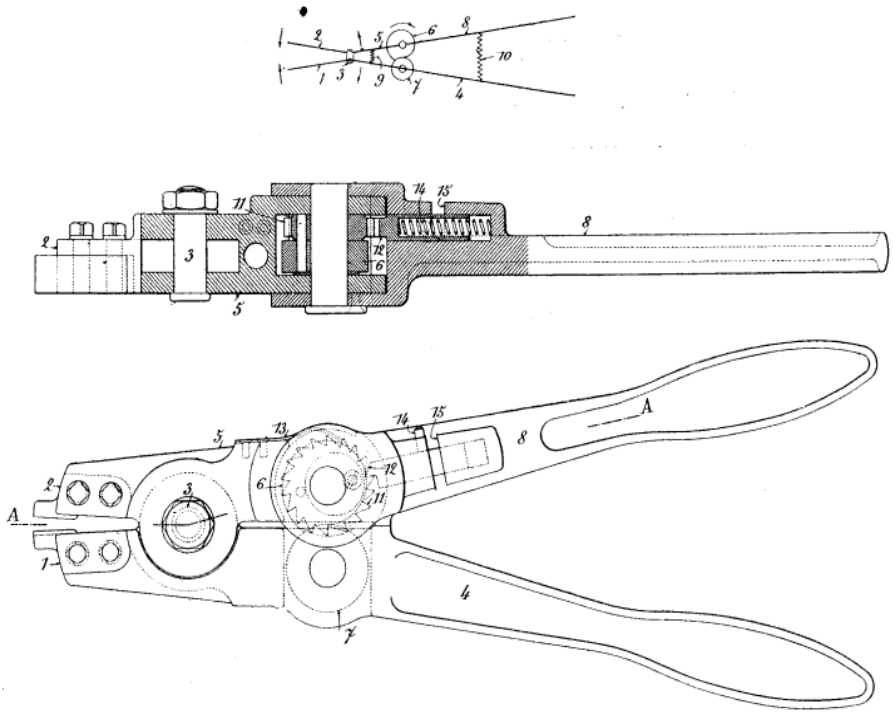


Fig. 4 à 6. — Pinces *Bardet*.

ment de G sur H ; cette rotation facilite le desserrage d'un écrou, par exemple, par cette pince.

La pince à main de M. Bardet, pour couper, poinçonner, perforer, river, permet d'exercer des efforts utiles beaucoup plus considérables qu'avec les pinces usuelles de mêmes dimensions.

A cet effet, le rapprochement des mâchoires de la pince est produit par un mouvement de va-et-vient répété des branches ou poignées de cette pince et par l'intermédiaire d'un mécanisme avec encliquetage qui transmet des poignées aux mâchoires les mouvements angulaires d'un sens déterminé et réduits dans une proportion déterminée.

Ce dispositif permet d'obtenir, avec les mêmes dimensions de mâchoires et de poignées, la même ouverture angulaire et le même effort sur les poignées, un serrage des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mâchoires n fois plus considérable, n désignant le nombre d'oscillations doubles qu'on doit imprimer aux poignées pour produire la fermeture complète des mâchoires.

Comme on le voit d'après le schéma (fig. 4) (1), la pince comporte deux mâchoires 1 et 2, reliées par une articulation 3, dont l'une est munie d'une poignée 4, et l'autre d'un levier 5, sur lequel est pivotée une came en limaçon 6, qui agit sur un galet 7, porté par la poignée 4. Pour obliger cette came à tourner, on emploie une poignée 8, articulée sur le bras 5 et muni d'un encliquetage approprié, agissant sur une roue (non représentée) solidaire de la came 6 de façon qu'en imprimant à la poignée 8 un mouvement de va-et-vient répété, la came subit une série de mouvements angulaires de même sens et peut accomplir une révolution complète. On comprend que si, au début du fonctionnement, le galet 7 repose contre la partie de la came qui a le plus petit rayon, la rotation de la came ainsi obtenue obligera le galet et la poignée 4 à s'écarter progressivement du levier 5, d'où le rapprochement des mâchoires 1 et 2.

Un ressort 9 sollicite les leviers 4 et 5 à se rapprocher l'un de l'autre, ce qui maintient la came en contact avec le galet et fait ouvrir la pince quand la came est convenablement tournée. Le ressort de compression 10, qui tend à écarter la poignée 8 de la poignée 4, est particulièrement utile dans le cas où la pince doit être tenue et manœuvrée par une seule main.

Dans la forme d'exécution indiquée aux figures 5 et 6, les chiffres de référence désignent les mêmes organes qu'en figure 1. En outre, 11 désigne une roue à rochet fixée solidement à la came 6, et avec laquelle engrènent un cliquet d'entraînement à ressort 12, monté dans la poignée 8 et un cliquet de retenue 13, fixé au levier 5. On peut au besoin agencer ces cliquets de manière à permettre de les débrayer lorsqu'on désire faire tourner la came en arrière afin d'ouvrir la pince avant qu'elle n'ait été complètement fermée, par exemple, en faisant tourner le cliquet 12 d'un demi-tour sur lui-même à l'aide d'un tenon 14, mobile dans une rainure 15, formée dans le logement de ce cliquet sur la poignée 8.

QUELQUES JOINTS POUR TUYAUTERIES DE HAUTE PRESSION (2)

Les figures 7 à 18 représentent quelques joints pour tuyaux de vapeur à haute pression et surchauffée employés aux États-Unis.

Les joints vissés, avec ou sans rabattement en A (fig. 7), ou bague de cuivre matée (fig. 8) exigent un filetage très exact et non déformé par le transport, ce qui est difficile pour des diamètres supérieurs à 500 millimètres. Le joint à brides fretté (fig. 9), avec rabattement en A et cuivre refoulé en B, exigent une portée exacte du bout du tube sur le serrage de la bride, avec mandrinage et rabattement dans la bride frettée.

Le joint Van Stone primitif (fig. 10) ne tient pas compte de l'étirage des rabattements B et C par leur courbure, comme l'indique, d'une façon exagérée, le tracé pointillé de la figure 11 et la tangente BB, qui donne l'inclinaison de l'élément extrême du collet sur son plat normal CC. On y remédie en creusant les brides suivant l'inclinaison BB (fig. 12 à 14).

Le serrage des collets A se fait métal sur métal ou sur une garniture en métal

(1) Brevet français 348 647 de 1905.
(2) *Power*, 2 mars 1909.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

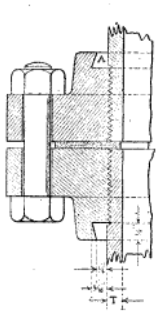


Fig. 7.

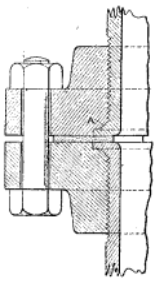


Fig. 8.

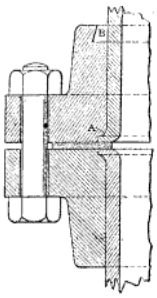


Fig. 9.

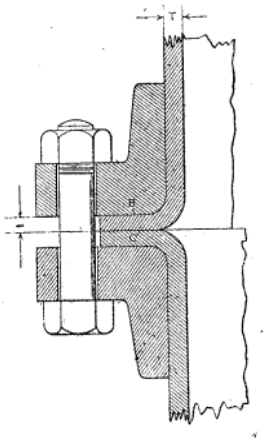


Fig. 10. — Joint *Van Stone* prim tif.

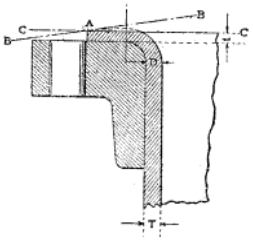


Fig. 11.

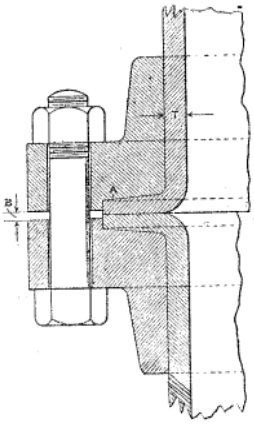


Fig. 12.

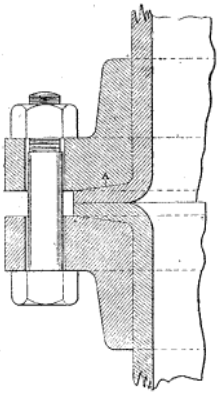


Fig. 13. — Joint *Cranelap*.

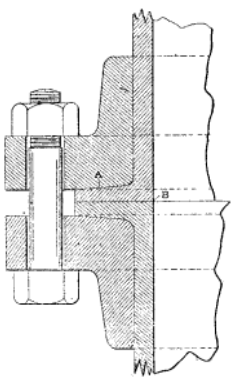


Fig. 14. — Joint *Cranelap*.

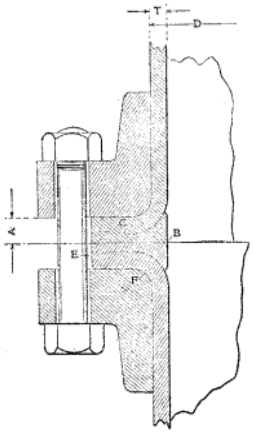


Fig. 15. — Joint *Whitlock*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

doux qui peut avoir, comme en figure 15, en B, une forme spéciale se prêtant au renforcement des collets en F et une épaisseur, en A, plus grande que celle T du tuyau.

En figure 16, le joint est renforcé par une bande de métal soudée CB, qui rend l'épaisseur des collets à l'extérieur plus grande que celle T du tuyau. Les brides ne portent que sur CB en raison du tournage conique de leur noyau. Les collets doivent

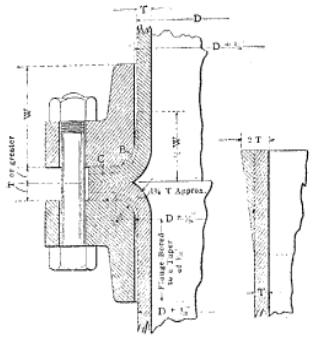


Fig. 16. — Joint *Van Stone* renforcé.

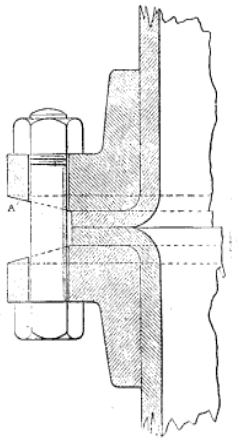


Fig. 17. — Joint *Van Stone* à brides biseautées.

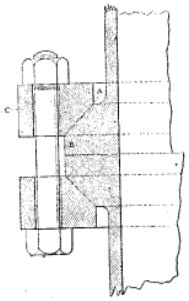


Fig. 18.

être tournés et très propres sur leurs deux faces intérieure et extérieure. La faculté de pouvoir faire tourner les brides sur les tuyaux en facilite le montage en amenant les trous de leurs boulons aisément en regard. Ces brides sont en fonte ou en acier laminé. Parfois on les biseaute, comme en figure 17, pour faciliter l'accès à la garniture du joint et son renouvellement.

Enfin, on commence à employer des joints par collets à soudure autogène sur leurs tuyaux, comme en figure 18, et brides coniques C, faciles à assembler. Un léger renforcement du métal rend l'assemblage des collets aussi résistant que les tuyaux eux-mêmes.

Essais de soupapes de sureté, d'après *M. P. C. Darling* (1).

Les expériences de M. P. C. Darling ont été exécutées avec des soupapes montées les unes sur une chaudière Babcox, les autres sur une locomotive, au moyen de l'appareil représenté par la figure 19.

La soupape, montée sur la chaudière comme en pratique, était reliée à la fois à un amplificateur à cadran, qui permettait d'en lire la levée, et à un enregistreur à papier déroulé par un moteur sur lequel cette levée s'inscrivait avec une amplification de 8. Un manomètre donnait la pression de la chaudière et ces pressions se notaient sur le papier de l'enregistreur par des trous d'étincelles électriques d'un interrupteur.

Les essais ont porté sur sept types de soupapes pour chaudières fixes de 100 milli-

(1) *American Society of Mechanical Engineers*, 23 février 1909. *Railroad Age Gazette*, 5 mars, p. 451 et *Engineering News*, 11 mars, p. 208.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mètres de diamètre, et neuf pour locomotives, dont six de 63 millimètres de diamètre, toutes pour des pressions de 14 kilogrammes.

Pour les sept soupapes de chaudières fixes et de 100 millimètres, dont les ouvertures et fermetures étaient, comme celles des autres d'ailleurs, très rapides, la levée moyenne a été de 2 millimètres à l'ouverture et de $1^{mm},10$ à la fermeture; ces levées ont été, respectivement, pour les soupapes la plus et la moins sensible, de $3^{mm},5$ et

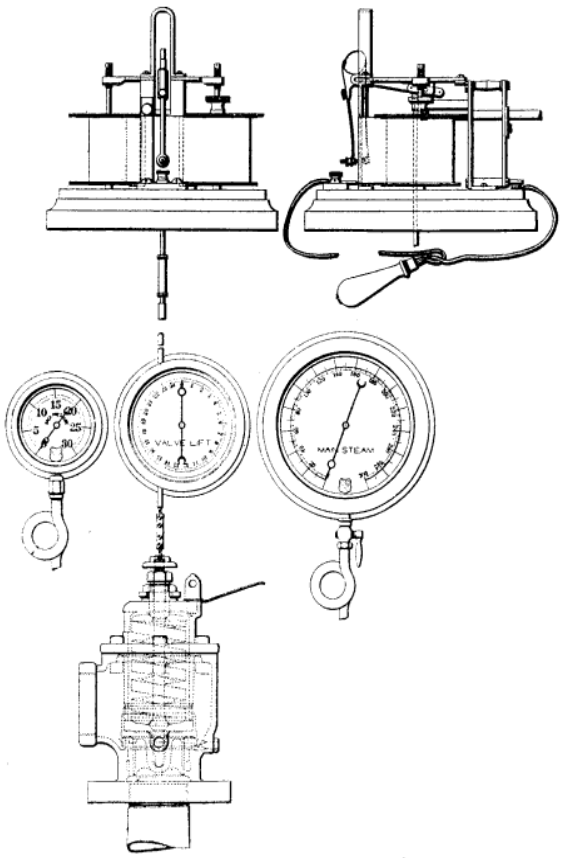


Fig. 19. — Appareil *Darling* pour l'essai des soupapes.

$0^{mm},7$ à l'ouverture, $2^{mm},2$ et $0^{mm},4$ à la fermeture. La plus petite levée n'a été que des 34,4 p. 100 de la plus grande. La moyenne des levées des six soupapes de 63 millimètres a été de $1^{mm},5$ à l'ouverture et de $0^{mm},75$ à la fermeture, la plus petite des levées n'atteignant que les 36,4 p. 100 de la grande ; et toutes ces soupapes, avec des variations de 300 p. 100 dans leurs levées, sont pourtant considérées, aux États-Unis, comme équivalentes, bien que leur capacité ou leur débit de vapeur varie du simple au tiers à diamètre égal.

On devrait se servir, pour le calcul des soupapes, de la formule de Napier (1) après

(1) G. Richard, *La chaudière locomotive*, p. 259.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avoir déterminé expérimentalement le coefficient de cette formule pour différentes pressions de vapeur, formes de soupapes, etc., et c'est dans ce but que l'on a exécuté, au laboratoire de la société Babcox Wilcox, à Barberton, des essais sur les soupapes de locomotives de 38,76 et 89 millimètres, avec ou sans silencieux, dont la levée était limitée (fig. 20) par une vis micrométrique sensible au millième de pouce. Chacun des essais durait trois heures, avec observations de la température et de la pression de la vapeur surchauffée à 30° environ toutes les trois minutes ; la dépense d'eau se mesurait toutes les demi-heures.

La formule de Napier est la suivante : $E = C \times a \times P$, dans laquelle P est la pression

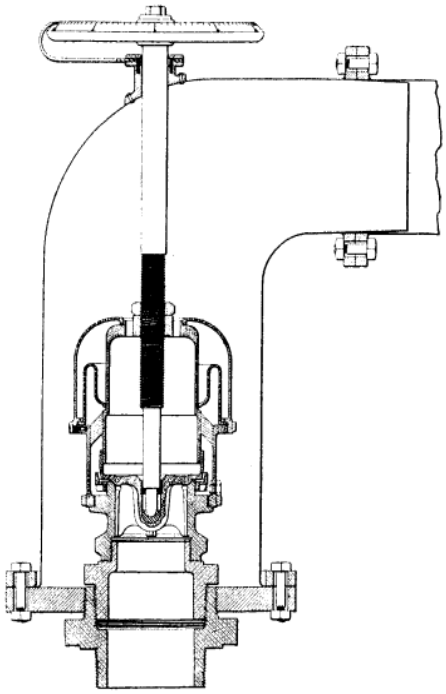


Fig. 20. — Appareil pour la mesure du débit des soupapes.

absolue dans la chaudière sous la soupape, a la section ou l'aire de sortie ouverte par la levée de la soupape, E le débit de vapeur par heure et C un coefficient qui se détermine expérimentalement par la mesure de a, P et E.

D'après ces essais, le coefficient C est indépendant de la pression entre $3^{kg},5$ et $10^{kg},5$ et aussi de la forme du disque de la soupape au delà de son siège, au point que la présence d'un rebord à 90° de ce disque n'a presque pas d'effet, et qu'on peut le monter ou le descendre sans rien changer au débit de la soupape. La présence d'un silencieux, comme sur les soupapes de locomotives, n'a pas non plus d'action, elle diminue le débit de 2 p. 100 à peine. La constante C diminue, mais très peu, avec la levée de la soupape.

La valeur de C, pour les soupapes essayées, est d'environ 47,5, avec P en livres par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pouce carré ou en kilogrammes par centimètre carré, E en livres ou en kilogrammes et a en pouces ou en centimètres carrés, au lieu des 51,4 de la formule théorique de Napier.

Si l'on désigne par L la levée de la soupape et par β l'inclinaison de son siège, on a, pour un diamètre D de la soupape, $a = L \pi D \sin \beta$, d'où $E = 105{,}5\ L\ D\ P$ pour $\beta = 45°$, et $D = 0{,}0095 \frac{E}{LP}$.

Pour des sièges plats, on a $E = 149\ L\ D\ P$, et $D = 0{,}0067 \frac{E}{LP}$.

La capacité maxima des soupapes de 100 millimètres a été, par heure, de 5 400 kil. de vapeur à 14 kil. de pression et la minima de 1 770 kil. : en moyenne 3 350 kil. Les soupapes de locomotives de 90 millimètres de diamètre ont débité, en moyenne, 2 750 kil., au maximum 5 000, et au minimum 1 800.

On peut aussi exprimer E en fonction de la surface de chauffe H par la formule $E = C' \frac{H}{LP}$, la constante C' dépendant alors de la vaporisation par unité de surface de chauffe V. Pour V au maximum de 7 livres par pied carré de chauffe et par heure (34 kil. par mètre carré), cas des chaudières tubulaires et à tubes d'eau non surmenées, $C' = 0{,}068$ (1). Pour $V = 10$ (50 kil. par mètre carré), cas des chaudières marines très actives, $C' = 0{,}095$; pour les locomotives $C' = 0{,}055$.

APPAREIL SELLERS A ESSAYER LES SABOTS DE FREINS (2)

Dans cette machine, le sabot de frein à essayer A (fig. 21 et 22) est appuyé sur le

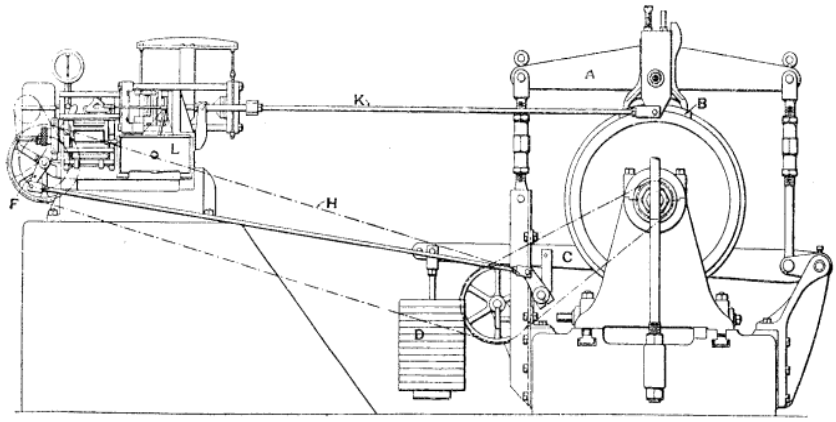


Fig. 21. — Appareil *Sellers* pour l'essai des sabots de freins.

bandage d'une roue de voiture par l'action du poids D, que multiplie le renvoi C A. La roue est mise en rotation directement par une dynamo sur l'arbre de laquelle se

(1) Avec E en livres, H en pieds carrés, L en pouces, et P en livres par pouce carré. En mesures françaises, avec E en kil., H en mètres carrés, L en centimètres et P en kil. par centimètre carré, il faut multiplier le C' anglais par 0,85.

(2) *Railroad Age Gazette*, 26 février, p. 415.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trouve un volant, et le frottement du sabot sur le bandage de la roue se manifeste par une traction sur la bielle K′ d'un dynamomètre enregistreur dont le tambour reçoit, de la chaîne H, un mouvement de rotation fonction de celui de la roue. Un dash-pot L amortit les broutements de K′.

Le volant à jante en anneaux d'acier laminé, de manière à y reporter presque tout son poids et à le rendre le plus léger possible pour une énergie donnée, a $1^{m},37$ de diamètre et pèse 4900 kil., poids qui, joint à ceux de la dynamo, de son arbre et de la roue fait, qu'à la vitesse de 800 tours, la force vide de rotation du système équivaut à celle afférente, en service, à l'une des roues d'un wagon de 80 tonnes lancé à 130 kilomètres. La vitesse périphérique du volant est alors de $56^{m},75$ par seconde.

Pour faire un essai, on lance progressivement l'attirail à une vitesse légèrement

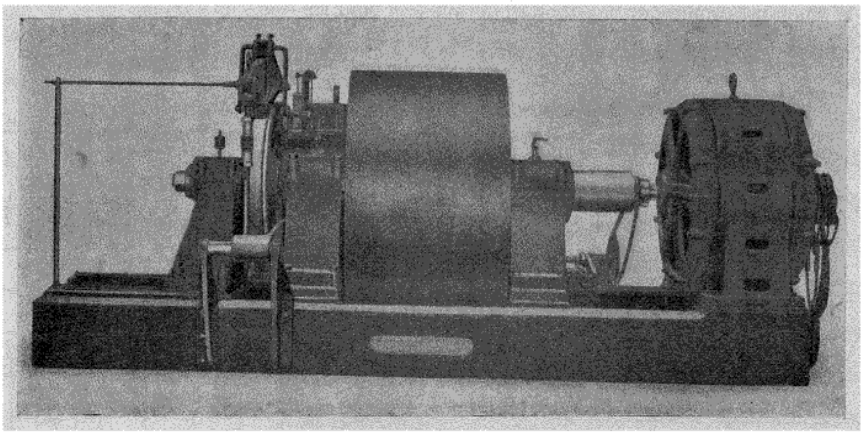


Fig. 22. — Appareil *Sellers* pour l'essai des sabots de freins.

supérieure à celle à laquelle on veut faire l'essai, on coupe le circuit de la dynamo et, dès que cette vitesse est acquise, comme le montre un tachymètre, on déclanche, par FC, le renvoi du contrepoids D, qui serre immédiatement le frein avec une pression connue. Le crayon de l'enregistreur trace la courbe du frottement du sabot en fonction des distances parcourues jusqu'à l'arrêt de la roue ; les temps sont pointés sur le diagramme par un chronographe. On peut déduire de ce diagramme le coefficient moyen de frottement du sabot dans les circonstances de l'essai.

Une auge est disposée de manière à permettre de mouiller la roue pendant un essai correspondant à un arrêt en temps de pluie.

Cette machine fonctionne à la fonderie de sabots de freins de Mahwab, pour laquelle elle a été étudiée. Elle est complétée par une machine-outil qui permet de centrer le sabot en essai exactement à la courbure du bandage de la roue en quelques minutes.

Pour évaluer les usures des sabots, on fait trois essais d'arrêt à la vitesse de 32 kilomètres à l'heure, et sous une charge de 900 kil. ; on pèse le sabot avant et après l'essai, et l'on a ainsi son usure pour un travail de frottement donné par les diagrammes. Des essais ont montré qu'un sabot d'une surface de contact de 70 centimètres carrés avait le même coefficient de frottement que ceux de 290 centimètres carrés, portée usuelle, mais s'usaient beaucoup plus vite en raison de leur échauffement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MACHINE PERMETTANT D'APPRÉCIER L'EFFET DES PLATS DES ROUES DE WAGONS SUR LES RAILS D'APRÈS *M. H. Benjamin* (1).

Soit (fig. 23) une roue de diamètre D ayant un plat de longueur $L = CP_1$. Pendant qu'elle tourne, en roulant à la vitesse v, autour de C d'un angle θ, jusqu'à ce que P vienne en R au contact du rail, son centre descend de A en A', avec une vitesse représentée par bc, et telle que : $bc = v \sin\theta = v\ CP/CB = v\ L/D$, en frappant le rail avec une énergie de $E = \frac{Pv^2}{2g}\frac{L^2}{D^2}$, P étant la charge en C.

On voit que, toutes choses égales, l'importance des chocs est proportionnelle au carré de la longueur L des plats, longueur que l'association de Master Car Builders d'Amérique propose de réduire à 50 millimètres pour les roues de wagons.

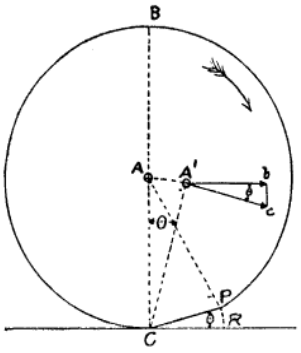


Fig. 23.

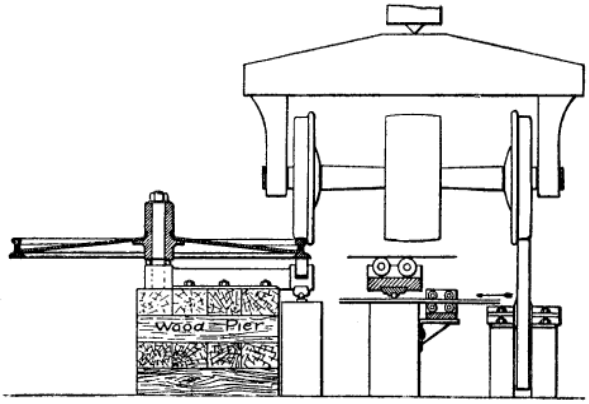


Fig. 24. — Appareil *Benjamin*.

Mais cette formule ne donne qu'une idée assez vague de l'importance réelle de ces chocs, importance que préciserait la machine que M. Benjamin propose d'installer au laboratoire mécanique de l'Université de Purdue, dont il est le directeur.

Dans cette machine, le rail est (fig. 24) représenté par une jante à son profit, fixée sur un plateau de grand diamètre horizontal, entraîné autour de son pivot par le bandage d'une roue de wagon convenablement chargée, montée sur un essieu commandé par une courroie, et dont l'autre roue appuie sur une galet. Au droit de sa roue, le rail pose sur une paire de galets montés dans un chariot reposant sur une bille au-dessous de laquelle passe, tirée par une friction, et sur un enclume, une bande de métal doux.

A chaque passage d'un méplat, la bille frappe une empreinte dans cette bande, et on peut apprécier l'importance des chocs correspondants en frappant, par une bille identique, des empreintes sur une même bande au moyen d'un marteau ou d'une presse d'action connue.

(1) *Railroad Age Gazette*, 27 novembre, p. 145.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PROCÈS-VERBAUX

DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

SÉANCE DU 26 FÉVRIER 1909

Présidence de *M. Livache*, vice-président.

M. Livache présente les excuses de *M. Gruner*, président, retenu par une indisposition et lui souhaite de tout cœur un prompt rétablissement.

M. Boudouard remercie la Société d'Encouragement de la subvention de 3000 francs qui lui a été accordée pour des *recherches sur la purification des aciers au four électrique*.

RAPPORT DE MM. LES SECRÉTAIRES.

MM. Hitier et **Toulon**, secrétaires, présentent, avec remerciements aux donateurs, différents ouvrages offerts pour notre bibliothèque et dont la bibliographie sera donnée au *Bulletin*.

REVUE DE LA QUINZAINE, par *M. G. Richard*.

Je vous ai, dans notre séance du 25 octobre 1907 (1), à propos de l'effondrement du pont de Québec, signalé l'incertitude où l'on est de la résistance des longues poutres ou colonnes en treillis chargées en bout et travaillant à la compression flambante, et l'intérêt qu'il y aurait à pouvoir étudier cette résistance au moyen de machines à essayer assez grandes et puissantes pour pouvoir opérer sur ces poutres mêmes. Le laboratoire d'essais de matériaux du Geological Survey des États-Unis vient de donner l'ordre aux constructeurs bien connus T. Olsen et C°, de Philadelphie, de construire une de ces machines, que voici en cette projection.

C'est, comme vous le voyez (fig. 1), une machine colossale, de 24 mètres de haut, d'un poids de 200 tonnes, pouvant recevoir entre ses plateaux des poutres de $19^{m},50$. Les quatre vis qui relient le cylindre hydraulique au plateau supérieur de la machine sont écartées de $1^{m},50$; elles ont 340 millimètres de diamètre, et le plateau supérieur s'y ajuste par quatre écrous à pignons hélicoïdaux roulant sur billes et commandées par une dynamo de 15 chevaux.

(1) *Bulletin* d'octobre 1907, p. 1066.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

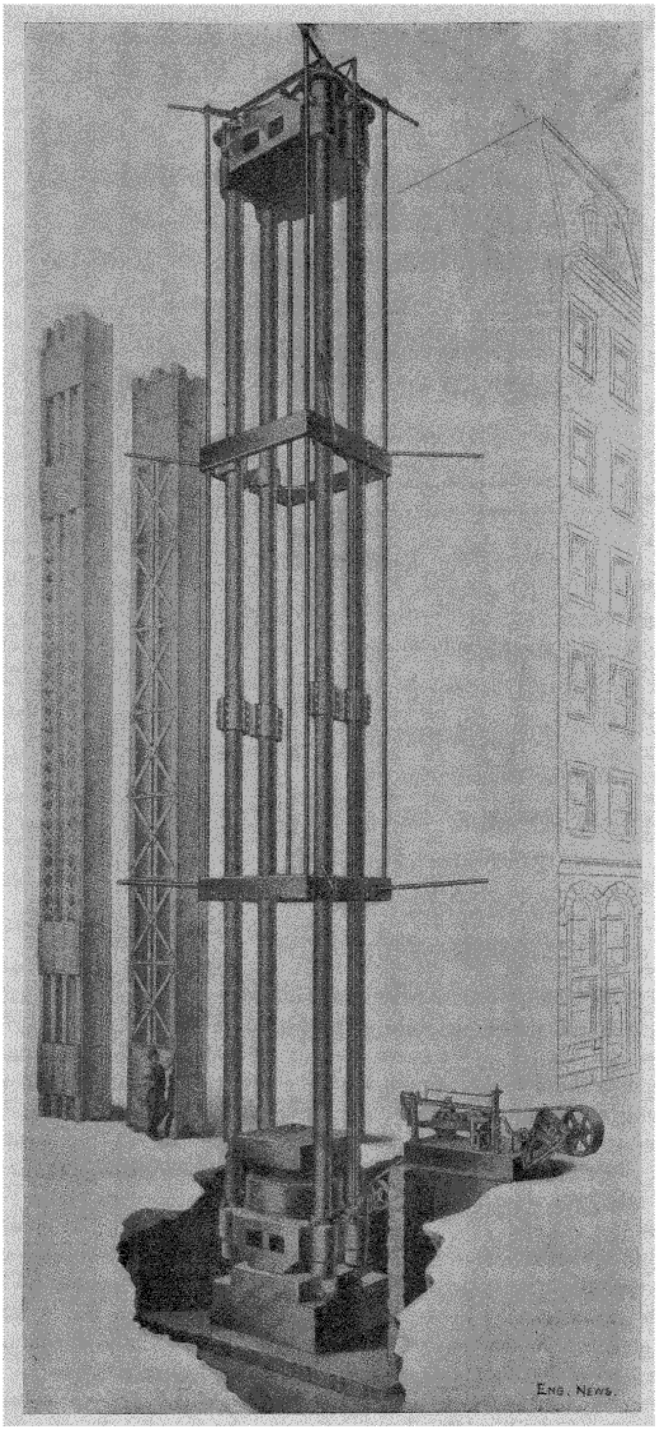


Fig. 1. — Machine à essayer *Olsen* de 5000 tonnes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le cylindre hydraulique a un piston de $1^{m},27$ de diamètre à course de 610 millimètres, marchant à la vitesse de 250 millimètres par minute pour la mise à hauteur de son plateau, puis variant de 13 à $0^{mm},4$ par minute lorsqu'on marche en charge. La pression est donnée par une pompe que commande une dynamo et se transmet à un diaphragme de 140 millimètres de diamètre, qui agit sur la bascule indicatrice des charges. Ces charges peuvent aller jusqu'à 5 000 tonnes, et doivent être mesurées avec une exactitude de 1 p. 100 à partir de 50 000 kilogrammes.

Non content de ce monstre, le Congrès des États-Unis vient de commander à M. Émery, sur les mêmes principes que sa célèbre machine de 360 tonnes de l'arsenal de Watertown (1) une machine pouvant exercer des efforts de 10 000 tonnes en compression et de 5 000 tonnes en traction sur des pièces de 30 mètres de long. Prix 8 750 000 francs. Les plateaux auront $2^{m},45 \times 3^{m},60$. La machine sera pourvue des dispositifs nécessaires pour pouvoir essayer à l'écrasement jusqu'à 10 000 tonnes des colonnes de 30 mètres de long et des pierres, blocs, etc. Le poids de cette machine est évalué à 3 500 tonnes, sa longueur à 60 mètres ; elle aura 9 mètres $\times 7^{m},50$ de base. C'est donc un véritable colosse, certainement, et pour longtemps, la machine à essayer la plus grande du monde; souhaitons que son utilité soit à la hauteur de sa grandeur, mais cela ne dépend pas de cette grandeur seule (2).

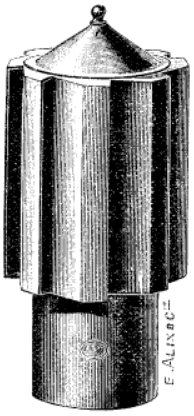


Fig. 2. — Fumivore *Cauchemont*.

Les appareils fumivores destinés, non pas à empêcher la fumée de se produire, mais à empêcher la fumée produite de se rabattre dans les appartements, sont, comme vous le savez, innombrables et de formes les plus diverses. En général, ils ne fonctionnent pas très bien : ceux qui sont mobiles, et dont le fonctionnement suppose leur orientation automatique dans le vent, ne tardent pas à s'encrasser; les autres se bouchent ou se refusent, pour une raison ou pour une autre, au service peut-être trop délicat qu'on leur demande, car il suffit d'un rien, d'une variation de tirage infinitésimale, pour qu'une cheminée se mette à fumer. Voici néanmoins un de ces appareils dû à *M. Cauchemont* (3), qui est appliqué sur un grand nombre de cheminées à Paris, et qui semble faire exception à la règle ci-dessus.

Il a, tout d'abord, l'avantage, comme vous le voyez (fig. 2), d'une grande simplicité ; en outre, il est immobile. C'est une simple lanterne ouverte sur la cheminée qu'elle coiffe, fermée par le haut, et percée de larges ouvertures tangentielles par où s'engouffrent tous les vents. La théorie de cet appareil est que, grâce à la disposition de ces orifices, le vent, qui s'engouffre d'un côté de la lanterne et sort par l'autre, tourbillonne dans cette lanterne de manière à y déterminer une aspiration entraînant la fumée au lieu de la rabattre.

Voici, quelle que soit la justesse de cette théorie, une expérience qui vous montrera que l'appareil fonctionne bien comme si elle était exacte. Dans cette petite lampe,

(1) *Portefeuille des machines*, novembre 1906 ; *Revue de mecanique*, janvier 1899 p. 75.
(2) *Engineering News*, 11 février 1909.
(3) 10, rue de l'Aqueduc, Paris.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dont le verre figure une cheminée, brûle un morceau d'amadou qui dégage sa petite colonne de fumée toute droite quand il n'y a rien sur le verre. Si je souffle au-dessus du verre avec ce petit ventilateur, vous voyez immédiatement la fumée se rabattre dans le verre et au dehors. Je coiffe maintenant le verre d'un appareil fumivore, et vous voyez que j'ai beau souffler dans tous les sens sur l'appareil, la colonne de fumée persiste à sortir du verre toute droite, mieux même que si l'on ne soufflait pas, et il n'y a pas, il semble, de raison pour qu'il ne se passe pas en grand, dans une cheminée coiffée de ce fumivore, ce qui se passe en petit dans ce verre de lampe.

L'appareil dont vous avez sous les yeux la projection se rapporte aussi à l'hygiène, il est dû à M. le docteur *Sartory*, docteur ès sciences, préparateur à l'École supérieure de pharmacie et a pour objet de permettre de stériliser rapidement l'air d'une chambre de malade ou d'une salle d'opération ; il le fait en forçant l'air de cette salle à passer sur une résistance électrique appropriée portée à une température suffisamment élevée pour amener l'air qui la traverse à 160° environ, température suffisante pour l'anéantissement des microbes dangereux.

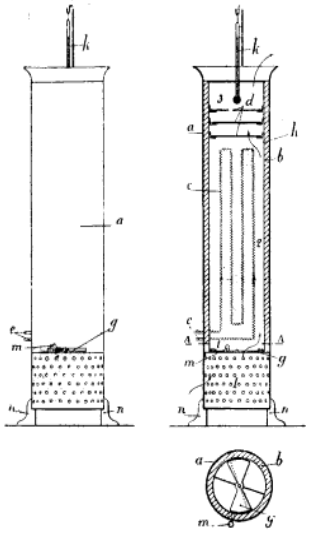


Fig. 3. — Stérilisateur *Sartory*.

Il consiste comme vous le voyez (fig. 3), en *une enveloppe tubulaire* divisée en *trois chambres; une chambre médiane* de longueur convenable munie extérieurement d'une prise de courant reliée à des résistances électriques logées à l'intérieur de la dite chambre ; cette chambre médiane communique par un orifice d'une certaine dimension réglable avec la *chambre inférieure* qui forme compartiment d'appel d'air froid ; à sa partie supérieure, la *chambre de chauffe* ou de stérilisation proprement dite communique avec une *chambre supérieure de filtration et de mélange;* l'ensemble forme une cheminée d'appel, de chauffe et de décharge à travers laquelle passe successivement tout l'air ambiant chargé de bactéries, pour être chauffé à la température de stérilisation et évacué après stérilisation complète.

A est une enveloppe qu'une couche de calorifuge *b* sépare du manteau *h* de la chambre 2. Le fond plein *i* de cette chambre est percé d'un orifice de communication avec la chambre inférieure 1 d'appel d'air, laquelle est formée par un prolongement inférieur perforé de l'enveloppe *a*. L'orifice de communication entre les chambres 1 et 2 peut être plus ou moins découvert au moyen d'un registre *g* manœuvrable du dehors par un bouton *m*.

Dans la chambre 2 sont disposées des résistances électriques, constituées de préférence par un fil métallique en chicane *c*, dont les extrémités aboutissent à une prise de courant extérieur *e*. Dans la partie haute de la chambre tubulaire 2, est formée une chambre supérieure 3 dite chambre de mélange, où sont disposées une série de cloisons filtrantes *d* en tissus d'amiante. Un thermomètre K peut être supporté à l'intérieur de la chambre 3. Celle-ci peut être terminée par une embouchure semblable à celle des poêles ou cheminées usuels.

L'ensemble de l'appareil est monté sur des pieds *n*, munis de roulettes et pourvu d'une poignée facilitant son transport.

Les bornes *e* ayant été reliées à une source de courant convenable, les résistances *c* s'échauffent et la circulation de l'air s'établit automatiquement. Au bout d'un certain temps,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'air ambiant est complètement stérilisé si les résistances sont convenablement disposées et si l'appareil a une longueur voulue. Les fils *d* arrêtent les poussières.

Cet appareil a été soumis, d'après le *Bulletin de la Société de biologie* (1), à de nombreuses expériences, d'où il résulte que, dans une chambre de 100 mètres, et dont l'atmosphère contenait, à l'origine, 40 à 50 000 bactéries par mètre cube, avec un courant de 10 ampères × 110 volts, ce nombre a été réduit à 10 000 au bout d'une heure et à 1 000 au bout de deux heures, la température de la salle ne s'étant élevée, pendant ce temps, que de 3°.

Je vous ai, tout récemment (2), décrit l'ingénieux micromètre *comparateur de MM. Picard et Colomb*, mais sans avoir l'appareil lui-même à ma disposition; le voici maintenant devant vous, et M. Picard se tient à votre disposition pour vous en montrer, à la fin de notre séance, le fonctionnement.

Nomination d'un membre correspondant:

M. Vincey, ingénieur agronome, professeur d'agriculture du département de la Seine, est nommé membre correspondant au Comité d'Agriculture.

COMMUNICATIONS

Sont présentées les communications de:

M. Vologdine. *Recherches sur la conductibilité calorifique, la porosité et la perméabilité des matières réfractaires.*

M. Granger. *La briqueterie moderne.*

M. le Président remercie vivement *MM. Vologdine* et *Granger* de leurs très intéressantes communications qui seront publiées au *Bulletin*.

(1) *Bulletins* des 24 octobre et 7 novembre 1908.
(2) Séance du 8 janvier 1909. *Bulletin* de janvier, p. 194.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SÉANCE SUPPLÉMENTAIRE

DU VENDREDI 5 MARS 1909 à 5 h.

RAPPORTS DES COMITÉS

Sont lus et approuvés les rapports suivants :

Au nom du Comité des Arts chimiques :

M. Prudhomme, sur le *procédé de traitement des filés et tissus de* **M. E. Agostini**.

Au nom du Comité des Arts mécaniques :

M. Brull, sur les *gazogènes* de **M. Letombe**.

M. Lecornu, sur les *inventions* de **M. Bardet**.

Au nom du Comité des Arts économiques :

M. H. Fontaine, sur le *Conjoncteur-disjoncteur* de **M. Gabreau**.

Au nom du Comité d'Agriculture :

M. Lindet, sur le procédé de **MM. A. C.** et **E. Collette** pour l'*extraction des jus des betteraves en distillerie par diffusion continue râpée*.

SÉANCE DU VENDREDI 12 MARS 1909

Présidence de *M. Gruner*, président.

MM. Hitier et Toulon, secrétaires, présentent avec remerciements aux donateurs, les ouvrages offerts à notre bibliothèque, et dont les bibliographies seront données au *Bulletin*.

REVUE DE LA QUINZAINE, par *M. G. Richard*.

MESSIEURS,

Je vous ai dit, dans les Notes de mécanique du mois de novembre dernier (1), quelques mots du très remarquable emploi de l'électricité par les mines, forges, usines, chemins de fer et tramways, sans compter l'éclairage des villes, qui se fait dans la région si active de la côte Nord-Est de l'Angleterre; un fort intéressant mémoire présenté, le 11 janvier dernier, par M. A. G. Gidley, au Cleveland Institute of Engineers va

(1) *Bulletin* de novembre 1908, p. 1374.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

me permettre d'insister avec quelques détails sur les avantages que présentent, pour des régions industrielles de ce genre, de pareilles distributions d'électricité.

Et, tout d'abord, comment se fait-il qu'une grande entreprise n'ait pas plus d'avantage à produire elle-même son électricité qu'à l'emprunter à un réseau qui ne la lui vend certainement pas au prix de revient? C'est bien simple. Prenons comme exemple le cas d'une mine qui pourrait produire son électricité en brûlant son propre charbon, c'est-à-dire plus économiquement que tout autre particulier. Cette mine devra, pour une installation de 500 à 1000 kilowatts, par exemple, d'abord afin de parer à tous les événements et ne jamais rester en panne, majorer son matériel électrique de 35 à 50 p. 100 de ce qu'il faut pour satisfaire à ses besoins normaux. La grande station centrale, au contraire, d'une capacité de 5000 à 7000 kilowatts, qui aura dû dépenser, en raison de sa puissance, bien moins que la mine en frais d'installation par kilowatt, et qui dépensera aussi moins en charbon, huile, amortissement, personnel... économisera plus encore, si elle se trouve dans une région suffisamment industrielle pour absorber presque toute sa puissance, par l'utilisation presque complète et bien plus uniforme de cette puissance, et, en cas d'un coup de collier ou de variations très grandes dans cette consommation d'électricité, elle pourra facilement y faire face en empruntant le supplément momentané de puisssance aux stations voisines, qui peuvent lui être reliées par des canalisations *ad hoc*. En fait, dans le district du Cleveland, il y a déjà environ 45 mines qui empruntent leur électricité à des stations centrales, ce qui démontre bien qu'elles y trouvent tout avantage d'économie et de sécurité.

Dans toute installation électrique, les variations horaires de la puissance dont on a besoin sont très considérables. Dans une région comme celle du Nord-Est anglais, grâce à ces grandes variations et à la souplesse des stations centrales et de leur distribution, un ensemble d'usines dont la somme des besoins en énergie électrique se monterait, par exemple, à un maximum de 120000 kilowatts serait facilement alimenté par des stations qui ne leur fourniraient, normalement, que 40000 kilowatts. Or, la totalité des demandes de ces usines, dont les maxima ne concordent jamais, ne dépasserait guère 70000 à 90000 kilowatts, ce qui, avec une réserve de 33 p. 100 seulement, les aurait obligées à des installations d'une puissance totale d'environ 100000 kilowatts, à un prix d'établissement qui ne saurait être inférieur à 750 francs le kilowatt, et qui aurait porté leur dépense totale d'établissement électrique à 78500000 francs environ. La distribution d'électricité, au contraire, économisant d'abord les 33 p. 100 de réserve des usines et pouvant, grâce à l'emploi d'unités plus puissantes, ne dépenser d'établissement que 500 francs par kilowatt, n'aurait à faire face qu'à une dépense totale de 26500000 francs; c'est une économie d'établissement de 49 millions environ. Dans ce même district du Cleveland, la puissance totale des stations électriques s'élève à, au moins, 150000 kilowatts, ce qui, sur les bases précédentes, donne, en leur faveur, une économie d'établissement de près de 120 millions. Il faut en retrancher le prix des canalisations, des transmissions et de leur accessoires, soit environ 50 millions, ce qui laisse encore une économie nette de 70 millions. Et ce n'est pas tout, car, comme l'a démontré M. Merz, si toutes les mines du district empruntaient leur électricité aux stations, elles économiseraient ainsi 1750000 tonnes de charbon, soit environ 12500000 francs par an.

A cette économie capitale, il faut ajouter celle de l'eau dans les usines, nécessaire pour le service des machines à vapeur d'autrefois, puis celle de l'encombrement de ces machines, auxquelles les dynamos se substituent avec une facilité d'installation et de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mobilisation incomparable. Les dangers des chaudières disparaissent. On évite aussi les énormes gaspillages de forces perdues aux usines par l'irrégularité de leur fonctionnement ou de leur facteur de puissance, bien moins élevé que celui dela distribution électrique; chaleurs perdues que l'on peut d'ailleurs utiliser à produire de l'électricité pour la distribution comme à Baydon, Weardale, Newport... L'usinier vend ainsi ses chaleurs perdues, et reçoit, de la distribution qu'elles alimentent en faible partie d'ailleurs, l'énergie électrique à meilleur compte que s'il la produisait lui-même, et avec plus de sécurité. C'est ainsi, qu'aux forges de Newport et de Weardale, on fournit respectivement au réseau environ 200000 et 300000 kilowatts-heure par semaine, et qu'on ne lui en emprunte que 12000 et 15000.

Quant au remplacement des moteurs à vapeur par des moteurs à gaz dans les stations centrales, remplacement qui semblerait, *a priori*, devoir, en raison du meilleur rendement thermique des moteurs à gaz, amener une économie considérable, il ne paraît pas s'imposer en pratique. En fait, à puissance égale, et pour de grandes installations, l'établissement des moteurs à gaz et de leurs gazogènes est bien plus coûteux que celui des turbines équivalentes et de leurs chaudières (85 francs au lieu de 230 francs par kilowatt d'après l'*Engineering* du 5 mars 1909, p. 324); en outre, l'entretien des gazogènes et des moteurs est plus onéreux et assujettissant que celui des machines à vapeur; leur sécurité surtout est incontestablement moindre, et comme les turbines ne dépensent guère plus de 6 kil. 30 d'eau, ou environ 0 kil. 9 de charbon par kilowatt-heure, l'économie de charbon des moteurs à gaz ne paraît guère compenser leurs inconvénients. En fait, leur emploi ne s'étend guère, malgré l'ardent apostolat de leurs partisans.

Et, toujours à propos des moteurs à gaz, vous connaissez bien toute l'étendue qu'a prise l'utilisation, dans ces moteurs, des gaz des hauts fourneaux de la métallurgie du fer; mais ce qui est moins connu, c'est l'emploi, dans ces mêmes moteurs, des gaz des fourneaux à cuivre, notamment dans l'une des régions classiques de cette métallurgie : le district du Mansfeld allemand.

La production de cette région est très considérable, elle s'est élevée, en 1907, à 19240 tonnes de cuivre et 96 tonnes d'argent, d'un produit total de 60 millions, avec un bénéfice net de 7 millions et l'emploi de 23000 ouvriers, et il n'y a pas lieu de s'étonner qu'on cherche à utiliser comme force motrice le gaz de leurs fourneaux qui consomment environ 200 kilogrammes de coke par tonne de minerai, soit, en 1907, 135000 tonnes de coke environ (1).

Jusqu'à présent, ces gaz ne sont utilisés, au Mansfield, que par une seule de ses usines, la Krughutte qui a dépensé, en 1907, 53245 tonnes de coke. Elle fond environ 26 tonnes 5 de minerai par heure, avec une production de 21200 mètres cubes de gaz, soit de 800 mètres cubes par tonne de minerai. La puissance calorifique de ce gaz est, d'autre part, très faible, d'environ 600 calories par mètre cube: les deux tiers de la puissance des gaz de hauts fourneaux. Il ne renferme pas d'hydrogène, 10 p. 100 environ d'acide carbonique, 19 à 24 p. 100 d'oxyde de carbone, et le complément en azote. En raison de cette faible puissance calorifique, il faut en dépenser au moins $4^{m3},5$ par cheval-heure, ce qui conduit, pour nos 21200 mètres cubes, à une puissance de 4700 chevaux, ou de $7^{ch},4$, par tonne de minerai traitée, soit de 274 chevaux-heure

(1) D'après M. R. Schoor, *Engineering and Mining Journal*, 27 février 1909, p. 459.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par tonne de cuivre tirée d'environ 37 tonnes de minerai fondu. L'utilisation de tous les gaz de la Krughutte pourrait donc fournir environ 41 millions de chevaux-heure.

Le gaz, au sortir des 4 fours de la Krughutte, renferme beaucoup de poussières : 17 grammes par mètre cube, du soufre, de l'arsenic. Il traverse d'abord des laveurs Theisen, au nombre de trois, d'une capacité totale de 15 000 mètres cubes à l'heure, avec une dépense d'eau d'environ 3 litres par mètre cube, et de 6 chevaux par 1 000 mètres cubes, ou de 2,7 p. 100 de la puissance des gaz purifiés. Le gaz sort de ces laveurs avec $0^{gr},003$ à $0^{gr},005$ des matières solides par mètre cube ; les eaux de lavage sont envoyées dans des réservoirs où elles laissent un dépôt renfermant environ 25 p. 100 de plomb. Les gaz épurés passent à deux gazomètres l'un de 500 et l'autre de 4 000 mètres cubes, et traversent des filtres avant d'arriver aux moteurs à la température de 21°, et sous une pression de 1 à 5 centimètres d'eau.

On a commencé, en 1901, à la Krughutte, par l'installation de 2 moteurs Korting de 125 chevaux, qui ont parfaitement marché. On leur a ajouté deux moteurs Von Oechelhauser-Borsig, à deux temps et simple effet de 1 300 chevaux, qui fonctionnent très bien aussi depuis trois ans et demi, et enfin, en juin 1908, un Korting de 1 800 chevaux, soit un total respectable de 4 650 chevaux, employés à produire de l'électricité.

Tant que le rapport de l'acide carbonique à l'oxyde de carbone se tient, dans ces gaz, aux environs de 1/2, les moteurs fonctionnent sans ratés, avec de fortes compressions, d'environ 16 atmosphères, rendues possibles sans allumages prématurés en raison de la pauvreté du gaz, et des pressions d'allumage de 25 atmosphères ; mais si la proportion d'acide carbonique augmente, la marche du moteur devient défectueuse et incertaine, aussi a-t-on, pour éviter cet inconvénient, installé deux gazogènes Pintsh, d'une capacité totale de 3 000 mètres cubes à l'heure, dont les gaz viennent enrichir ceux des fourneaux à cuivre de manière que leur teneur en acide carbonique ne dépasse pas la limite possible. Ces gazogènes Pintsh, alimentés par des cendres de locomotives d'une puissance calorifique de 3 500 calories par kilogramme mélangées à un tiers de poussière de coke, permettent d'effectuer cet enrichissement des gaz au prix de 2 cent. 5, le kilowatt-heure. La dépense totale est d'environ 165 francs par cheval-an, résultat des plus remarquables, et bien digne de vous être signalé.

Je vous ai fréquemment entretenus des progrès rapides et universels de l'*électrification des chemins de fer* (1) ; mais il s'agissait là de l'électrification complète, de la transformation radicale de l'exploitation en remplaçant la locomotive à vapeur par des locomotives ou des automotrices empruntant leur énergie électrique à des conducteurs reliés à des stations et sous-stations génératrices. Je crois utile de compléter ce que j'ai pu vous dire, de très sommaire d'ailleurs, sur cette électrification complète des voies ferrées par quelques renseignements sur l'emploi des *automotrices à accumulateurs*.

Il semblerait *a priori*, et même *a posteriori* d'après les résultats donnés, à Paris notamment, par les tramways à accumulateurs, que ce soit un retour en arrière, une régression ; mais l'on est bien forcé de reconnaître qu'au contraire, dans certains cas du moins, et pour de courtes lignes, cette solution est sinon la meilleure, du moins l'une des meilleures actuellement. Et, à l'appui de cette affirmation, je vous dirai quelques mots de la rapidité avec laquelle ces automotrices à accumulateurs se sont répandues sur les chemins de fer prussiens (2).

(1) *Bulletin* de janvier 1909, p. 55.
(2) *V. deutscher Ingenieure*, Mémoire de MM. Honsh et W. Mattersdorf.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les automotrices employées sur ces lignes sont constituées chacune par deux moitiés de voiture reliées par un accouplement flexible et très court, avec, aux deux extrémités de cet ensemble, les accumulateurs logés dans des caisses bien séparées des voyageurs et des dynamos, de manière à ne rien gêner ni détériorer par leurs vapeurs acides et malodorantes. Ces doubles voitures, d'une longueur totale de 25m,60, sont portées par quatre essieux répartis en deux trucks de 8m,80 d'empattement, de manière à pouvoir passer facilement dans les courbes. Les dynamos, au nombre de deux, sont à pôles tournants ; leur puissance est de 80 chevaux, la vitesse de 50 à 60 kilomètres. Les accumulateurs, de 168 éléments en série, se déchargent avec une tension de 340 volts aux dynamos et peuvent fournir un trajet de 100 kilomètres avec des distances de 4 kilomètres en moyenne entre les stations. La dépense d'électricité par tonne-kilomètre varie avec cette distance ; elle est de 24,5 watts-heure pour une distance de 10 kilomètres et de 26,5 watts-heure pour une distance de 6 kilomètres. Quand au prix de revient de la voiture-kilomètre il se décompose en : pour l'installation et l'entretien des accumulateurs, 11 cent. 25, garantie par le fournisseur, ce qui conduit, pour la somme de cet entretien, de celui des dynamos et du salaire du personnel, à 47 centimes, auxquels il faut ajouter 4 cent. 5 pour l'entretien du véhicule et 11c., 25 pour l'amortissement des accumulateurs, soit, en tout, environ 75 centimes.

Ces automotrices sont actuellement employées sur une vingtaine de petites lignes, dont la plus longue, celle d'Uelzenn-Soltau, n'a que 52 kilomètres, mais dont l'ensemble atteint 1 223 kilomètres, et l'on est en train de les adopter sur 24 autres lignes, dont une, celle de Posen-Brombrg, a 133 kilomètres, et dont le total atteint 1 164 kilomètres, ce qui portera bientôt à 2 387 kilomètres la longueur totale des voies ainsi exploitées avec, paraît-il, une grande économie, une parfaite sécurité et une grande souplesse d'exploitation.

M. Lindet vous a présenté, dans notre dernière séance, le diffuseur continu de MM. Coquelle ; en voici un autre, de M. Hyros Rak, construit par les atelier Skoda, de Pilsen, où l'on rencontre une certaine profusion d'engins mécaniques, mais qui n'en est pas moins intéressant comme moyen différent de réaliser la circulation méthodique et opposée des jus et des pulpes jusqu'à épuisement complet de ces dernières.

Cet appareil se compose, comme vous le voyez par cette projection (fig. 1), d'un certain nombre de diffuseurs verticaux : six au cas particulier, constitués chacun par une presse à vis conique divisée en quatre sections ou zones. Dans la section A′, la plus éloignée de la pointe du premier diffuseur, se fait le mélange de la pulpe fraîche sortant de râpes avec le jus bouillant qu'on y déverse, puis ce mélange descend dans les sections D′ B′ C′ D′. La pulpe pressée en D′ s'oppose à l'écoulement final du jus exprimé par la pression qui croît de A′ vers D′ ; il s'échappe au travers des parois perforées e de la presse et par le tuyau C′, qui l'amène à un réservoir jaugé que l'on voit à gauche au bas de la figure.

D'un diffuseur à l'autre, la pulpe tassée en $D'D_2D_3$... passe aux sections $A_2A_3A_4$, de grandes dimensions, où elle reçoit une nouvelle distribution de jus ; les matières traversant ainsi en série la suite des diffuseurs alternativement de haut en bas, puis de bas en haut.

L'eau d'extraction ou la liqueur provenant des appareils évaporateurs est introduite à la pression de 2 à 3 atmosphères, par M_6, en A_6, au bas du dernier diffuseur, d'où, arrêtée par le bouchon de pulpe pressé en D^6, elle passe, par C_5M_5, au haut du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cinquième diffuseur, et ainsi de suite jusqu'à sa sortie à l'état de jus sucré en W′, d'où une pompe de circulation l'amène dans un réchauffeur, dont elle revient, à la température de 95°, en A′, au premier diffuseur. Ce jus concentré passe ensuite de C′, et à la température de 85°, au réservoir jaugé. Comme il faut employer, pour réchauffer la

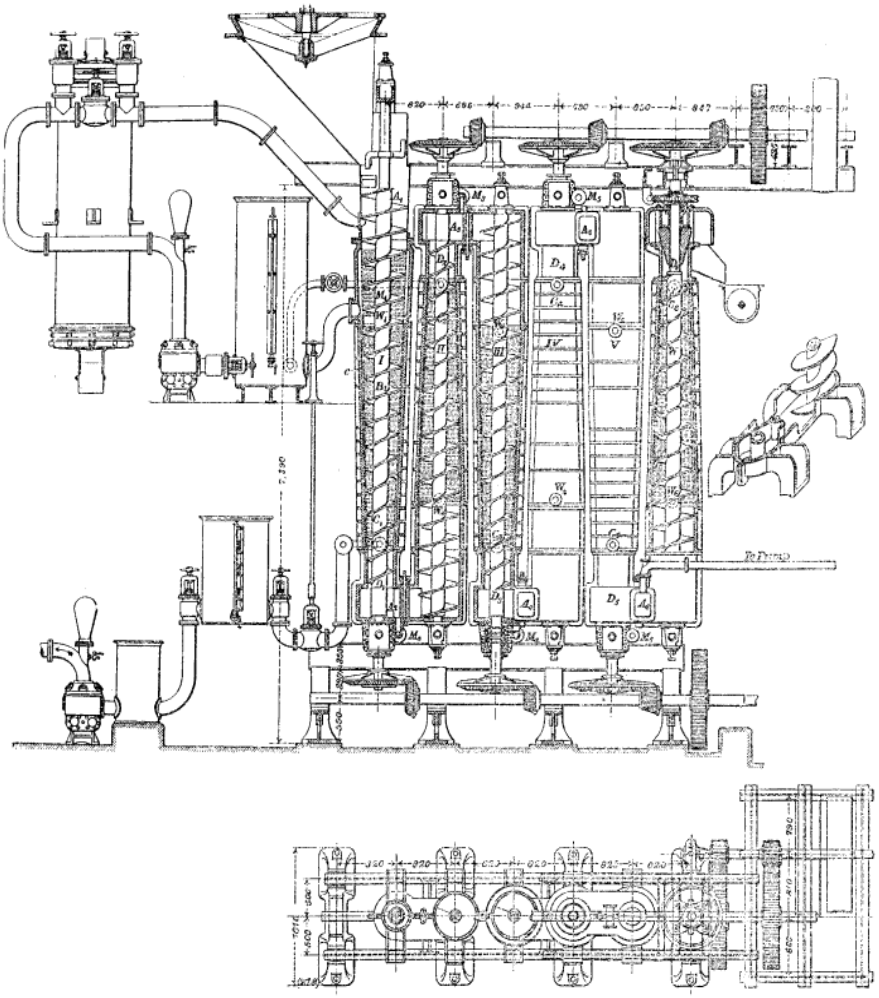


Fig. 1. — Extracteur continu *Hyros Rak*.

pulpe en A, plus de liquide que n'en fournit le second diffuseur, le liquide qui vient en A′ par M′ se divise en deux parties : l'une allant avec la pulpe en B′ et sortant ensuite par C′, et l'autre aspirée d'une ouverture en face de W′, par la pompe de circulation, qui la refoule au travers du réchauffeur, d'où elle revient par M′ sur la pulpe fraîche.

En marche, l'alimentation de la pulpe est continue en A′; les vis des diffuseurs font de 6 à 10 tours par minute. Une batterie de huit diffuseurs, qui pèse environ

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

57 tonnes, exige un moteur de 90 chevaux; quant à son débit et à son rendement, ils ne sont pas indiqués par l'*Engineering* du 26 février, auquel j'emprunte cette description (1).

Vous savez que les **transformateurs** statiques des distributions électriques sont plongés dans de l'huile qui doit être aussi isolante que possible. Or, la moindre trace d'eau, et il y en a presque toujours dans les pétroles du commerce, diminue considérablement la résistivité de ces huiles, de sorte qu'il importe de les dessécher pour leur emploi dans les transformateurs.

C'est à ce titre que je vous signalerai, pour terminer cette causerie, un moyen de réaliser ce séchage, fréquemment employé aux États-Unis, et qui consiste à utiliser dans ce but l'affinité du sodium pour l'eau. La densité du sodium est très voisine de 1, de sorte qu'il reste au fond de l'huile dans laquelle on le projette en granules. Il suffit de faire tomber dans un baquet d'huile des granules de sodium, de les y laisser en agitant l'huile de temps en temps : trois ou quatre fois par jour, pendant une minute chaque fois, jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus d'hydrogène, et, au bout de quelques jours, l'huile est complètement déshydratée. Quant à la quantité de sodium à employer, elle varie naturellement avec l'humidité de l'huile, sans jamais dépasser 3 grammes par kilogramme d'huile.

De l'huile qui cédait à 3 000 volts, en supporte facilement 20 000 après ce desséchement, maintenu en laissant le sodium au fond du transformateur (2).

Nominations de membres de la Société. — Sont nommés membres de la Société :

M. de Marcillac, président de l'Union des Syndicats agricoles du Périgord et du Limousin, présenté par *M. J. Bénard*.

M. Flamant (Pierre), ingénieur civil des Mines, présenté par *M. Flamant*.

M. Fochier (Émile), ingénieur des Arts et Manufactures, présenté par *M. Bernheim*.

COMMUNICATION

M. Poszinski fait une communication sur son *Cinématographe*.

M. le Président remercie vivement *M. Poszinski* de sa très intéressante communication qui sera renvoyée au Comité des *Arts économiques*.

(1) D'après les constructeurs, ce diffuseur consomme, en eau fraîche 10 p. 100 du poids des betteraves traitées au lieu des 220 p. 100 qu'exige la diffusion ordinaire. Les cossettes lessivées renferment 22 p. 100 de substances solides, au lieu de 8 p. 100. On dépense en charbon 0.67 p. 100 du poids des betteraves au lieu de 1,5 p. 100.

(2) *Engineering News*, 25 février 1909, p. 213.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BIBLIOGRAPHIE

Les Microbes, par le docteur P.-G. CHARPENTIER, chef de laboratoire à l'Institut Pasteur, vol. 31/21, illustré de 279 gravures et 1 planche hors texte, librairie Vuibert et Nony, 63, boulevard Saint-Germain, Paris (10 francs).

Voici un beau et bon livre destiné à la jeunesse et qui, en même temps qu'il l'instruira de la façon la plus utile, l'aidera à comprendre mieux quel grand génie fut Pasteur, et quelle gloire ce maître fit jaillir sur notre France. Dans l'avant-propos placé en tête de son ouvrage, M. le docteur P.-G. Charpentier nous explique comment il a été amené à l'écrire et comment il a voulu le composer.

Il a semblé, avec très juste raison, au docteur Charpentier, que dans la collection des ouvrages offerts à la jeunesse, il y avait une place vide : nombreux sont les livres leur disant les découvertes de Pasteur, d'autres la vie intime du savant ; il n'en existe pas pour leur conter l'histoire de la microbiologie depuis son origine jusqu'à l'heure actuelle.

C'est à combler cette lacune que M. Charpentier a songé.

« Je n'ai pas voulu, dit-il, écrire un traité didactique, bien loin de là ; prendre à sa naissance et même avant, chacune des découvertes qui ont trait aux microbes et la suivre dans toutes ses applications, tel a été mon but. Je n'ai fait appel à la théorie que là où elle était absolument indispensable pour éclaircir les phénomènes dont je parlais, et, fuyant le plus possible les considérations arides, je me suis arrêté exclusivement à tout ce qui peut intéresser de jeunes esprits curieux des choses de la science. La microbiologie est née en France, puisque tous ses chapitres ont pour origine une découverte de Pasteur ; n'est-il pas utile, je dirai même nécessaire, de faire connaître à ceux qui, sans l'étudier, ne sont pas indifférents à ses progrès, pourquoi elle a valu tant de gloire à notre pays ?

« J'ai cru devoir exposer chaque question en remontant aussi loin que possible dans son histoire. Pour apprécier, comme il convient, l'immense intérêt de la microbiologie, il faut suivre à travers les âges les très lents progrès de l'hygiène, de la médecine et des industries de fermentation, puis assister au merveilleux essor qu'elles ont pris sous l'impulsion du génie de Pasteur. Seul, mesure exactement le chemin parcouru, celui qui consent à passer par toutes les étapes... »

Qu'est-ce qu'un microbe ? Comment naissent les microbes ? Comment vivent les microbes ? Les microbes du sol. Les microbes de l'eau. Tels sont les chapitres de cet ouvrage où la clarté du style, les gravures explicatives nombreuses et très bien faites aident à comprendre la microbiologie et les industries si diverses, industries des fermentations, etc., qui s'y rattachent.

H. H.

Annuaire du ministère du Commerce et de l'Industrie, 1908, 5 francs. Librairie Vuibert et Nony, 163, boulevard Saint-Germain, Paris.

Cet annuaire est un recueil de documents précieux en même temps qu'un guide indispensable pour tous ceux qui ont des intérêts ou entretiennent des rapports d'ordre industriel ou commercial.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Table des matières : Liste chronologique des ministres chargés de l'administration du Commerce et de l'Industrie. Ministère du Commerce et de l'Industrie. Administration centrale.

Conseils, Comités et Commissions institués auprès de l'administration centrale : Commission extra-parlemenlaire de la marine marchande. Commission interministérielle de répartition des subventions sur le fonds des primes à la marine marchande. Bureau national, scientifique et permanent des poids et mesures. Comité consultatif des Arts et Manufactures. Conseil supérieur de l'Enseignement technique. Conseil supérieur du Commerce et de l'Industrie. Commission permanente pour la fixation annuelle des valeurs de douane. Commission de contrôle des primes à la filature de la soie. Laboratoire des expertises. Comité d'expertises pour la vérification, en cas de litige, des marchandises présentées aux douanes. Comité technique d'œnologie. Office national du Commerce extérieur. Conseillers du commerce extérieur.

Services extérieurs : Vérification des poids et mesures, Liste des bureaux. Inspection de l'Enseignement technique (inspecteurs généraux, etc.). Comité d'inspection de l'Enseignement technique. Conservatoire national des Arts et Métiers (Office national de la propriété industrielle. Laboratoire d'essais. Musée de prévention des accidents du travail et d'hygiène industrielle). Ecole centrale des Arts et Manufactures. Ecoles supérieures de Commerce. Ecole des Hautes Etudes commerciales. Institut commercial de Paris. Ecoles nationales d'Arts et Métiers d'Aix, Angers, Châlons, Cluny, Lille. Ecoles d'hydrographie. Ecoles nationales professionnelles d'Armentières, Nantes, Vierzon, Voiron. Ecoles nationales d'horlogerie de Cluses, Besançon. Ecoles professionnelles de la Ville de Paris. Ecoles pratiques de Commerce et d'Industrie .Agents d'émigration. Commissaires spéciaux du Commerce. Musées commerciaux de France et d'Algérie. Chambres de Commerce françaises à l'étranger. Chambres de Commerce. Chambres consultatives des Arts et Manufactures. Tribunaux de Commerce. Agents de change et courtiers. Courtiers maritimes en Algérie. Bourses de Commerce. Commissaires du gouvernement près les Sociétés anonymes industrielles. Magasins généraux. Bureaux publics de conditionnement des soies, laines et cotons. Bancs publics d'épreuves d'armes à feu. Table alphabétique des noms.

Royaume de Belgique. Ministère de l'Industrie et du Travail. Les Industries à domicile en Belgique, volume X. Étude Statistique des familles ouvrières contenant des ouvriers a domicile.

Ce volume X et dernier termine la grande enquête sur les industries à domicile poursuivie depuis dix ans par l'Office du Travail du Ministère de l'Industrie et du Travail de Belgique.

L'étude renfermée dans ce volume a pour objet la description statistique de la composition des familles ouvrières se rattachant par la profession d'un de leurs membres à l'une des industries étudiées par l'Office du Travail dans la collection intitulée : *Les Industries à domicile en Belgique*. L'unité adoptée pour le présent relevé est la *famille;* ces familles sont au nombre de 60 898.

Dans une partie de ces familles, le père est lui-même ouvrier à domicile (19 520 familles sont dans ce cas), — dans une autre, la mère est ouvrière à domicile (21 562 familles), — dans une troisième, les enfants seuls travaillent sous le régime de la production décentralisée (16 977 familles).

De toutes les industries à domicile, c'est l'industrie dentellière qui fournit le plus grand nombre d'unités (24 865 familles); viennent ensuite les cordonniers (5 158 familles); les tisserands de lin (5 370), les tisserands de laine (4 670), etc.

En Belgique, la localisation des industries à domicile est, pour la majorité, nette-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment rurale, et la proportion des ouvriers à domicile demeurant à la campagne est beaucoup plus forte dans les Flandres que dans les autres provinces de la Belgique, 94,56 p. 100 des dentellières habitent les Flandres; 82,38 p. 100 des gantiers-couseurs de gants; 92,34 p. 100 des brodeuses de lingerie, etc.

H. H.

Construction des machines et appareils électriques, de l'Office du Travail de Bruxelles.

Sous le titre de Construction de machines et appareils électriques, le ministère de l'Industrie et du Travail de Belgique a publié un nouveau volume de la série des monographies industrielles.

Cet aperçu économique, technologique et commercial, quoique fait au point de vue de l'industrie belge, intéresse néanmoins tous ceux qui s'occupent d'industrie électrique. On y trouve réunis une quantité de renseignements concernant notamment toutes les matières dont on fait usage dans cette industrie et sur lesquelles on se trouve bien souvent fort embarrassé de se former une idée. Cet ouvrage donne leurs compositions, leur provenance, leurs principales propriétés. Cet ouvrage donne également des indications de prix qui, sans être précises, donnent l'ordre de grandeur des prix des divers appareils électriques. Sa lecture n'apprend peut-être rien à ceux qui s'occupent de construction de matériel électrique, mais il intéresse tous les autres, surtout ceux qui peuvent être appelés à en acheter. Il contient à leur usage un répertoire des maisons belges intéressées dans la construction électrique.

A. A.

L'Argentine moderne, par W. H. Kœbel. Paris, Pierre Roger et Cie, 54, rue Jacob (4 francs). 2e édition, 1909.

Peu de lectures m'ont aussi vivement intéressé que celle de cet ouvrage. L'auteur nous fait voyager avec lui dans l'Argentine moderne, puis il traverse les Andes, visite rapidement le Chili, et parcourt l'Uruguay. C'est le voyage le plus instructif que l'on puisse rêver. Il est évident que le sujet de l'industrie agricole fixe avant tout l'attention des voyageurs, en Argentine, comme en Uruguay; mais M. Kœbel nous fait connaître, comme devant une scène, grâce à une série de tableaux, cette industrie qui nous rendent spectateurs amusés de la vie de l'estancero, du mayordomo, du gaucho, du colon italien. Et il les quitte de temps en temps pour nous donner un tableau de la vie à Buenos-Ayres, à La Plata, à Mendoza, à Fray-Bentos, des coutumes et singularités argentines, de la faune, des chemins de fer, etc., pour revenir à l'exploitation d'une estancia d'élevage, aux scènes de la vie dans le Campo, etc.

J. G.

L'Argentine moderne; la politique, les grèves; la vie à Buenos-Ayres; la Plata, Rosario, Bahia-Blanca; le Campo; le gaucho, sa vie, son travail; exploitation d'une estancia; l'agriculture, l'élevage; Mendoza; industries diverses; coutumes et singularités argentines; les chemins de fer argentins; de l'Atlantique au Pacifique; Valparaiso; l'Uruguay et la vie en Uruguay; le Campo Uruguayen. — Tels sont les principaux chapitres de ce livre qui dépeint d'une façon attrayante et sérieuse l'extension considérable prise par un pays qui s'est assimilé rapidement les procédés de travail les plus modernes. On y trouvera les renseignements les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus intéressants sur la vie et les mœurs des Argentins, comme sur les ressources et les débouchés qu'offre la grande république sud-américaine. C'est un livre à la fois pittoresque et documenté.

La télégraphie sans fils, par ALBERT TURPAIN, 2e édition. Paris, Gauthier-Villars, 1908.

L'ouvrage de M. Albert Turpain, le savant professeur de physique à la Faculté des Sciences de Poitiers, sur la télégraphie sans fil et les applications pratiques des ondes électriques, arrive en peu de temps à sa 2e édition. Il traite de la télégraphie avec conducteur, la téléphonie sans fil, la commande à distance, la prévision des orages, les courants de haute fréquence, l'éclairage. Voici quelques extraits de la préface.

Bien que la découverte de Hertz date à peine d'une vingtaine d'années, les oscillations électriques n'ont pas seulement été l'objet de nombreuses et importantes recherches de laboratoire; elles ont également pénétré le domaine des applications pratiques.

Le corps même de l'ouvrage ressortit donc plus à la vulgarisation qu'à la technique.

Les récentes et si intéressantes expériences que vient de faire, ces derniers mois, la marine française (expériences dont nous donnons le détail et les résultats) n'ont dû d'être couronnées du succès tout à fait inespéré auquel elles ont conduit, qu'au soin avec lequel les accouplements étaient réalisés et mesurés en mettant en œuvre les procédés basés sur la courbe de résonance que M. Tissot a su rendre pratique.

Nous n'avons pas cru, dans cette deuxième édition, conserver à l'ouvrage un appendice. Les premiers brevets ne présentent plus, aujourd'hui, aucun intérêt, et la floraison des brevets sur les ondes est si dense en même temps que si maigre en résultats pratiques, que leur dépouillement ne valait pas la peine qu'il eût coûtée. Tout en conservant le plan général de l'ouvrage nous avons fait la plus large part à la télégraphie sans fil. Après une étude générale des ondes électriques, des modes de production et d'observation de ces phénomènes, nous présentons les principes de leur application à la télégraphie dite sans fil. Dans trois chapitres nous étudions alors successivement les détails des dispositifs de télégraphie sans fil, les questions d'amortissement et d'accouplement qui nous conduisent naturellement à envisager l'important problème de la syntonie et les diverses solutions qui en ont été proposées. Nous n'avons pas cru inutiles de consacrer tout un chapitre à la discussion de cet important problème, dont nous avons exposé toutes les solutions, mais aussi toutes les données. Les progrès de la télégraphie sans fil et les essais de la téléphonie sans fil terminent la partie relative aux applications des ondes à la télégraphie dite sans fil.

Nous exposons ensuite les applications des ondes à la télégraphie avec conducteur. Nous regrettons d'être toujours le seul à avoir apporté une contribution à cette application que nous croyons devoir être plus féconde encore en résultats heureux que ne l'a été la télégraphie sans conducteur.

La commande à distance et l'étude des orages, qui ont donné l'occasion de réaliser des dispositifs de mieux en mieux étudiés, forment la matière des chapitres X et XI. Nous terminons enfin par l'exposé des procédés permettant de produire les courants de haute fréquence à partir des ondes électriques et par celui des expériences de pure curiosité encore par suite du rendement extrêmement défectueux permettant de produire l'éclairage au moyen des courants de haute fréquence.

La téléphonie sans fil, par ERNST RUHMER. Traduit de l'allemand, par L. Ancel. Paris, H. Desforges, 29, quai des Grands-Augustins, 1909 (8 francs).

Nous ne pouvons mieux faire que de reproduire les principaux passages de la préface écrite par M. le professeur A. Blondel :

On verra, par la lecture de cet ouvrage, combien ont été variés les moyens physiques

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

auxquels se sont adressés les électriciens, depuis l'emploi de la terre elle-même ou de l'eau comme conducteur massif permettant à des courants vagabonds très affaiblis d'atteindre un organe récepteur, jusqu'à l'emploi des ondes hertziennes, sans oublier, comme étapes intermédiaires, les applications de l'induction électro-magnétique, et surtout la photophonie.

M. Kuhner était particulièrement bien placé pour exposer ces diverses méthodes, car il est un de ceux qui ont le mieux développé le système photophonique et la construction des cellules de sélénium qu'il a su rendre industrielles ; il a tiré de cette méthode des résultats inespérés avant lui.

Il fait connaître d'ailleurs tous les systèmes, et les expériences des expérimentateurs de tous pays, obtenus soit avec l'arc soit au moyen d'alternateurs de haute fréquence ; ce dernier procédé, bien que moins avancé encore dans les applications parce qu'il exige un matériel spécial difficile à créer, est peut-être celui qui offre le plus de chances de succès final, par suite de la constance parfaite de la fréquence.

Il faut louer également l'auteur d'avoir exposé, à propos de chacune des questions qu'il traite, toutes les théories modernes intéressantes qui permettent de les mieux approfondir, en particulier la théorie de la stabilité de l'arc et des phénomènes de l'arc chantant; c'est une initiation fort utile pour tous ceux, électriciens, physiciens, ou ingénieurs, à qui ces chapitres de la physique électrique sont encore peu connus.

En un mot, l'ouvrage de M. Ruhmer, d'ailleurs très bien illustré et édité, vient à son heure pour offrir au public français qui s'intéresse aux découvertes modernes, tous les renseignements qu'il peut désirer au sujet d'une science et d'une technique nouvelles qui ne sont encore, j'en suis persuadé, qu'au début de leur développement.

Livre de laboratoire, pour les chimistes des ateliers de teintures, impressions, fabriques de couleurs et de laques, fabriques de papiers, par M. le docteur FRANZ ERBAN. Halle a S., Wilhelm Knapp, 1908.

M. Franz Erban, Privat-Docent de Technologie chimique de l'industrie textile à la K. K. technische Hochschule de Vienne, a donné dans la série des Livres de laboratoire pour les industries chimiques publiés sous la direction de M. L. Max Wohlgemuth (de la firme Th. Goldschmidt Essen-Ruhr), celui consacré au groupe des industries tinctoriales. Les principaux sujets traités sont : les appareils spéciaux au laboratoire, la bibliothèque du laboratoire, le travail du laboratoire pour les divers cas qui peuvent se présenter dans la pratique : essais de teinture, essais de résistance, essais d'impression, selon chaque classe de colorants et chaque sorte de matière teinte ou imprimée; enfin des plans de laboratoire. Deux parties sont consacrées, à la fin, à l'étude des divers points que soulève la question des voyages techniques, et à l'étude des modes d'avancement pour chimistes teinturiers et pour chimistes coloristes.

Les ballons dirigeables. *Théorie. Applications*, par E. GIRARD et G. DE ROUVILLE. Berger-Levrault et Cie, éditeurs, 5-7, rue des Beaux-Arts, Paris (5 francs).

Les succès récents des aviateurs ont attiré pour un instant l'attention du public sur les exploits des frères Wright et des nombreux ingénieurs ou sportsmen français qui ont réussi à exécuter des trajets plus ou moins longs en aéroplane; mais il n'en est pas moins vrai que ces engins n'ont encore pu rivaliser avec les ballons dirigeables, au point de vue des résultats pratiques. Ces derniers appareils, dont le nombre se multiplie chaque jour, aussi bien en France qu'à l'étranger, captivent un grand nombre de personnes, séduites à bon droit, il y a peu de jours encore, par les évolutions si sûres et si précises des dirigeables *République* et *Lebaudy* modifié.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La meilleure preuve en est dans l'épuisement rapide de la première édition de cet ouvrage, *Les Ballons dirigeables, Théorie et Applications*, par Girard et de Rouville, élèves ingénieurs des Ponts et Chaussées, officiers de réserve du génie. Une nouvelle édition en a donc été reconnue nécessaire. Dans un nombre de pages restreint, les auteurs ont donné une théorie simple et aussi complète que possible des ballons dirigeables. Les *Applications* et l'*Historique sommaire*, qui en constituent le complément naturel, font ressortir les progrès rapides de ce mode de locomotion tout à fait moderne.

L'intérêt de l'ouvrage est encore augmenté par une monographie très complète du *Lebaudy* et du *Patrie*, due à la plume experte du commandant Voyer, dont le nom fait autorité en matière d'aérostation.

Machines-outils, *outillage, vérificateurs, notions pratiques*, par P. Gorgeu, Paris, Gauthier-Villars, 1909, 7 fr. 50.

Cet ouvrage s'adresse d'une façon toute particulière aux officiers d'artillerie détachés dans les établissements constructeurs et renferme les *notions pratiques* que ces officiers doivent posséder pour surveiller d'une façon efficace : 1° la marche, l'entretien et l'utilisation rationnelle des machines-outils; 2° la confection et l'entretien de l'outillage; 3° la confection et l'emploi des vérificateurs.

Les machines en usage dans les établissements constructeurs peuvent se diviser en deux grandes classes : les *machines-motrices* qui produisent du travail sous une forme utilisable par les machines-outils, et les *machines-outils* qui absorbent le travail fourni par les machines motrices en produisant soit une désagrégation, soit une déformation de la matière. Le travail des machines motrices est transmis aux machines-outils par l'intermédiaire des organes de transmission. Le présent ouvrage s'occupe des machines-outils proprement dites, et parmi celles-ci, l'étude est restreinte aux machines employées pour le travail des métaux à froid et pour le travail du bois.

Dans la collection : *Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire* (prix 2 fr. 50) de notre collègue Gauthier-Villars, nous avons reçu plusieurs volumes :

Étirage, tréfilage, dressage des produits métallurgiques, par M. Soliman.

Les deux premiers chapitres sont consacrés au rappel des propriétés mécaniques des métaux et à l'étude des phénomènes de recuit et d'écrouissage. Ces préliminaires indispensables permettent de comprendre les opérations d'étirage qui sont décrites dans le troisième chapitre. Le suivant s'occupe du tréfilage de l'acier, du cuivre, du laiton, du bronze. Enfin, pour terminer, le dressage, opération complémentaire de l'étirage, fait l'objet du dernier chapitre.

En un mot, l'auteur a résumé tout ce qui peut être dit sur les propriétés, la fabrication et la transformation, en produits finis, des produits métallurgiques étirés.

La consommation des chaudières à vapeur et l'économie de combustibles, par M. D. Sidersky.

Ce livre traite des conditions économiques de la production de vapeur, des causes des mauvais rendements et des moyens de les améliorer. L'auteur y insiste particulièrement sur le contrôle des pertes de chaleur par l'analyse des gaz des carneaux et décrit les appareils employés, dont quelques-uns sont automatiques. Il indique également le mode de calcul des rendements, ainsi que les *Normes internationales* destinées à uniformiser les essais des chaudières à vapeur. L'ouvrage se termine par le nouveau règlement du 9 octobre 1907, suivi de quelques tableaux intéressants.

L'industriel puisera dans ce petit livre des renseignements précieux et des conseils pratiques.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Polarisation et saccharimétrie, 2e édition, par M. D. SIDERSKY.

L'auteur expose avec clarté et précision l'étude de la polarisation rotatoire et ses nombreuses applications pratiques dans la chimie analytique, la description des principaux instruments de polarisation, le dosage du sucre de canne, des sucres réducteurs, des alcaloïdes, etc. Il donne, en outre, une Table complète des pouvoirs rotatoires des matières optiquement actives, une Table des multirotations, une Table des poids normaux, ainsi que des notes très intéressantes sur la base des échelles saccharimétriques.

La nouvelle édition tient largement compte des recherches et études publiées depuis la première édition et des changements intervenus, et renferme un nouveau chapitre relatif aux essais des différents alcaloïdes.

Construction des induits à courant continu. *Coussinets, paliers et autres organes de transmission*, par MM. BRUNSWICK (E.-J.) et ALIAMET (M.).

Ce volume, qui fait suite à quatre autres précédemment publiés dans l'*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire*, s'occupe des coussinets, des paliers et des courroies. Il comprend sept Chapitres et un Index bibliographique soigneusement composé. En dehors des questions usuelles, relatives aux paliers et aux courroies, les auteurs étudient le palier pour roulement à billes et le système de transmission nommé *enrouleur Leneveu*, sujets qui ne sont pour ainsi dire pas traités dans bien des ouvrages sur la dynamo.

Canots automobiles et House-Boats, par M. J. IZART.
Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1909 (6 fr. 50).

Ont paru précédemment dans la même Bibliothèque du Chauffeur : Principes et recettes, par P. Ravigneaux et J. Izart; Éléments de Mécanique et d'Electricité, par R. de Valbreuze et Ch. Laville; le Chauffeur à l'atelier, par le Dr R. Bommier; le Code du Chauffeur, par J. Imbrecq; Dictionnaire et Vocabulaire de l'automobile (*français-allemand-anglais*), par J. Izart; l'Hygiène du Chauffeur, par le Dr R. Bommier, 3e édition; les Occasions dans le commerce automobile, par Ch. Laville.

L'électrotechnique exposée à l'aide des mathématiques élémentaires par N.-A. PAQUET. A.-C. DOÇQUIER et J.-A. MONTPELLIER. — Tome Ier : L'Energie et ses transformations, phénomènes magnétiques, électriques et électromagnétiques, mesures usuelles. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1909 (7 fr. 50).

Cet ouvrage, conçu sur un plan entièrement nouveau, a été rédigé dans un but de vulgarisation.

Rompant avec les traditions de l'enseignement actuel, les auteurs ont voulu mettre la science électrique à la portée de tous ceux qui s'y intéressent et, à cet effet, ils ont cherché à exposer tous les phénomènes et leurs lois dans un langage clair et simple, parfois d'une naïveté cherchée, langage qui n'est pas celui du *professeur*, mais bien celui de l'instituteur et du praticien.

Le succès, très justement mérité, obtenu auprès du grand public par l'ouvrage de G. Glaude, *l'Électricité à la portée de tout le monde*, a montré qu'il y avait une place à prendre pour un traité servant d'intermédiaire entre les livres de haute science et les ouvrages de vulgarisation.

Ce premier volume, consacré exclusivement à l'étude de l'énergie électrique et aux phénomènes et lois générales de l'électro-technique, sera suivi d'un deuxième dans lequel on exposera les procédés actuels de production de l'énergie électrique : piles, dynamos à courant continu et alternateurs. Dans un troisième et dernier volume seront successivement trai-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tés les divers modes de transformation et de distribution de l'énergie électrique, ainsi que les méthodes pratiques de mesures industrielles.

Les diverses applications feront ultérieurement l'objet d'une autre série de volumes actuellement en préparation.

Collection des initiations scientifiques, fondée par M. C. A. LAISANT. Paris, libraire Hachette et Cie (2 francs).

Initiation mathématique, par M. C.-A. LAISANT, 6e édition. Ouvrage étranger à tout programme, dédié aux amis de l'enfance. — **Initiation chimique**, par M. GEORGES DARZENS. — **Initiation astronomique**, par M. CAMILLE FLAMMARION, 2e édition.

Tout le bien que nous pourrions dire de l'ouvrage que M. C.-A. Laisant a consacré à l'initiation mathématique ne vaut pas le fait qu'en une année six éditions ont été enlevées comme du pain. C'est le plus bel hommage rendu au talent avec lequel le fondateur de cette si intéressante collection a réalisé le prototype en même temps que le modèle pour l'œuvre qu'il a fondée.

« L'initiation mathématique, dit l'auteur, ne doit être qu'un guide ; l'éducateur s'en inspirera pour le plus grand profit de l'élève ; mais cet instrument nouveau ne saurait dispenser de la mise en œuvre des qualités pédagogiques indispensables, dont les deux principales sont la patience et le discernement psychologique. » Puis s'adressant aux pères et aux mères : « pour les premières notions mathématiques, il suffit de bien aimer ses enfants et d'apprendre à connaître leur esprit, à en observer les manifestations et l'évolution. Le père et la mère seront, avec une dose bien légère de bonne volonté, des instituteurs égalant, sinon surpassant, les plus savants maîtres. »

Ce petit volume est destiné à l'éducateur seul. Mais il intéressera on ne peut plus vivement tous ceux qui aimeront à jeter un coup d'œil rétrospectif sur l'évolution de leur esprit. Il apprend à apprendre en s'amusant et à contracter des habitudes de réflexion.

L'avant-propos renferme les meilleurs préceptes pour l'éducation de l'esprit, préceptes que l'on peut appliquer en toute matière. Les réflexions suivantes de M. Laisant sont particulièrement à goûter.

« Il est possible de faire pénétrer dans l'esprit de l'enfant vingt fois plus de choses qu'on ne le fait, et cela en l'amusant au lieu de le torturer... Par-dessus tout, attachez-vous à intéresser, à amuser l'enfant... Qu'il prenne le goût de la science... Que les séances de jeu (et non des leçons) ne se prolongent jamais au delà de la limite où l'attention faiblit... Ceux pour lesquels le mot instruire est synonyme d'ennuyer, et quelquefois de torturer sont de véritables malfaiteurs publics... Partout, il faut se placer en dehors des programmes... d'une administration qui semble avoir pris à tâche d'entraver le développement cérébral de l'enfant... Tout enfant peut s'assimiler les connaissances élémentaires des mathématiques, aussi bien qu'il peut arriver à lire et à écrire avec correction. »

Je goûte un charme d'autant plus grand à lire des choses aussi savoureuses, aussi justes, aussi nécessaires que j'ai déjà rompu plus d'une lance en faveur des mêmes idées pour ce qui concerne les sciences chimiques. Qu'on me permette de rappeler en particulier ma deuxième note sur la réforme de l'enseignement de la chimie, dans le nº de février 1905 de notre *Bulletin*, p. 255. Les défauts de cet enseignement l'ont tellement vicié que les pontifes, comme dit M. Laisant, ne les voient plus. C'est un bonheur que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de se retrouver sous une autorité comme la sienne. Et puisse son souhait se réaliser ! que les générations qui viennent, délivrées de la camisole de force de leurs devancières, prodiguent à l'humanité des trésors d'intelligences qu'on aura laissés librement s'épanouir.

J. G.

Cours de machines marines. Première partie. *Les chaudières marines et accessoires*, par MM. L. Jauch et A. Masméjean, professeurs à l'école des mécaniciens de Toulon. In-8. 521 pages, 300 figures avec atlas de 37 planches. Librairie J. Alté, à Toulon. Prix : 22 francs.

Ce cours de machines marines est un ouvrage des plus importants, et qui arrive bien à son heure prendre une place actuellement vacante dans notre littérature technique. Il présente un caractère à la fois théorique et pratique grâce auquel il peut renseigner son lecteur sur les principaux types des appareils qu'il étudie en même temps qu'il lui fournit les connaissances générales indispensables pour le calcul et l'appréciation raisonnée de ces appareils. Mais c'est principalement dans le second volume de ce cours, en préparation, et qui aura trait aux machines à vapeur, turbines, auxiliaires... que le lecteur trouvera l'application des principes de mécanisme et de thermodynamique exposés au commencement du présent volume.

Ces principes sont exposés très clairement. Les appareils : chaudières et leurs accessoires, sont décrits ainsi avec une grande netteté, grâce à de nombreuses figures, les unes schématiques, les autres d'exécution — principalement dans l'Atlas — mais débarrassées, comme il convient dans un cours, des innombrables cotes de détail nuisibles à la clarté.

Nous ne doutons pas que l'ouvrage de MM. Jauch et Masméjean n'obtienne rapidement le succès qu'il mérite auprès de tous ceux qui s'intéressent aux machines marines et que nous lui souhaitons vivement.

G. R.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

EN FÉVRIER 1909

OTTO (M.). **L'industrie des parfums d'après les théories de la chimie moderne.** Notations et formules. Les parfums naturels. Les parfums artificiels. In-8 (25 × 16) de VIII-545 p., 80 fig., 1 carte. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1909. **13 603**

CHAPLET (A.) et ROUSSET (H.). **Les succédanés de la soie. Le mercerisage et les machines à merceriser** (Encyclopédie des Aide-Mémoire Leauté). 156 p., 23 fig. Paris, Gauthier-Villars. **1 3604**

WARCOLLIER (G). **Pomologie et cidrerie** (Encyclopédie agricole) de VIII-532 p., 109 fig. Paris, J.-B. Baillière et Fils, 1909. **13 605**

RUHMER (ERNEST). **Téléphonie sans fil;** traduit de l'allemand par L. Ancel. In-8 (25 × 16) de IX-225 p., 151 fig. Paris, H. Desforges, 1909. **13 606**

FARGUE (L.). **La forme du lit des rivières à fond mobile** (Encyclopédie des Travaux Publics). In-8 (25 × 16) de 188 p., 43 fig. Paris, Gauthier-Villars, 1908. **13 607**

RUSAGER (ÉMILE). **Développement moderne de l'industrie du ciment de Portland.** Conférence faite le 26 mars 1908, à l'Assemblée de l'Association des fabricants de ciment d'Autriche à Vienne. In-4 (22 × 20) de 60 p., photogravures. Copenhague, Martius Truelsen, 1908. **13 608**

KOEBEL (W.-H.). **L'Argentine moderne.** Traduit par M. Saville et G. Feuilloy, 2e édit. In-12 (14 × 21) de 272 p., XXVI photogr. Paris, Pierre Roger et Cie, 1909. **13 609**

VAULABELLE (A. DE) et HÉMARDINQUER (CH.). **La science au théâtre.** In-8 (24 × 15) de 292 fig. Paris, Henry Paulin et Cie, 1908. **13 610**

HAEDER HERM. **Les moteurs à gaz.** Étude des projets, construction et conduite des moteurs à explosion. Traduction française par M. Varinois. 2e partie. In-8 (23 × 18), de VIII-248 p., et atlas de XXV pl. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1909. **13 611-13 612**

CHARPENTIER (P.-G). **Les microbes.** In-fo (31 × 21), de VI-355 gr., I pl. Paris, Vuibert et Nony, 1909. **13 613**

Royaume de Belgique. OFFICE DU TRAVAIL. **Les industries à domicile en Belgique,** Volume X. **Étude statistique des familles ouvrières comprenant des ouvriers à domicile.** CLXXVII-381 p., Bruxelles, J. Lebègue et Cie, 1909. **13 614**

FLAMMARION (CAMILLE). **Initiation astronomique.** 2e éd. (Collection des initiations scientifiques). 217 p., 89 fig. Paris, Hachette et Cie, 1908. **13 615**

DARZENS (GEORGES). **Initiation chimique** (Collection des initiations scientifiques). 130 p., 31 fig. Paris, Hachette et Cie, 1909. **13 616**

LAISANT (C.-A.). **Initiation mathématique** (Collection des initiations scientifiques). 6e éd. 183 p., 103 fig. Paris, Hachette et Cie, 1909. **13 617**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Erban Franz. **Laboratoriumsbuch** für Tinktorial-Chemiker, Koloristen, Ingenieure und technische Reisende, in Färbereien, Druckereien, Farben, Lach und Papierfabriken. In-8 (25 × 18) de XI-109 p., 21 fig. Halle a. S., Wilhelm Knapp, 1908. **13 618**

Baraduc-Muller (L.). **Le carborundum.** Mémoires de la Société des Ingénieurs civils de France, novembre 1908, 38 p. I pl., 7 fig. (*ex.*) **13 619**

Curie (Pierre). **Œuvres de...**, publiées par les soins de la Société Française de Physique. In-8 (25 × 17) de XXII-621 p., fig., II pl. Paris, Gauthier-Villars, 1908. **13 620**

Brunswick (E.-J.) et Aliamet (M.). **Construction des induits à courant continu. Coussinets**, paliers et autres organes de transmission. (Encyclopédie des Aide-Mémoire Léauté) de 192 p., 38 fig. Paris, Gauthier-Villars, 1908. **13 621**

Sidersky. **La consommation des chaudières à vapeur et l'économie de combustible** (Encyclopédie des Aide-Mémoire Léauté) de 174 p., 26 fig. Paris, Gauthier-Villars, 1908. **13 622**

Sidersky (D.). **Polarisation et saccharimétrie**, 2e édit. (Encyclopédie des Aide-Mémoire Léauté) de 168 p., 40 fig. Paris, Gauthier-Villars, 1908. **13 623**

Duchemin (René). **L'industrie des pyroligneux et les droits de douane** (*ex* Bulletin de l'Union syndicale des usines de carbonisation des bois de France). (25 × 17) de 31 p. Chauny, E. Ronat, 1909.

Marteil (Victor). **Fonderie de fonte.** Tome I du Manuel pratique du Fondeur. In-8 (25 × 17) de 308 p., 232 fig., V pl. Paris, Loubat et Cie, 1909. **13 624**

Société des Ingénieurs Civils de France. Catalogue de la Bibliothèque au 1er Janvier 1893. Vol. I et II (25 × 17). Paris, 10, cité Rougemont, 1894. **13 625-13 626**

Bibliothèque bibliographique des Répertoires Industriels. **Réunion du Comité de patronage**, tenue le 27 Janvier 1909 sous la présidence de M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie. Allocution de M. Jules Garçon, directeur. Allocution de M. Abel Sornay, délégué de M. le Ministre. In-8, 20 p., 2 fig. Paris, 40 *bis*, rue Fabert, 1909.

Paquet (N.-A.), Docquier (A.-C.) et Montpellier (J.-A.). — **L'électrotechnique exposée à l'aide des mathématiques élémentaires.** Tome Ier. L'énergie et ses transformations. Phénomènes magnétiques, électriques et électromagnétiques. Mesures usuelles. In-8 (25 × 16) de XV-328 p., 195 fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1909. **13 627**

Catalogue of the library of the pharmaceutical Society of Great Britain in London, compiled by Knapman John William. In-8, 715 p. London, Pharmaceutical Society of Great Britain, 1905. **13 628**

Royal Society of London. The Royal Society Archives. **Classified Papers** of the period 1606-1741. 38 p. Oxford, A. H. Church, 1907. Some account of the Letters and Papers of the period 1741-1806 in the archives. With an index of authors, 73 p. Compiled by A. H. Church, Oxford, 1908.

Girard (E.) et Rouville (A. de). **Les ballons dirigeables.** Théories. Applications. 2e édition augmentée de 2 annexes. Le ballon *Lebaudy*. Le ballon *Patrie*, par le commandant Voyer. In-8 (23 × 15) de 380 p., 174 fig. Paris, Berger-Levrault et Cie, 1908. **13 629**

Coudurier. **Manuel des directeurs et contremaitres de petites usines à gaz.** 2e éd., revue et complétée par Bourgn H. (21 × 14) de 342 p., 138 fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1909. **13 630**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ministère du Travail et de la Prévoyance sociale. DIRECTION DU TRAVAIL. — *Statistique des grèves et des recours à la conciliation et à l'arbitrage survenus pendant l'année 1907*. Paris, Imprimerie Nationale, 1908. **Pér. 205**

Ministère de l'Intérieur. SERVICE VICINAL. *Programme de l'année 1905*. Compte rendu des Opérations présenté par G. Clemenceau, Président du Conseil, Ministre de l'Intérieur. Paris, Imprimerie Nationale, 1908. **Pér. 175**

Ministère de l'Instruction Publique et des Beaux-Arts. — *Réunion des Sociétés des Beaux-Arts des départements du 21 au 24 avril 1908. Trente-deuxième session*. Paris, Plon-Nourrit et Cie, 1908. **Pér. 4**

The Journal of the IRON AND STEEL INSTITUTE, volume LXXVIII, n° 3, 1908. London, E. et F. N. Spon, 1908. **Pér. 157**

UNION NATIONALE DES SOCIÉTÉS PHOTOGRAPHIQUES DE FRANCE. *Session de Tours, 1908*. Compte rendu par M. S. PECTOR. Paris, Gauthier-Villars, 1908. **Pér. 782**

Annuaire du Ministère du Commerce et de l'Industrie. 1908. Paris, Vuibert et Nony. **Annuaires.**

Atti della Societa d'Incoraggiamento d'arti et Mestieri in Milano, anno 1908.

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ D'ÉCONOMIE POLITIQUE, *année 1908*. **Pér. 55**

DIRECTION DU TRAVAIL, Ministère du Travail et de la Prévoyance sociale. — *Rapports sur l'application des lois réglementant le travail en 1907*. Paris, Imprimerie Nationale, 1908. **Pér. 211**

Journal Officiel de la République française. Tables. Année 1908.

Annual Report of the SMITHSONIAN INSTITUTION, 1907. **Pér. 27**

Ministère du Travail et de la Prévoyance sociale. DIRECTION DU TRAVAIL. — Statistique générale de la France. *Résultats statistiques du recensement général de la population effectué le 4 mars 1906*. Tome I, première partie : Introduction. Population légale ou de résidence habituelle pour la France entière. Paris, Imprimerie Nationale, 1908. **Pér. 97**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LITTÉRATURE

DES

PÉRIODIQUES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE DE LA SOCIÉTÉ

Du 15 Février au 15 Mars 1909

DÉSIGNATIONS ABRÉGÉES DES PUBLICATIONS CITÉES

Ac. . . . Annales de la Construction.
ACE . . . American Society of civil Engineers.
ACP. . . . Annales de Chimie et de Physique.
AIM. . . . American Institute of Mining Engineers.
AM. . . . Annales des Mines.
AMa . . . American Machinist.
Ap. . . . Journal d'Agriculture pratique.
APC. . . . Annales des Ponts et Chaussées.
Bam. . . . Bulletin technologique des anciens élèves des Écoles des arts et métiers.
BCC. . . . Bulletin du Congrès international des chemins de fer.
CN. . . . Chemical News (London).
Cs. . . . Journal of the Society of Chemical Industry (London).
CR. . . . Comptes rendus de l'Académie des Sciences.
E. . . . Engineering.
E' . . . The Engineer.
Eam. . . . Engineering and Mining Journal.
Elé. . . . L'Électricien.
Ef. . . . Économiste français.
EM. . . . Engineering Magazine.
Fi . . . Journal of the Franklin Institute (Philadelphie).
Gc. . . . Génie civil.
IC. . . . Ingénieurs civils de France (Bulletin).
Ie. . . . Industrie électrique.
Im . . . Industrie minérale de St-Étienne.
It. . . . Industrie textile.
IoB. . . . Institution of Brewing (Journal).
LE . . . Lumière électrique.
Ms. . . . Moniteur scientifique.
MC. . . . Revue générale des matières colorantes.
PC . . . Journal de Pharmacie et de Chimie.
Pm. . . . Portefeuille économ. des machines.
RCp . . . Revue générale de chimie pure et appliquée.
RdM. . . . Revue de métallurgie.
Rgc. . . . Revue générale des chemins de fer et tramways.
Ré . . . Revue électrique.
Ri . . . Revue industrielle.
RM. . . . Revue de mécanique
Rmc. . . . Revue maritime et coloniale
Rso. . . . Réforme sociale.
RSL. . . . Royal Society London (Proceedings).
Ru. . . . Revue universelle des mines et de la métallurgie.
SA. . . . Society of Arts (Journal of the).
ScF. . . . Société chimique de France (Bull.).
Sie. . . . Société internationale des Électriciens (Bulletin).
SiM. . . . Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse.
SL. . . . Bull. de statistique et de législation.
SNA. . . . Société nationale d'Agriculture de France (Bulletin).
SuE. . . . Stahl und Eisen.
Ta. . . . Technique automobile.
Tm. . . . Technique moderne.
Va. . . . La Vie automobile.
VDI. . . . Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure.
ZaC. . . . Zeitschrift für angewandte Chemie.
ZOI. . . . Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieure und Architekten-Vereins.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

AGRICULTURE

Asperge. (Mouche de l') (Lesne). *Ap.* 11 *Mars*, 289.

Avoines cultivées. Causes de dégénérescence, remèdes (Denail). *Ap.* 25 *Fév.*, 238.

Assolement fourrager (Hitier). *Ap.* 11 *Mars*, 296.

Bétail. Individualité dans la durée de la gestation des bovidés (Vacher). *SNA. Janv.*, 34.

Betterave. Production de la graine en France (Olry). *Ap.* 11 *Mars*, 304.

Engrais. Pouvoir absorbant et dissolution du sol (Rousseaux). *Ap.* 25 *Fév.*, 232; 4 *Mars*, 263.

— Transport des gadoues (Bénard). *Ap.* 25 *Fév.*, 235.

Farines traitées chimiquement (Ladd). *CN.* 5-12 *Mars*, 110-127.

Forêts. École forestière de St-Pau (Demazet). *Ap.* 25 *Fév.*, 233.

Greffe. Son influence sur quelques plantes annuelles ou vivaces par leurs rhizomes (L. Daniel). *CR.* 15 *Fév.*, 431.

Henequen. Composition et emploi de la pulpe de défibrage (Hébert et Heim). *CR.* 22 *Fév.*, 513.

Hydromels (Fabrication des). *Ap.* 18 *Fév.*, 203.

Insecticides arsenicaux. Emploi en Angleterre (Truelle). *Ap.* 4 *Mars*, 268.

Irrigation. Stations mécaniques du Nil (Van Brussel). *EM. Fév.*, 749.

Lait. Approvisionnement des grandes villes. *Cosmos*, 27 *Fév.*, 238.

— Coagulation par la pressure du Papayer (Gerber). *CP.* 22 *Fév.*, 497.

— Stérilisation par les rayons ultra-violets (Henri et Sbodel). *CR.* 1er *Mars*, 582.

— Action de la lumière sur le lait bichromaté (Gascard). *CR.* 1er *Mars*, 580.

— Laiterie coopérative de Vienne. *Ap.* 11 *Mars*, 299.

Labourage à la vapeur (Projet de). *Ap.* 25 *Fév.*, 244.

Lowlands d'Écosse. *Ap.* 18-25 *Fév.*, 200-236; 4 *Mars*, 265.

Main-d'œuvre polonaise en Bourgogne (Bivet-Sagnier). *SNA. Janv.*, 66.

Pétrins mécaniques, *SNA. Janv.*, 39.

Plantes nouvelles (Gaudot). *Ap.* 18 *Fév.*, 202.

Poules. Race de la Flèche. *Ap.* 4 *Mars*, 272.

Sources (les) (Ringelmann). *Ap.* 18 *Fév.*, 205.

Trèfle jaune des sables mélangé de minette et de mélilot. *Ap.* 18 *Fév.*, 199.

Vignes greffées. (Variation des) (Baco). *CR.* 15 *Fév.*, 429.

— Récolte des vins en 1908. *SNA. Janv.*, 73. Dans la Gironde en 1908. *SNA. Janv.*, 56.

— Station viticole de Cognac. *Ap.* 4 *Mars*, 271.

— Vins. (Cryoscopie des —) et leur degré alcoolique (Mestrezat). *ScF.* 5 *Mars*, 260.

— Acide sulfureux en vinification (Marre). *RCp.* 7 *Mars*, 91.

CHEMINS DE FER

Chemins de fer français. Rachat de l'Ouest. *Gc.* 20 *Fév.*, 277.

— anglais (Situation des). *E.* 26 *Fév.*, 287.

— du Mont-Blanc. *BCC. Mars*, 238.

— chinois. *E'.* 12 *Mars*, 257.

— de Doroda. Colombie. *E'.* 12 *Mars*, 264.

— *Électriques* pour trains de marchandises et à grandes vitesses (Marchena). *Revue Scientifique*. 20 *Fév.* 230.

— — Seebach-Wettinghen. Essais de traction. *Rc.* 28 *Fév.*, 138.

— — du tunnel St-Clair. *Ie.* 10 *Mars*, 101.

— — Wagons doubles à accumulateurs des chemins de fer prussiens. *LE.* 4 *Mars*, 309.

— — Automotrices à vapeur des chemins de fer du Palatinat. *Rgc. Mars*, 201.

Locomotives compound et simples. *E'.* 19 *Fév.*, 187.

— compound des chemins de l'État danois. Appareil de démarrage (Busse). *BCC. Mars*, 192.

— du Lancashire Yorkshire. *VDI.* 27 *Fév.*, 336.

— de l'Orléans à grande puissance (Laurent. *Rgc. Mars*, 180.

— 6 — couplées express du Bengal Nagpur. *Rr. E.* 5 *Mars*, 319.

— équilibrées Bodmer. *E'.* 5 *Mars*, 236.

— Combustion et absorption de la chaleur dans les chaudières locomotives (Fry). *E.* 19 *Fév.*, 237; 5 *Mars*, 307.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Signaux. Électro-sémaphore Lartigue. *Elé*. 13 *Mars*, 161.

Trains de marchandises lents. Poids maximum (Bessell). *ACE. Fév.*, 141.

Voies. Rampes de déraillement en acier coulé Osborn. *E*. 19 *Fév.*, 268.

TRANSPORTS DIVERS

Automobiles. Expansion dans le monde. *Ef*. 13 *Mars*, 371.

— Taxi-auto et autobus à Paris et à Londres. *Va*. 27 *Fév.*, 142; 13 *Mars*, 161, 167.

— Tracteurs militaires. Essais en Angleterre. *E*. 5-12 *Mars*, 325, 361; *E'*. 5 *Mars*, 246.

— Tracteurs de 60 chevaux Marshall. *E*. 5 *Mars*, 313.

— — de 40 chevaux Thornycroft. (*id.*). 329.

— *à pétrole*. Voiture Turicum. *Va*. 27 *Fév.*, 134. Mors 1909. *Va*. 6 *Mars*, 152.

— — Poids lourds. *Société d'encouragement de Berlin*. *Fév.*, 91.

— — Moteurs Dutheil et Chalmers. *Va*. 27 *Fév.*, 137. Fonctionnement des (Neumann). *VDI*. 27 *Fév.*, 330.

— Axes fixes des automobiles, leur section. *E*. 5 *Mars*, 309.

— Les différentiels. *E*. 26 *Fév.*, 271.

— Les embrayages. *Va*. 6 *Mars*, 137.

— Changement de vitesse (Poidevin). *Va*. 13 *Mars*, 166.

— Roues élastiques (Rutishauser). *Ta*. 13 *Fév.*, 26.

Tramways de Nottingham. *BCC. Mars*, 245.

CHIMIE ET PHYSIQUE

Acides hypophosphoreux. Oxydation catalytique par le cuivre (Bougault). *CR*. 15 *Fév.*, 415.

— chloraliques (Hanriot). *CR*. 22 *Fév.*, 487.

— oléique; action de l'ozone (Harries). *Cs*. 15 *Mars*, 250.

— sulfurique; perte du nitre dans le procédé des chambres (Englis). *CM. Mars*. 198. Agencement rationnel des chambres de plomb (Petersen). (*id.*). 201. Fabrication; perte du trioxyde de soufre dans les gaz perdus du procédé par contact (Ljungh). *Cs*. 15 *Mars*, 241.

Alcools dénaturés au méthylène. Prix de revient (Duchemin). *Tm. Mars*, 146.

— Oxydation par l'action simultanée du tannate de fer et de l'eau oxygénée (de Stoecklin). *CR*. 15 *Fév.*, 424.

Aluminium. Phénomènes thermiques accompagnant l'action de l'eau sur la poudre d' (Kohn-Abrest et J. Carvallo). *CR*. 15 *Fév.*, 410.

Ammoniac. Chaleur de dissolution dans l'eau (Mollier). *VDI*. 13 *Mars*, 422.

Amidon. Propriétés colloïdales et constitution chimique (Fouard). *CR*. 22 *Fév.*, 502.

— Oxydation et hydrolysie sous l'action du peroxyde d'hydrogène (Gatin Gruzewska). *CR*. 1er *Mars*, 578.

Brasserie. Divers. *Cs*. 27 *Fév.*, 213; 15 *Mars*, 253.

Chaleur d'oxydation de l'étain et chaleur de combinaison des oxydes acidiques avec les oxydes de sédium (Mixter). *American journal of Science*. *Mars*, 229.

Chaux et Ciments. Cuisson des masses du ciment dans les fours verticaux. *Le Ciment*. *Fév.*, 34.

— Essais des ciments et rapport de la commission des ciments à l'*American Society of civil engineers*. *ACE*. 71, 85.

Chimistes industriels. Leur éducation par l'université (Heatcote). *Cs*. 27 *Fév.*, 171.

Chrome, Nickel, Manganèse, leurs oxydes et leurs alliages, action de l'oxyde de carbone (Charpy). *CR*. 1er *Mars*, 560.

Cire de jasmin (Constantes de la) (Radcliff et Allan). *Cs*. 15 *Mars*, 227.

Corrosion des métaux (Buzenac). *Rmc*. *Fév.*, 267.

Cristallisation spontanée (la) (Marcelin). *CR*. 8 *Mars*, 631.

Eaux de surface contenant du manganèse Purification des. *ACE*. *Fév.*, 150.

Ébonite. Son analyse (Hubener). *Cs*. 15 *Mars*, 251.

Égouts. Rapport de la commission royale anglaise. *E'*. 12 *Mars*, 263.

— Épuration biologique. Rôle des fosses septiques (Muntz et Lainé). *CR*. 8 *Mars*, 597.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Densités des vapeurs. Détermination simple (Blackmann). *CN.* 19 *Fév.*, 87.

Encres aux sels de fer et à l'acide gallique (Silbermann et Ozorowitz). *MC.* 1er *Mars*, 89.

Essences et parfums. Divers. *Cs.* 27 *Fév.*, 217. 15 *Mars*, 258.

— Action dédoublante de l'amidure de sodium sur quelques cétones et aldéhydes aromatiques (Haller et Bauer). *ACP. Fév.*, 145.

— Synthèses par les dérivés organo-métalliques du zinc, préparation des acides cétoniques et des dicétanes (Blaise et Kœhler). *CR.* 22 *Fév.*, 489.

Explosifs de sûreté. *Cs.* 15 *Mars*, 260. Association du carbone aux poudres à bases de nitrocellulose et de nitroglycérine (Monni). *Fi. Fév.*, 111.

— Fulmi-coton. Sa fabrication (Nathan). *Cs.* 27 *Fév.*, 117.

Fermentation d'acides amidés (Effront). *Ms. Mars*, 145, 156.

Gaz. Compressibilité de 0 à 3 atm. à toutes les températures (Leduc). *CR.* 13 *Fév.*, 407.

— Propriétés magnétiques de quelques gaz facilement liquéfiables (Pascal). (*id.*).

Glycérine. Recherche et identification. Nouvelles réactions très sensibles (Denigès). *CR.* 1er *Mars*, 570.

Hygiène. Nettoyeur désinfecteur par le vide. *CR.* 19 *Fév.*, 249.

Iodomercurates (Recherches sur les) (Dubois). *ACP. Fév.*, 258.

Kirschs. Nature des composés cyanés des (Roques et Levy). *CR.* 22 *Fév.*, 494.

Laboratoire. Réaction colorée nouvelle des protosels de fer et ses applications (Richaud et Bidot). *PC.* 1er *Mars*, 230.

— Appareil continu pour l'extraction des solides (Gebhardt et Thomson). *CN.* 12 *Mars*, 124.

— Analyse du métal commercial (Nicolle). *Ms. Mars*, 173.

— — de la poudre d'aluminium (Kohn Abrest). *ScF.* 5 *Mars*, 207.

— Dosage des nitrates dans les eaux. Influence des chlorures (Perrier et Fargy). *ScF.* 20 *Fév.*, 178.

Laboratoire. Dosage des acides minéraux dans le vinaigre (Repiton). *Ms. Mars*, 172.

— — de l'acide cyanhydrique et titrage de l'eau de laurier-cerise (Guérin et Gouet). *PC.* 1er *Mars*, 234.

— — du bore (Copaux et Boiteau). *ScF.* 5 *Mars*, 217.

— — volumétrique du titane en présence du fer (Hibbert). *Cs.* 27 *Fév.*, 189.

— — rapide du CO^2 dans l'atmosphère (Davis et Mac Lallan). *Cs.* 15 *Mars*, 232.

— — du cuivre et du chrome en présence du fer (Hibbert). (*id.*). 190.

— — de l'argent comme chromate (Gooch et Bosworth). *American Journal of Science. Mars*, 241.

Matière (Propriétés de la) (J. Thomson). *E.* 5-12 *Mars*, 326, 360.

Matières plastiques artificielles dérivées des albuminoïdes (Beltzer). *Ms. Mars*, 157.

Métatungstates. Pouvoir rotatoire du métatungstate de potassium (Copaux). *CR.* 8 *Mars*, 633.

Osmoses (Interprétation physique de l'). *E.* 12 *Mars*, 362.

Oxygène. Sa tétravalence (Redgrove). *CN.* 5 *Mars*, 109.

Optique. Influence des régions extrêmes du spectre sur le phénomène de solarisation (Gargam de Moncets). *CR.* 15 *Fév.*, 406.

— Déviation des rayons par le prisme (Uhler). *American journal of science. Mars*, 223.

— Renversement de la raie verte émise par l'arc de la lampe au mercure dans le vide (Pérot). *CR.* 15 *Fév.*, 404.

— Détermination de la qualité des radiations lumineuses (Bainville). *Se.* 10 *Mars*, 109.

— Vision ultramicroscopique (Bonnard). *Nature.* 25 *Fév.*, 489.

Papiers. Divers. *Cs.* 27 *Fév.*, 216. 15 *Mars*, 257.

— à la main de différentes époques (Clayton Beadle et H. Stevens). *SA*, 26 *Fév.*, 294.

Pétroles pour l'éclairage, détermination de leurs valeurs commerciales (Marquet). *Tm*, *Mars*, 137.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Peintures à l'huile. Leur craquelage (Tauber). *Cs.* 27 *Fév.*, 209.

Platine, température de fusion (Fery et Cheneveau). *CR.* 15 *Fév.*, 401.

Phosphures d'étain (Jolibois). *CR.* 8 *Mars*, 636.

Poids atomiques, leurs vraies valeurs (Dubreuil). *ScF.* 20 *Fév.*, 172, 175.

— des terres rares. Revision (Urbain). *ScF.* 20 *Fév.*, 133.

— du tellure (Lenher). *CN.* 26 *Fév.*, 101.

— du potassium, Henrichs. *CR.* 22 *Fév.*, 484.

— Densités et volumes moléculaires (Leduc). *CR.* 1er *Mars*, 548.

Pyromètre électrique enregistreur Siemens et Halske. *Electro-chemical. Mars*, 132.

Quinine et ses alcaloïdes (Goldsmith). *Fi. Fév.*, 90.

Scandium (le) (Meyer). *CN.* 19-26 *Fév.*, 85, 97.

Sels de potasse. (Emploi des eaux résiduaires dans l'industrie des) (Wergelt). *CR. Mars*, 204.

Silicium amorphe. Action du gaz chlorhydrique (Besson et Fournier). *CR.* 1er *Mars*, 555.

Silicotungstate de nicotine et son dosage (Bertrand et Javillier). *ScF.* 5 *Mars*, 241.

Soie artificielle. Son industrie (Colin). *RCp.* 7 *Mars*, 93.

Stérilisateur. Forbes pour eaux potables. *E.* 5 *Mars*, 334.

Stérilisation des liquides à froid (Praille). *RCp.* 7 *Mars*, 89.

Sucrerie. Divers. *Cs.* 27 *Fév.*, 212.

— Moulin à cannes Berthon. *E.* 19 *Fév.*, 197.

— Industrie en Russie. *Gc.* 27 *Fév.*, 296.

— Diffusion continue Hyros Rak. *E.* 26 *Fév.*, 277.

— Constitution des sucres, méthode nouvelle de détermination (Hanriot). *CR.* 8 *Mars*, 640.

Sulfure de carbone, fabrication au four électrique Taylor. *Cs.* 6 *Mars*, 316.

Tannage à l'huile (Moisissures du) (Piedallu). *CR.* 22 *Fév.*, 511.

— Divers. *Cs.* 27 *Fév.*, 211. 15 *Mars*, 252.

Teinture. Divers. *Cs.* 27 *Fév.*, 199, 15 *Mars*, 339.

— Rouge de Paranitraniline. Sa formation (Prudhomme et Colin). *MC.* 1er *Mars*, 65.

Teinture. Mécanisme de la teinture (P. Jolivet). *MC.* 1er *Mars*, 68.

— Mercerisage, progrès récents (Beltzer). *it.* 15 *Mars*, 110. Mercerisage partiel des tissus de coton (Lister). *Cs.* 15 *Mars*, 230.

— Solidité des matières colorantes à la lumière, détermination par les prussiates de fer (E. Betchel). *MC.* 1er *Mars*, 73.

— Dureté et feutrage de la laine (Mueller Justin). *MC.* 1er *Mars*, 75.

— Couleurs nouvelles. *MC.* 1er *Mars*, 79.

— Couleurs des artistes peintres (Watson). *MC.* 1er *Mars*, 87.

— Vert malachite; transformation en carbithol par l'albumine des œufs (Paterson). *MC.* 1er *Mars*, 88.

— Production de nuances vertes, olives et brunes en teinture et impression (Schmidt). *MC.* 1er *Mars*, 91.

— Absorption des teintures et de l'humidité — relation entre — par les fibres textiles (Higgins). *Cs.* 27 *Fév.*, 188.

— Identification des matières colorantes (Holden). *Cs.* 27 *Fév.*, 199.

— Noir d'aniline en teinture par oxydation; procédé Green. *It.* 15 *Mars*, 109.

— Machines à teindre von Kapff. *It.* 15 *Mars*, 114.

Tétrachlorure de carbone (Radecleffe). *Cs.* 15 *Mars*, 229.

Tourbe. Son utilisation pour la force motrice (Philipp). *Electrochemical. Mars*, 117.

Urée. Isolement et synthèse (Chattaway). *CN.* 13 *Mars*, 121.

COMMERCE, ÉCONOMIE POLITIQUE

Allemagne. Budget de 1909. *SL. Janc.*, 112.

— Population (Dorf). *Rso.* 1er-16 *Mars*, 296, 369.

Angleterre. Travail à domicile. Les sans-travail et l'émigration. *Rso.* 16 *Mars*, 406, 409.

Argentine. Situation actuelle. *Ef.* 20-27 *Fév.*, 261, 297.

Assurances facultatives en Allemagne (Olphe Galliard). *Rso.* 16 *Mars*, 353.

— Pensions de vieillesse. *SL. Janc.*, 117.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Autriche-Hongrie. Budget de 1909. *SL. Janv.* 123-127.
Belgique. Industries extractives. *Ef.* 6 *Mars*, 336.
Brevets. Loi anglaise. *E.* 19 *Fév.*, 255.
Espagne. Budget de 1909. *SL. Janv.*, 128.
États-Unis. Ses chemins de fer. *Ef.* 6 *Mars*, 333.
France. Revision du tarif des douanes. *Ef.* 20 *Fév.*, 257.
— Commerce extérieur en janvier 1909, (*id.*). 259 ; en 1908. *SL. Janv.*, 78.
— Monnaie de Paris (la) (*id.*), 259.
— et Angleterre. Relations commerciales (Yves Guyot). *SA.* 19 *Fév.*, 273.
— Budget de 1909. *SL. Janv.*, 1. *Ef.* 6 *Mars*, 329.
— Vins et cidres en 1908. *SL. Janv.*, 85.
— Tarif des douanes, projet de revision. *Ef.* 27 *Fév.*, 293.
— Progression des contributions directes et des taxes assimilées à Paris et dans le département de la Seine. *Ef.* 27 *Fév.*, 295.
— Minerais divers du sol français. (*id.*), 299.
— Petite propriété. Loi sur les Caisses d'épargne et les sociétés à bon marché (Rostand). *Rso.* 16 *Mars*, 399.
— Institut agronomique. Jeanne d'Arc. (*id.*), 402.
— Vins et cidres en France et en Algérie en 1908. (*id.*), 302.
— Loi de 1908 sur la petite propriété (Fourdinier). *Rso.* 1er *Mars*, 325.
— Esprit nouveau et législation du travail (Hubert Valleroux). *Rso.* 1er *Mars*, 296.
— Banque de France. Opérations en 1908. *Ef.* 6 *Mars*, 338.
— Répartition des impôts. *Ef.* 13 *Mars*, 365.
Instruction technique du commerçant (Belom). *Tm. Mars*, 145.
Ivoire. Production et consommation. *Ef.* 6 *Mars*, 334.
Jardins ouvriers à la campagne (Rivière). *Rso.* 1er *Mars*, 289.
Prévoyance obligatoire. (Nouvelle forme de la). *Ef.* 6 *Mars*, 331.
Retraites ouvrières mutualistes. *Rso.* 1er *Mars*, 331.
Russie. Boissons alcooliques en 1909. *SL. Janv.*, 135.
Sibérie. Son développement. *SA.* 19 *Fév.*, 284.

CONSTRUCTIONS ET TRAVAUX PUBLICS

Chauffage et ventilation à l'eau chaude à basse pression. Calcul des installations. *Ré.* 20 *Fév.*, 89. 13 *Mars*, 109.
— Chauffage des ateliers. *Ré.* 20 *Fév.*, 89. 13 *mars*, 110.
— Chauffage central de Lebanon. *Power.* 2 *Mars*, 400.
— Chauffage domestique par l'électricité (Bainville). *Ie.* 25 *Fév.*, 86. *Elé.* 13 *Mars*, 173.
— Influence du vent sur le chauffage et la ventilation. *Ri.* 13 *Mars*, 108.
— Refroidissement de l'air. *Ré.* 27 *Fév.* 88.
— Ventilateurs Sirocco. *Elé.* 27 *Fév.*, 137.
— Aération des locaux par l'aspirateur Longhi. *Gm. Fév.*, 179.
Ciment armé aux États-Unis. *Le Ciment. Fév.*, 29.
— Calcul des poutres (Pigeaud). *APC. Nov.*, 7.
Drague de rivière Jomini (Lidgy) *APC. Nov.*, 146.
— à succion avec désagrégateur. *Gc.* 20 *Fév.*, 284.
Egouts de Milton. *E'.* 19 *Fév.*, 188.
Habitations à bon marché. Salubrité des (Cacheux). *Gc.* 13 *Mars*, 340.
Palplanches en acier (Gifford). *ACE. Fév.*, 70.
Pavage et empierrement. Prix de revient annuel. *Gc.* 6 *Mars*, 314.
Pierre creuse artificielle. *La Nature*. 13 *Mars*, 235.
Ponts lourds et ponts légers. Études d'ouvrages particulièrement légers et économiques (Pendaries). *APC. Nov.*, 64.
— en béton armé sur la Sitter à Gmundertabel. Suisse. *Gc.* 13 *Mars*, 329.
— Méthodes de constructions modernes. *E'. Fév.*, 179.
— suspendu, système Geslard, à la Cassagne. *Gc.* 20 *Fév.*, 273, 293.
— de Trelens près Vinay (Isère) (Buisson). *APC. Nov.*, 96.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pont de Blackfriars. Élargissement. *E.* 5 *Mars*, 319.
— viaduc dans la 6e rue à Kaeas City. *ACE. Fév.*, 84.
Terrassement. Calcul rapide d'après le profil en long (Betzanis). *APC. Nov.*, 108.
Tremblements de terre. (Construction à l'abri des). *Le Ciment. Fév.*, 22.
Tunnel de Détroit. *E.* 19 *Fév.*, 180.
— du col des Montets (Haute-Savoie).
— de l'East River, sa consolidation. *Ac. Mars*, 42.
— Injections de ciments. *Rgc. Mars*, 167.
Voûtes. Stabilité. Vérification et amélioration (Astier). *Ac. Mars*, 40.

ÉLECTRICITÉ

Accumulateurs Robust. *Elé.* 6 *Mars*, 152.
Aluminium. Thermo-électricité et résistivité. Influence des impuretés (Pécheux). *CR.* 8 *Mars*, 627.
Bobine de Ruhmkorff. Recherches expérimentales (Corbino). *LE.* 13 *Mars*, 335.
Conducteurs aériens. Rupture des (Guyau). *Re.* 28 *Fév.*, 130.
Décharges électriques dans les champs magnétiques intenses (Dusaugoy). *CR.* 22 *Fév.*, 455.
Diélectriques. Recherches sur les (Malclès). *ACP. Fév.*, 153.
Distribution. Chutes et surélévation de tension dues à la canalisation sur les 3 points inégalement chargés d'une transmission triphasée à 4 fils (Guyon). *Re.* 22 *Fév.*, 135.
— à courants alternatifs, amélioration du facteur de puissance (Soulier). *Ie.* 10 *Mars*, 109.
Dynamos. Variation de l'induction le long de l'entrefer (Girault). *Ie.* 10 *Mars*, 111.
— Essais des alternateurs (Girault). *LE.* 13 *Mars*, 327.
— Mesure de la vitesse des dynamos par le diaphason stroboscopique (Kennely et Whiting). *Re.* 15 *Mars*, 190.
Moteurs monophasés à collecteur, pertes par court circuit (Rethy); *LE.* 27 *Fév.*, 268, 6 *Mars*, 295.
Moteurs Démarrage automatique par la force électromotrice de l'induit (Kranse). *LE.* 6 *Mars*, 305.
— Montage en cascade pour vitesses variables Heyland. *Ie.* 10 *Mars*, 103.
Éclairage. *Arc* musical. Effets thermiques. Fusion probable du carbone (La Rosa). *CR.* 22 *Fév.*, 475.
— *Incandescence*. Lampes à filaments métalliques. État actuel (Blondel). Essais du laboratoire central d'électricité (Laporte). *Sie. Fév.*, 79, 111.
Électro-chimie. Procédé à cloche (André). *ScF.* 5 *Mars*, 202.
— Transformation de l'industrie électrochimique. *Tm. Mars*, 156.
— Divers. *Cs.* 27 *Fév.*, 207; 13 *Mars*, 248.
— Appareil Lacroix pour le raffinage électrolytique des métaux précieux. *Electrochemical. Mars*, 109.
— Galvanisation par l'électrolyse. *Ri.* 13 *Mars*, 104.
Flammes (Propriétés électriques des). *E.* 26 *Fév.*, 292.
Isolement des lignes à haute tension. *Elé.* 20 *Fév.*, 119.
Laque du Japon. Technique, composition, propriétés chimiques (Lemaire). *Revue Scientifique*. 6 *Mars*, 306.
Lignes aériennes. Constructions des. *Elé.* 6 *Mars*, 145.
Limitateur de courant. Romero. *Elé.* 6 *Mars*, 151.
Mesures. Voltmètres compoundés Chauvin et Arnoux. *LE.* 20 *Fév.*, 253.
— Remarques sur les systèmes d'unités (Berthelot Janet). *Sie. Fév.*, 57.
— Application du wattmètre à la détermination du facteur de puissance d'un système monophasé (Lissols). *Re.* 15 *Mars*, 187.
Résistance à réglage continu. *Re.* 15 *Mars*, 188.
Stations centrales. Station hydro-électrique de Milford. *Me. Power.* 9 *Fév.*, 269.
— à turbines à vapeur de Brockton. *Power*, 16 *Fév.*, 315.
— (Utilisation des turbines à vapeur dans les) (Mativet). *LE.* 20 *Fév.*, 231.
— et installations privées. Comparaison. *E.* 26 *Fév.*, 288.
— Prix de revient dans les (Knowlton). *EM. Fév.*, 830.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Stations centrales. Exploitation en Allemagne. *Re.* 28 *Fév.*, 29.
— Économies de combustibles (Izart). *Ie.* 25 *Fév.*, 82.
Télégraphie. Construction des lignes aériennes. *Elé. Fév.*, 113.
— *Sans fil* (La) (Tissot). *Tm. Mars*, 126.
— — Détecteurs électrolytiques nouveaux. *Re.* 15 *Mars*, 188.
— — Appel et lecture sans téléphones à l'oreille des radiotélégrammes reçus sur détecteur sans fil (la). *Gc.* 13 *Mars*, 337.
— Télautographe Korn. *La Nature.* 6 *Mars*, 213.
Téléphone. Le domophone. *Elé. Fév.*, 131.
— Constitution des lignes souterraines qui amènent dans les grandes villes les circuits téléphoniques (Devain Charbonnel). *CR.* 22 *Fév.*, 478.
— Téléphones Bell multiples automatiques (Turpain). *Re.* 28 *Fév.*, 142; 15 *Mars*, 184.
Transformateurs. Abaque pour déterminer leur rendement suivant la charge (Stanley). *LE.* 13 *Mars*, 347.

HYDRAULIQUE

Barrages réservoirs dans la vallée de l'Ondaine (Loire) (Reuss). *APC. Nov.*, 35.
Distribution d'eau. Eau de l'Elbe à Magdebourg. *E.* 19 *Fév.*, 256.
— Filtration et purification (Don). *E.* 26 *Fév.*, 272.
— Filtres Puech Chabot à Magdebourg. *E.* 26 *Fév.*, 277.
Maréo-moteurs (Les) (Horsnaill). *E'.* 26 *Fév.*, 214; 5 *Mars*, 233.
— (Van Winkle). *Power.* 2 *Mars*, 335.
Pompes centrifuges Subra pour mines à Mapini (Mexique). *Eam.* 20 *Fév.*, 404.
— — Rees. *Elé.* 13 *Mars*, 169.
Turbines. Utilisation des chutes en Suède et Norvège. *E.* 12 *Mars*, 342.

MARINE, NAVIGATION

Barrage de Granite Reef (Arizona). Construction des vannes. *Gc.* 4 *Mars*, 311.
Bossage de la coque. Effet sur la résistance (Sadler). *E.* 26 *Fév.*, 302.
Canal du Berry. Restauration du pont canal de la Tranchasse (Barrat). *APC. Nov.*, 115.
— maritime de la Georgian Bay. Canada (Kerry). *EM. Fév.*, 792.
Canots automobiles en 1908 (Legrand). *Rmc. Janv.*, 49.
Cargo à membrures longitudinales Isherwood. *E'.* 5 *Mars*, 234.
Cloisons étanches dans les paquebots. *E.* 26 *Fév.*, 207.
Hélice reversible Villinger. *E'.* 12 *Mars*, 274.
Hydroplanes (Les). *E.* 12 *Mars*, 365.
Ingénieurs de la marine. Leur éducation scientifique (Welch). *E'.* 26 *Fév.*, 220, 224.
Machines marines. Mesure de la puissance au torsiomètre. *E'.* 19 *Fév.*, 186.
— Quadruple expansion Beardmore du paquebot *Ourcama*. *E.* 26 *Fév.*, 279.
— Turbines marines (les). *Tm. Mars*, 137; du paquebot japonais *Sakura Maru*. *E.* 5 *Mars*, 331.
Marines de guerre. Armement primaire des cuirassés. *E'.* 19 *Fév.*, 193
— Tirs de combat. *Rmc. Janv.*, 117.
— Attaque de torpilles. *Rmc. Janv.*, 121.
— anglaise. Son avenir. *E.* 12 *Mars*, 357.
— Cuirassé à turbines Vanguard. *E.* 26 *Fév.*, 290. *E'.* 26 *Fév.*, 224.
— Contre-torpilleur *Swift*. *E.* 26 *Fév.*, 223.
— brésilienne. Contre-torpilleurs Yarrow. *E.* 12 *Mars*, 347.
— espagnole nouvelle. *E'.* 5 *Mars*, 323.
— Mines sous-marines; leur évolution (Birot). *Rmc. Fév.*, 287.
Pêche (Développement des ports de) dans la mer du Nord. *Rmc. Janv.*, 217.
Point. Détermination des droites de hauteur et du point observé (Guyon). *Rmc. Fév.*, 223.
Ports et docks de Malte. *E.* 19 *Fév.*, 239.
Rhône. Amélioration de sa navigabilité (Armand). *Revue Scientifique.* 27 *Fév.*, 263.

MÉCANIQUE GÉNÉRALE

Aéronautique. Aéroplanes modernes (Les) (Boltzmann). *ZOI. Fév.*, 121; *E.* 319; *Mars*, 312 (Statique graphique de l') (Lecornu). *CR.* 22 *Fév.*, 470.
— Stabilité. Surface métacentrique (Bril-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

louin). *RM. Fév.*, 109. Stabilisateur gyroscopique Marmonier. *La Nature.* 27 *Fév.*, 204.

Aéronautique. Ballons dirigeables (les). *E.* 5 *Mars*, 312 et aéroplanes. Leur avenir. *Ef.* 20 *Fév.*, 262.

— — (Portée des) et le radiogoniomètre Bellini Tosi. *LE.* 27 *Fév.*, 263.

— Cerfs-volants militaires (Saconnay). *Gm. Fév.*, 151.

— Hélices aériennes (Les) (Guéret). *Ta.* 15 *Fév.*, 18. Force et puissance de propulsion (Arnoux). *CR.* 22 *Fév.*, 472. Essais au point fixe (Boyer Guillon). *RM. Fév.*, 127.

— Vol des oiseaux (Lanchester). *E'* 19-26 *Fév.*, 198; 225 (Baumann). *VDi.* 30 *Janv.*, 281, 27 *Fév.*, 341.

Arbres coudés (Résistance des) (Meyer). *VDI.* 20 *Fév.*, 295.

— de transmission, torsion et flambage (Morley). *E.* 12 *Mars*, 350. Vibrations tostionnelles et puissance. *E'.* 12 *Mars*, 269.

Câbles. Transmission par câbles (Les) (Kenyon). *E.* 12 *Mars*, 368.

— en coton. *E'.* 19 *Fév.*, 197.

Chaudières à tubes d'eau Yarrow. *E.* 12 *Mars*, 352.

— Charbons (Manutention des) (Brix). *VDI.* 6-13 *Mars*, 361, 412.

— (Essais de) (Cary). *Power.* 23 *Fév.*, 355.

— Alimentation (Réchauffeurs d') (Bolton). *EM. Fév.*, 791.

— fonds plats. Résistance (Bach). *E'* 26 *Fév.*, 209; 12 *Mars*, 258.

— Foyers à sciure de bois. *Power*, 16 *Fév.*, 333.

— — à bois. *Eam.* 6 *Mars*, 499.

— Grille mécanique Bennis. *E.* 19 *Fév.*, 249.

— Incrustations et corrosions. Impuretés qui les provoquent. *Power.* 2 *Mars*, 410.

— Action corrosive des eaux magnésiennes (Grossmann). *E'.* 12 *Mars*, 262.

— Prix du cheval-vapeur sur le continent. *E'.* 12 *Mars*, 270.

— Ramoneuse Alexander. *Pm. Mars*, 34.

— Rendement des charbons. *E'.* 19 *Fév.*, 194.

— Soupapes de sûreté des chaudières, marines; progrès récents (Gibson). *E.* 26 *Fév.*, 295.

Chaudières. Transmission de la chaleur (Nicholson). *E.* 19-26 *Fév.*, 260, 280; *E.* 19-26 *Fév.*, 184, 207.

— Tuyauteries en cuivre; leur fatigue. *E.* 19 *Fév.*, 257.

— — Joint Leegh. *E'.* 5 *Mars*, 249.

— — de haute pression. *Power.* 23 *Fév.*, 305; 2 *Mars*, 402.

Dynamomètre portatif Acer. *E'.* 12 *Mars*, 273.

Écrire. Machine Remington à écriture visible. *RM. Fév.*, 181.

Embrayage logarithmique. *E'.* 5 *Mars*, 251.

Levage. Câbleways aux mines de Nouvelle-Calédonie. *Eam.* 20 *Fév.*, 391; de la Balanced Cable Crane C°. *VDI.* 6 *Mars*, 374.

— Convoyeur pour magasin de charbon Schenk. *VDI.* 6-13 *Mars*, 361, 412.

— Grue électrique roulante de 30 tonnes Sheldon. *E'.* 12 *Mars*, 276.

— Pont roulant électrique Dub. *LE.* 20 *Fév.*, 243.

— — des aciéries de Kladno. *Ri.* 27 *Fév.*, 81.

— Transporteur Barry. *E.* 5 *Mars*, 314.

— Treuil. Dispositif de sûreté Colechini. *Gc.* 6 *Mars*, 315.

Machines-Outils. Ateliers. (Organisation des) (Emerson, Miller). *EM. Fév.*, 815, 825.

— Établissements des prix au moyen de machines. *AMa.* 13 *Mars*, 249.

— Avantage du système à primes (Sperry). *AMa.* 27 *Fév.*, 174; 13 *Mars*, 266.

— Commande électrique des machines-outils. *Ie.* 25 *Fév.*, 75.

— Accidents. Analyse de 5300 cas (Alford). *AMa.* 6 *Mars.* 209. Appareils de sûreté en Allemagne. *AMa.* 13 *Mars.* 257.

— Aléseur ajustable Vickers. *E.* 26 *Fév.*, 223.

— Alésoir Beaman Smith. *AMa.* 6 *Mars*, 242.

— Chucks magnétiques, leur évolution (Walker). *AMa.* 6 *Mars*, 217.

— Cisaille hydraulique Fielding. *E.* 19 *Fév.* 248.

— Fabrication des segments de pistons. *AMa.* 27 *Fév.*, 178.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Machines-Outils. Fraiseuse hexagonale. *AMa.* 27 *Fév.*, 203.
— Forge à l'étampe (Bury). *E'.* 12 *Mars*, 277.
— Meules (Protection contre l'éclatement des) et le décret du 6 décembre 1907. *Ri.* 27 *Fév.*, 83.
— Matières abrasives industrielles (Escart). *Pm. Mars*, 36.
— Outils OK matricés à la presse hydraulique. *AMa.* 27 *Fév.*, 172.
— Trempe des aciers à outils.
— Perceuse radiale Courtial. *Ri.* 20 *Fév.*, 73.
— Presse à balancier (Schlesinger). *VDI.* 20 *Fév.*, 287.
— — à découper pour platines de montres. *AMa.* 27 *Fév.*, 163.
— Raboteuse pour engrenages Fawcus. *AMa.* 20 *Fév.*, 123.
— Soudure oxyacétylénique. *AMa.* 20 *Fév.*, 129. Au gaz (Diegel). *VDI.* 13 *Mars*, 401.
— Taraudeuses d'écrous de Cleveland. *AMa.* 20 *Fév.*, 158.
— Tiroirs cylindriques de locomotives. Machine à rectifier sur place Bunot Buronfosse. *Ri.* 6 *Mars*, 93.
— Tour à charioter Salmond. *E.* 5 *Mars*, 249.
— — pour arbres coudés Spencer de 1m,50. *E.* 12 *Mars*, 354.
— — Vis-mère. Leur interchangeabilité (Donaldson). *E.* 19 *Fév.*, 261.
— *A bois*. Scies à deux roues (Robinson). *E'.* 19 *Fév.*, 196.
— — Machine à tailler les queues d'hironde Ransome. *Pm. Mars*, 34.

Moteurs à gaz. Calcul de leur puissance (Girardault). *Gc.* 20 *Fév.*, 282.
— pour stations centrales. *E.* 5 *Mars*, 324.
— de l'international Harvester C°. *Power*, 2 *Mars*, 430.
— Influence des parois (Deschamps). *Tm. Mars*, 145.
— Turbine à gaz (M. Armengaud). *LE.* 20 *Fév.*, 238.
— — Moulins. *Va.* 12 *Mars*, 173.
— Allumage Bougie Excelsior. *Va.* 27 *Fév.*, 141.
— Graissage des cylindres au graphite. *Ri.* 6 *Mars*, 98.
— *à pétrole*. Fonctionnement (Neumann). *VDI.* 6 *Mars*, 369.

Moteurs à pétrole Vogt, Willans et Robinson, Borner, Brooke, Campbell, Griffin, Gunther, Oberhanski. Reichenbach, Vickers et Mac Kechnie, Southall, Roberts, Standard Motor C°, Rollason, Sabathé, de Roos, Grouvelle et Arquenbourg, Dunlop et Kynoch, Simon, Haselwander. *RM. Fév.*, 184.
— à paraffine Allen. *E.* 12 *Mars*, 353.
— Carburateurs Longuemare Westinghouse, Royce, Kreutzberger, Burstall, Claudel. *RM. Fév.*, 203.

Moteurs à vapeur rapides Belliss, Browett et Lindley. *Power*, 9-16 *Fév.*, 275, 325. Allen Reavell Brotherhood Sissin (*id.*), 23 *Fév.*, 369.
— Diagrammes des propriétés de la vapeur saturée et surchauffée (Izart). *RM. Fév.*, 152.
— Condenseurs barométriques General electric C° Mueller, Cramer, Halander. *RM. Fév.*, 172. de la marine (Air dans les —). *E'.* 5 *Mars*, 244, à surface, Transmission de la chaleur par les tubes (Orok). *Power*, 2 *Mars*, 418. Son évolution (Rogers). *Power*, 9-16 *Fév.*, 297, 345.
— — lamellaires Bourdon. Lawrance. *RM. Fév.*, 169. Condenseurs Leblanc (Pansert). *Re.* 15 *Mars*, 170.
— Pompes à air Josse, Morison, Meuziers, Watson et Billetop, Blake et Knowles, De Laval, Botticher. *RM.* 163.
— Éjecteurs Korting, Greenwood et Anderson, Leblanc. *RM.* 167, 174.
— Espace nuisible (l'). *E'.* 26 *Fév.*, 220.
— Stuffing box Lancaster et Tongue. *E'.* 19 *Fév.*, 190.

Turbines (Rendement des). *E.* 19 *Fév.*, 255.
— et moteurs à gaz pour stations centrales. *E'.* 19 *Fév.*, 188.
— Électra Kolb. *Gc.* 20 *Fév.*, 279.
— Brush-Parsons de 500 kw. Essai. *E.* 26 *Fév.*, 297.
— à basse pression. *Ri.* 27 *Fév.*, 84; 6 *Mars*, 97.
— Condenseurs pour les turbines (Josse). *VDI.* 27 *Fév.*, 323; 6-13 *Mars*, 376, 406.

Presse à briques Krestchel. *Ri.* 27 *Fév.*, 81.

Résistance des matériaux. Formules élémentaires (Picolet). *Fi. Fév.*, 131.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Résistance des matériaux. Loi de Guest. *E.* 19-26 *Fév.*, 258, 280.
— Essais de poinçonnage (Breuil). *RdM. Fév.*, 139.
— Résistance de la fonte (Bach). *VDI.* 20 *Fév.*, 299.
— Résistance des tubes et cylindres (Smith). *E.* 5 *Mars*, 326.
— Duromètre Martens. *Gc.* 13 *Mars*, 342.
Textiles. Métiers à deux vitesses Coulhard. *E'.* 19 *Fév.*, 197.
— Appareil permettant de tisser et d'obtenir des effets variés dans l'intérieur des étoffes de la Société française pour l'industrie et les usines. *It.* 15 *Mars*, 97.
— Peigneuse Delatte Grun. *It.* 15 *Mars*, 103.
Transmission hydraulique Marly. *AMa.* 27 *Fév.*, 206.

MÉTALLURGIE

Alliages « Monel ». Alliage, 70 p. 100 nickel, 30 p. 100 cuivre. *Electro chemical. Mars*, 115. Silicium-magnésium (Lebeau et Bossuet). *RdM. Mars*, 273. Manganèse-carbone (Stadler). (*id.*). 134.
Aluminium. Analyse de la poudre (Kohn Abrest). *ScF.* 5 *Nov.*, 207.
Coke. Fabrication. Récolte et traitement des sous-produits (Say). *Im. Fév.*, 157.
Cuivre. Corrosion des water-jackets. *AIM. Fév.*, 217.
— Utilisation des gaz de hauts fourneaux au cuivre dans le Mansfield allemand comme force motrice (Schorr). *Eam.* 27 *Fév.*, 459.
Fer et acier. Sidérurgie dans l'Inde *E'.* 12 *Mars*, 262.
— — au Canada (Kraynik). *SuE.* 24 *Fév.*, 265.
— — en Allemagne depuis 1879. Goldstein. *Société d'Encouragement de Berlin. Fév.*, 77.
— Procédé Thomas. Étude expérimentale (Wust et Laval). *RdM. Mars*, 154.
— Aciers (nouveaux caractéristiques des) (Becker). *EM. Fév.*, 803.
— Aciers Taylor White. Brevet annulé aux États-Unis. *Electrochemical. Mars*, 105.
Fer et acier. Aciers et fontes au titane (Slocum). (*id.*), 128.
— Aciérie de Gary. *SuE.* 17 *Fév.*, 233.
— Fer, phosphore, carbone (Goerens et Dobbelstein). *RdM. Mars*, 130.
— Ferro-silicium. (Empoisonnement par le). *CN.* 26 *Fév.*, 102.
— — Procédés actuels de préparation (Escard). *LE.* 6-13 *Mars*, 301, 329.
— *Fonderie* systématique et prix de revient (Knoeppel). *EM. Fév.*, 765.
— — Coulée d'une enveloppe de pompe centrifuge en acier de 42 tonnes. *AMa.* 27 *Fév.*, 168.
— — Pare-étincelles pour cubilots Carnegie. *E'.* 12 *Mars*, 278.
— — Fonte malléable. Préparation (Gioletti). *Cs.* 15 *Mars*, 245.
— *Hauts fourneaux* à refroidisseur d'air Gayley. *INE.* 24 *Fév.*, 283. *Power.* 23 *Fév.*, 382.
— — elliptique de Newport. *Gc.* 27 *Fév.* 301.
— — Représentation graphique de la composition des laitiers. Calcul graphique du lit de fusion (Mathesus). *RdM. Mars*, 140.
— *Electrosidérurgie*. Four Rochling-Rodenhauser. *Eam.* 13 *Fév.*, 365.
— — Four électrique et haut fourneau. *SuE.* 24 *Fév.*, 276.
— — (Notes sur l'). (Stoughton. *Fi. Fév.*, 73.
— — Désulfuration de l'acier dans les fours électriques (Amberg). *Electrochemical. Mars*, 115.
Fours. Formes des briques de (M. Peters). *Eam.* 27 *Fév.*, 407.
— tournants à hélice chauffés au pétrole Rockwell. *Electrochemical. Mars*, 130.
Froid. Emploi en métallurgie (Hart). *EM. Fév.*, 777.
Gaz occlus dans quelques métaux (Delachanal). *CR.* 1er *Mars*, 561.
Métaux précieux. Raffinage électrolytique. Appareil Lacroix. *Electrochemical. Mars*, 109.
Micrométallurgie (la) (Rosenheim). *SA.* 12 *Mars*, 549.
Or. Procédé de séparation Pearce. *AIM. Fév.*, 167.
— — Usine de la « Standard consolidated

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cyanide» Californie. *Eam.* 6 *Mars*, 489.

Ventilateurs Roots. Emploi dans les fonderies. *Eam.* 13 *Fév.*, 353.

— par pression et par aspiration (Magburg). *AIM. Fév.*, 181.

MINES

Accidents dans les mines et économie (Coll.). *Eam.* 13 *Fév.*, 359.

— Progrès de la sécurité (Cunynghame). *E.* 26 *Fév.*, 293.

Allemagne et Bavière. Industrie minérale en 1907. *AM. Nov.*, 563.

Argent. Dépôts du Lake Valley, Nouveau-Mexique. *AIM. Fév.*, 211.

Associations d'ouvriers mineurs en Allemagne (Debuisson). *AM. Nov.*, 522.

Cuivre. Mine de Copper Queen, Nevada. *Eam.* 20 *Fév.*, 409.

— de Balaklalo. (*id.*), 6 *Mars*, 501.

Extraction. Machine des charbonnages Elisabeth à Haulet (Belgique). *Ge.* 27 *Fév.*, 289.

— Machines d'extraction électriques (Rouland). *Eam.* 27 *Fév.*, 443.

— Cages (Calcul des) (Dissard). *Ru. Janv.*, 1.

Fer. Gisements de la Laponie suédoise (Nicou). *AM. Sept.*, 221 ; *Oct.*, 341.

Hongrie. Statistique minérale en 1906. *AM. Fév.*, 338.

Houillères. Descenderies oscillantes. *Eam.* 13 *Fév.*, 362.

— Bassins du Nord. Région de Valenciennes (Defline). *AM. Nov.* 469.

— Explosions de poussières. Expériences des galeries d'Altofts et de Liévin. *Im. Fév.*, 65, 69.

— Le productus Cora ou mollusque cheminéau. *Im. Fév.*, 85.

— Recupération et séparation des poussières de charbon dans les triages et lavoirs du bassin de la Ruhr. *Ru. Janv.*, 73.

Or (Industrie de l') en Russie (Gorbatshew). *Ru. Janv.*, 40.

Perforatrices dans les tunnels alpins (Schuckler). *ZO.* 26 *Fév.*, 5 *Mars*, 137, 153.

Phosphates de la Floride (Exploitation des) (Stone). *Eam.* 6 *Mars*, 490.

Plomb, zinc. Gisements d'Ozark, Genève, localisation et migration (Keyes). *AIM. Fév.*, 120.

Préparation mécanique. Théorie (Griffin). *Cs.* 27 *Fév.*, 192.

— Classification des minerais très fins. *Eam.* 6 *Mai*, 493.

Remblayage hydraulique (Exploitation par le) des couches épaisses. Mines de Totis (Hongrie) et de La Mure (Isère). (De Réneville). *EM. Fév.*, 105.

Soufre. Exploitation en Sicile en 1907. *AM. Sept.*, 330.

Zinc. District du Tennessee Est. *Eam.* 20 *Fév.*, 401.

Le Gérant : G. Richard.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

108e ANNÉE. AVRIL 1909.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

ARTS MÉCANIQUES

DE LA RÉSISTANCE DES PIÈCES RIVÉES, par **M. Ch. Fremont** (1).

Les différentes pièces qui entrent dans la composition d'une construction métallique sont réunies entre elles par des rivets posés à chaud, et ces rivets doivent être placés au nombre des organes les plus importants et les plus délicats de la construction.

C'est, en effet, le mode de liaison par rivets qui a permis de substituer avantageusement le fer à la fonte dans l'établissement des premiers ouvrages à grandes portées nécessités par la création et par le développement des chemins de fer, et c'est encore aujourd'hui le système le plus simple et le plus économique ; mais c'est aussi par la fatigue de la rivure que les détériorations provoquées dans les ponts par les charges réitérées commencent à se manifester ; ce sont les assemblages rivés mal exécutés qui constituent les points faibles.

Les premières expériences effectuées pour obtenir des renseignements sur la résistance des pièces rivées paraissent dues à sir William Fairbairn (2).

Depuis cette époque, de nombreux expérimentateurs ont réitéré les essais, mais ils n'ont pas pu obtenir des résultats comparables, parce que chaque expérience était effectuée dans des conditions différentes ; la grande quantité de *variables*, plus ou moins inconnues, empêchant l'expérimentateur de se placer dans des conditions connues et déterminées.

(1) Travail subventionné par la *Société d'Encouragement*.

(2) « Experimental Inquiry into the Strength of Wrought-Iron Plates and their Riveted Joints ». Par William Fairbairn. *Phil. Trans.* Partie II, 1850, p. 677-725.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Une pièce rivée résiste par l'adhérence des tôles et par le cisaillement des rivets.

L'adhérence est la résistance au glissement résultant du frottement des faces des tôles maintenues en contact sous la pression produite par la contraction, après refroidissement, du métal du rivet posé à chaud.

C'est cette adhérence des tôles rivées qui résiste, d'abord seule, aux efforts, parce que les fûts des rivets ne sont généralement pas en contact absolu avec la paroi des trous qu'ils remplissent.

Puis, après un premier glissement des tôles, les rivets viennent graduellement s'appuyer sur la paroi des trous et, à la nouvelle résistance à l'adhérence consécutive au glissement initial, vient s'ajouter la résistance au cisaillement des fûts des rivets agissant alors comme des broches.

Sur laquelle de ces deux résistances faut-il compter? « Autrement dit (1) : doit-on calculer un rivetage en se basant sur le frottement des rivets sur les tôles pour assurer la liaison de ces dernières? Ou bien doit-on le calculer en se basant uniquement sur la résistance au cisaillement? Quelques ingénieurs, s'appuyant sur ce fait d'expérience qu'un rivetage dont les rivets n'ont plus d'adhérence est bien près de sa ruine, proposent d'accepter la première hypothèse. Mais, en général, on fait les calculs en ne tenant compte que du cisaillement. »

En fait ces calculs sont empiriques; on admet que la résistance au cisaillement est les quatre cinquièmes de la résistance à la traction et on applique au résultat du calcul un fort coefficient de sécurité: *on fait travailler au cinquième*.

Ainsi l'acier actuellement employé dans la construction des ponts a une résistance à la traction de 42 kilogrammes, on admet que la résistance au cisaillement de cet acier est de 32 kilogrammes, et l'on fait travailler le métal à 6 kilogrammes par millimètre carré de section. Or, ce qui importe, c'est de ne pas dépasser la limite d'élasticité du métal et, dans le cisaillement, celle-ci est les quatre dixièmes de la limite d'élasticité du métal essayé à la traction (2).

Si, par exemple, la limite d'élasticité du métal, essayé à la traction, est de 22 kilogrammes, le métal commencera à se déformer par cisaillement sous un effort de *9 kilogrammes* environ par millimètre carré, ce qui implique un coefficient de sécurité de deux tiers, beaucoup plus faible qu'on ne le supposait.

Au fond, peu importe le mode de calcul; l'important, en pratique, c'est que les pièces rivées ne travaillent que par adhérence des tôles et jamais par cisail-

(1) J. Pillet, *Traité de Stabilité des constructions*. Paris, 1895, p. 465.

(2) Ch. Fremont, « Résistance au cisaillement des aciers de construction ». *Revue de métallurgie*, mai 1906.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lement des rivets, car, dans ce dernier cas, ceux-ci se cisaillent graduellement et s'usent rapidement.

La cause de cette usure rapide des rivets qui ne résistent que par cisaillement est généralement attribuée à ce que, les rivets ne remplissant pas exactement les trous, il s'ensuit qu'ils ne portent pas tous en même temps sur l'intrados du trou et que, lorsque les tôles supportent un effort, celui-ci, inégalement réparti, déforme alors tel rivet quand le rivet voisin est indemne.

Mais cette hypothèse n'est pas exacte, car s'il en était ainsi, au bout de peu de temps la répartition de l'effort se ferait avec régularité, un tassement résultant des déformations permanentes des premiers rivets qui auraient eu à supporter un excès d'effort.

En réalité ce ne sont pas des efforts statiques que les constructions métalliques ont à supporter, mais des chocs successifs. *Ce n'est donc pas un effort statique à équilibrer, comme on l'admet dans les calculs, mais une quantité de travail à absorber et, pour qu'il n'y ait pas détérioration de l'ouvrage d'art, il faut que ce travail soit absorbé élastiquement; sinon il y a déformation permanente locale* (1).

Quand l'ouvrage d'art résiste par adhérence des tôles, celles-ci sont solidaires et peuvent être considérées comme si elles étaient soudées; c'est alors une grande masse de métal qui reçoit le choc et l'effort maximum instantané qui en résulte est relativement faible par unité de volume, puisqu'il est réparti sur toute la masse de métal en prise.

Quand, au contraire, l'effort est supporté par le rivet agissant comme le ferait une broche, il y a résistance au cisaillement; la quantité de travail élastique disponible dans ce cisaillement du rivet est extrêmement faible, la résistance vive élastique est insuffisante pour absorber les chocs les plus importants; il y a alors déformation permanente, les tôles se disloquent, prennent du jeu; ce jeu augmente à chaque nouveau choc, les tôles entament de plus en plus les fûts des rivets et, en outre, l'air et l'humidité pénètrent à l'intérieur et oxydent les tôles et les rivets.

Ce sont là des causes de détérioration rapide de l'ouvrage (sans que cependant il y ait à craindre un danger immédiat, la résistance vive des rivets étant généralement très élevée) (2).

Aussi M. Considère a dit, avec juste raison, que l'adhérence est la qualité maitresse des rivets, qu'on n'y accorde généralement pas assez d'importance et

(1) Ch. Fremont, « Mesure de la pression maximum instantanée résultant d'un choc ». *Revue de métallurgie*, juin 1904.

(2) Ch. Fremont, « Étude expérimentale du rivetage ». Mémoire publié par la « Société d'Encouragement », 1906, p. 123.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'il importe de rechercher les valeurs qu'elle peut avoir et les influences qui la font varier (1).

Or, un ingénieur des constructions navales, M. Mangin, chargé en 1866 d'exécuter à Paris, dans les ateliers Gouin où se faisait le rivetage mécanique depuis près de dix ans, des essais de résistance de pièces rivées, constata de suite l'impossibilité d'obtenir des résultats constants (2).

« Les rivets mis en place ont des résistances à la rupture et des facultés d'allongement encore plus diverses et il ne devient plus possible d'établir des moyennes. C'est que bien des causes influent sur la qualité du rivet mis en place: la température à laquelle il a été chauffé, celle à laquelle il a été posé, le temps qu'a duré la pose, la manière dont il remplit le trou, etc., etc., il est en quelque sorte impossible d'obtenir que deux rivets, pris dans la même barre, soient placés exactement dans les mêmes conditions et aient par suite la même tenue. »

Aussitôt constate-t-on les plus grandes divergences dans les résultats des essais communiqués par les divers expérimentateurs.

Ainsi, dans des expériences effectuées au Creusot (3), la résistance au glissement de tôles réunies par un rivet en fer posé à la main, a été de $22^{kg},20$ par millimètre carré de la section du rivet (troisième série d'expériences, p. 165) et de $34^{kg},07$ pour un rivet en fer posé à la machine (7e série d'expériences).

Dans des expériences analogues (4), M. Dupuy, inspecteur général des ponts et chaussées, a trouvé pour la résistance au glissement de tôles réunies par un rivet en fer, 4 kilogrammes par millimètre carré de section, quand le rivet est posé à la main, et 5 kilogrammes quand il est posé à la machine.

Enfin, si l'on remarque que certains rivets sont desserrés même avant tout service, on conclura que nous sommes fort peu renseignés sur la résistance à l'adhérence des pièces rivées et sur les conditions à remplir pour obtenir le maximum d'adhérence.

M. Considère (p. 127) observe judicieusement « que ce sont surtout les moyens d'augmenter l'adhérence qu'il faut rechercher et que les nombreuses expériences, poursuivies à l'unique point de vue de la résistance, ne présentent qu'un bien faible intérêt pratique et ne peuvent conduire qu'à des conclusions erronées, si on les étudie isolément ».

Et il ajoute (p. 130) : « L'adhérence et la résistance des rivets variant consi-

(1) Considère, « Mémoire sur l'emploi du fer et de l'acier dans les constructions. » « Annales des Ponts et Chaussées », janvier 1886, p. 103.

(2) « Mémorial du Génie Maritime », 1868, 3e livraison, p. 179.

(3) H. Lebasteur, *Les Métaux à l'Exposition universelle de 1878*, p. 165.

(4) M. Dupuy, « Mémoire sur la résistance des rivets. » — « Annales des Ponts et Chaussées », 1895.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dérablement avec l'état des surfaces en contact, la température et la pression d'écrasage et la qualité du fer employé, on ne peut sortir de la confusion qu'en tenant compte de ces *quatre* éléments. C'est parce qu'on ne les a jamais observés tous et que le plus souvent on n'en a noté aucun, que nous avons cru devoir nous abstenir de faire une mention plus étendue de très nombreux essais publiés sur cette matière. »

Parmi les quatre éléments indiqués par M. Considère, comme ayant une influence sur la résistance à l'adhérence, deux peuvent être mesurés ou, en pratique industrielle, estimés avec une approximation plus ou moins suffisante, ce sont : 1° la *température du rivet* au moment de l'écrasement, et 2° la *pression maximum* à la fin de cet écrasement.

Les deux autres variables n'ont pas été définies d'une manière suffisante ; ainsi pour la troisième : l'*état des surfaces en contact*, M. Considère, probablement influencé par la remarque de Fairbairn et d'autres observateurs américains, au sujet de bavures laissées au bord des trous poinçonnés dans les tôles, n'a effectué ses expériences que dans le but de comparer l'adhérence des tôles à trous poinçonnés avec l'adhérence des tôles dont les trous ont été forés ou alésés (p. 107). Or, en principe, dans la pratique tous les trous poinçonnés sont alésés pour enlever le métal écroui à la périphérie du trou ; après cet alésage, il ne reste donc plus la bavure qui a paru préoccuper M. Considère et les cahiers des charges des constructions métalliques exigent que cette bavure soit enlevée quand il n'y a pas d'alésage.

Actuellement la présence d'une bavure de poinçonnage ne résulte que d'une malfaçon ; c'est donc un fait accidentel qu'il est inutile de prendre en considération dans la résistance à l'adhérence des tôles rivées.

Mais il reste à étudier l'influence de l'état des surfaces des tôles en contact, au point de vue du degré plus ou moins parfait de polissage, ou bien du degré de leur rugosité et au point de vue de la perfection de leur dressage permettant un contact absolu des surfaces en rapport, avant tout effort de rapprochement par le rivet ; ces deux nouveaux éléments, qui paraissent avoir échappé à l'observation de M. Considère, ayant une très grande importance, comme nous le verrons plus loin.

Enfin, la dernière variable indiquée par M. Considère : *la qualité du fer employé*, n'est pas autrement précisée ; il nous parle bien (p. 125) de la *limite d'élasticité* du fer, mais n'entre pas dans d'autres détails, évidemment pour cette raison, qu'à l'époque de ses expériences, l'acier était très peu employé pour l'usage des rivets (p. 138).

En outre de ces quatre éléments qu'il nous indique comme devant avoir une influence prépondérante sur la résistance à l'adhérence, M. Considère signale encore (p. 131) l'*influence de la longueur du rivet* et conclut enfin que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la *supériorité de la rivure mécanique* augmente avec l'épaisseur des pièces à assembler.

M. C. Bach, l'éminent professeur de construction de machines à l'École technique supérieure du royaume de Wurtemberg, a publié, en 1892-1894-1895, les résultats de ses expériences sur l'adhérence des tôles rivées; il en a donné le résumé dans un livre : « Éléments de machines », traduit en français par M. Desmarest. M. Bach ne signale pas de nouveaux éléments ayant une influence sur la résistance à l'adhérence.

De ses expériences il conclut que :

1° (p. 145). La plus basse température de rivetage (rouge cerise) donne une résistance au glissement un peu supérieure à celle de la température plus élevée (rouge vif), en moyenne 1 199 kilogrammes au lieu de 1 115 kilogrammes par centimètre carré. Et, contrairement à cette première conclusion, si la longueur de la tige augmente sensiblement, du simple au double par exemple, la température du rivetage la plus élevée donne, au contraire, cette fois, une résistance au glissement bien supérieure (en moyenne 1 769 kilogrammes contre 1 305 kilogrammes par centimètre carré).

2° (p. 146). Pour de grandes longueurs de rivets on trouve une plus grande résistance au glissement.

M. Bach explique cette augmentation de résistance comme étant une conséquence de la compression plus énergique des plaques par les rivets plus longs qui se contractent davantage en se refroidissant, sans paraître remarquer que la limite élastique du métal reste la même quelle que soit la longueur du rivet ; le fait est vrai, mais l'explication n'est pas là bonne, comme nous le verrons.

3° (p. 149). Que le rivetage à la machine présente fréquemment une résistance au glissement très notablement inférieure à celle des assemblages rivés à la main.

En somme, les trois variables indiquées par M. Bach sont les mêmes que celles qui ont été antérieurement exposées par divers expérimentateurs, notamment par M. Considère, mais il est intéressant de constater que les résultats des expériences de M. Bach sont presque généralement en contradiction avec ce qu'on admet.

M. Dupuy a publié en 1895, dans les Annales des Ponts et Chaussées (1er semestre), un mémoire sur la résistance des rivets.

A la suite de nombreuses expériences effectuées dans le laboratoire des Ponts et Chaussées, M. Dupuy a conclu, relativement à la résistance à l'adhérence, de la façon suivante: Paragraphe 14: La résistance au glissement des tôles rivées est d'autant plus grande que la limite d'élasticité du métal constituant les rivets est plus grande.

Paragraphe 15 : La limite de la résistance au glissement est extrêmement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

variable ; les causes de cette variation paraissent très nombreuses et dépendent :

De la nature et de la qualité du métal constituant les rivets ;

De la température à laquelle est posé le rivet ;

De la température à la fin de la pose ;

Du mode de rivetage ;

De la manière dont l'opération est conduite.

Ce sont là de vagues hypothèses.

Enfin, M. Schrœder van der Kolk a publié (1) les résultats de nombreux essais effectués sur des pièces rivées au moins par quatre rivets. Pour ce distingué praticien, le point essentiel consiste dans la détermination de la valeur et de la durée de la pression.

PROCÉDÉS EMPLOYÉS PAR DIVERS EXPÉRIMENTATEURS POUR MESURER LA RÉSISTANCE A L'ADHÉRENCE DES TOLES RIVÉES

Dès les premières constructions métalliques, les ingénieurs cherchèrent à évaluer la résistance des pièces rivées en les soumettant à des essais de traction ; ils durent d'abord imaginer un procédé spécial permettant, dans ces essais de traction, de discerner la résistance à l'adhérence des tôles rivées de la résistance au cisaillement des rivets opérant comme des broches.

Ainsi Clark, un des premiers expérimentateurs, ovalisa les trous d'une des tôles (fig. 1) soumises à l'essai de traction, de façon que celle-ci pût glisser d'une petite quantité, avant de toucher les fûts des rivets et par conséquent permît d'évaluer la mesure de l'adhérence seule des tôles, c'est-à-dire dégagée de toute résistance au cisaillement des rivets. Ce procédé, facile à appliquer, a été adopté pour leurs expériences par : Le Creusot, MM. Considère, Dupuy, Schrœder van der Kolk, etc.

Ce procédé n'est cependant pas à l'abri de toute critique ; d'abord, au rivetage, il peut se produire un flambement, un refoulement local, de même un simple déplacement des fûts des rivets, les mettant en contact avec l'intrados des trous, alors que l'opérateur suppose qu'il y a un vide réel entre les rivets et la tôle et par suite admet que le résultat trouvé indique la mesure de l'adhérence seule, alors qu'il peut y avoir en outre une résistance supplémentaire due à ce cisaillement accidentel du fût du rivet.

Puis, sous l'effet de la pression du rivetage, les faces internes des tôles extérieures s'impriment sur la partie correspondante, pénètrent et forment un relief dans le vide laissé par l'ovalisation du trou, cause d'une résistance importante et supplémentaire qui n'existe pas dans les pièces rivées dans la construction.

(1) « Génie Civil », 25 décembre 1897 et 1er et 8 janvier 1898.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C'est probablement une de ces causes d'erreur qui a fait trouver au Creusot pour des rivets posés à la machine un résultat exagéré (7e série d'expériences) 34kg, 07 par millimètre carré de section du rivet en fer et 38,78 par millimètre carré de section du rivet en acier (1).

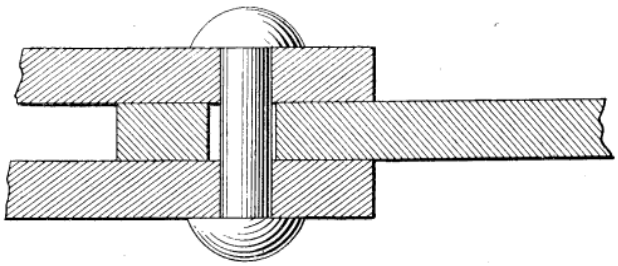


Fig. 1. — Mesure de la résistance à l'adhérence.
(Procédé de Clark : la tôle centrale a ses trous ovalisés pour permettre le glissement.)

Clark avait trouvé 14kg,5, c'est-à-dire moins de la moitié, et d'autres observateurs n'ont trouvé que 4 à 5 kilogrammes ainsi que nous l'avons vu.

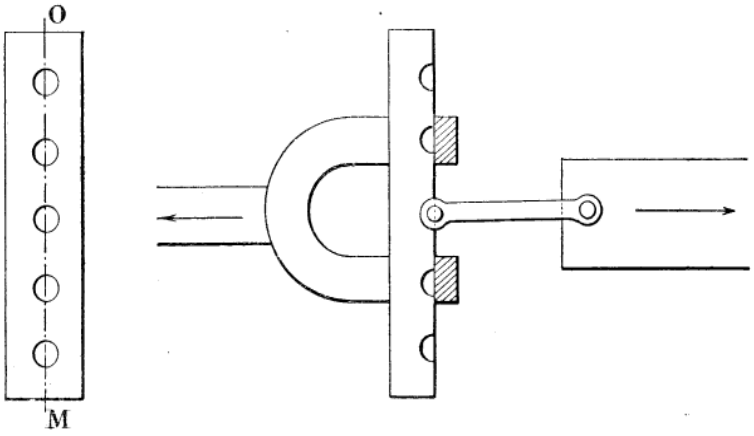


Fig. 2. — Mesure de la résistance à l'adhérence.
(Procédé de E. Dupuy : arrachement par traction des demi-rivets.)

M. Dupuy a imaginé un procédé différent (p. 50) : « Cinq rivets étaient posés dans des barres ayant à peu près la même épaisseur ; on sciait ensuite la barre dans toute sa longueur suivant l'axe des rivets, puis on arrachait successivement les deux parties de chaque rivet en constatant l'effort nécessaire pour produire le glissement (fig. 2). »

(1) Lebasteur, *Les Métaux à l'Exposition de 1878*, p. 165.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Or les tôles rivées ne sont jamais absolument planes, leur rapprochement complet sous la contraction du rivet crée une réaction élastique qui existe dans la pratique et qui n'existe plus quand les tôles sont sciées par le milieu des rivets ; il pouvait donc y avoir une adhérence qui a diminué par l'effet du sciage.

En outre, dans la pratique, ce sont les surfaces des tôles en contact qui, au glissement, frottent l'une sur l'autre, tandis que dans le procédé de M. Dupuy c'est le frottement de la couronne de la rivure et de celle de la tête du rivet qui est mesuré ; or la tête et la rivure ont pris, *à chaud* et *sous forte pression*, l'empreinte des faces des tôles avec lesquelles elles sont en contact, les deux surfaces se sont pour ainsi dire pénétrées en engrenant leurs rugosités par ce moulage à chaud ; aussi la résistance au frottement mesurée est sensiblement plus élevée que lorsque le contact des faces des tôles a lieu à froid.

Il y a encore une cause de résistance qui n'existe pas dans la pratique : c'est le gonflement aux deux extrémités du fût du rivet, qui frotte alors fortement sur la paroi du trou ; ce gonflement n'a aucune influence sur la résistance au glissement des tôles ; celles du milieu peuvent glisser, tandis que, dans l'arrachement du demi-rivet, il y a un surcroît de résistance.

Aussi en examinant les résultats portés au tableau n° 3 (p. 105), résultats qui ont servi à M. Dupuy à dégager ses conclusions, on constate que dans chaque série d'expériences les résultats varient du simple au double et parfois au triple.

Ces écarts excessifs peuvent s'expliquer par les défauts du procédé.

NOUVEAU PROCÉDÉ IMAGINÉ POUR MESURER LA RÉSISTANCE A L'ADHÉRENCE DES PIÈCES RIVÉES

Pour étudier la résistance à l'adhérence des pièces rivées, il faut commencer par chercher quelles sont les conditions à remplir pour obtenir le maximum de résistance et par conséquent effectuer une étude analytique des divers facteurs agissant sur la qualité du rivetage. Il faut donc opérer *sur un seul rivet à la fois* en isolant successivement, autant que possible, chacun de ces facteurs qui modifient cette résistance, afin d'en mesurer la valeur propre et d'en évaluer l'influence.

En outre, les observations précédentes relatives aux deux procédés d'investigation : soit en ovalisant les trous comme l'a fait M. Clark, soit en arrachant les demi-rivets comme l'a fait M. Dupuy, m'ont conduit à employer une méthode différente.

Dans ce but j'ai imaginé, pour évaluer la résistance à l'adhérence produite par *un rivet*, d'opérer le glissement par *rotation* autour de ce rivet comme

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

axe, au lieu d'opérer par traction, comme les divers expérimentateurs l'avaient fait jusqu'ici.

Une barre métallique A A′ est placée entre deux flasques B B′ et B B′, dont elle est séparée par deux rondelles cylindriques C et C′; ces cinq pièces sont réunies par le rivet à essayer, posé dans des conditions déterminées.

La figure 3 montre le schéma de ce dispositif.

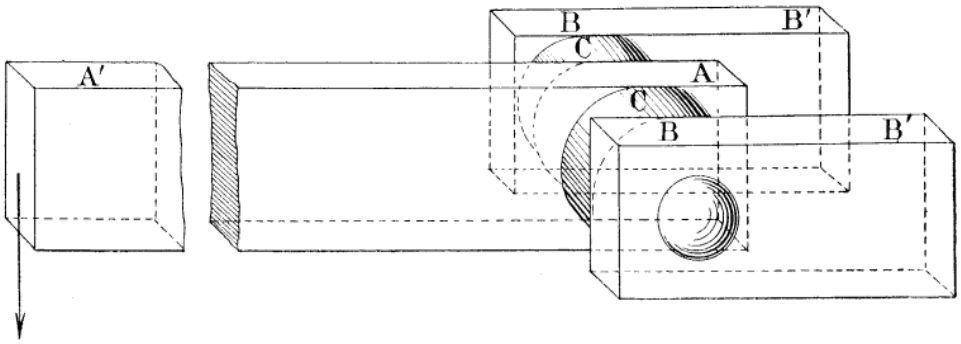


Fig. 3. — Schémas d'un nouveau dispositif permettant de mesurer la résistance à l'adhérence des pièces rivées, en opérant le glissement par rotation autour du rivet comme axe.

La figure 4 est la photographie de ce dispositif tel qu'il m'a servi pour mes expériences.

La figure 5 donne la photographie de l'installation : le dispositif, serré sous

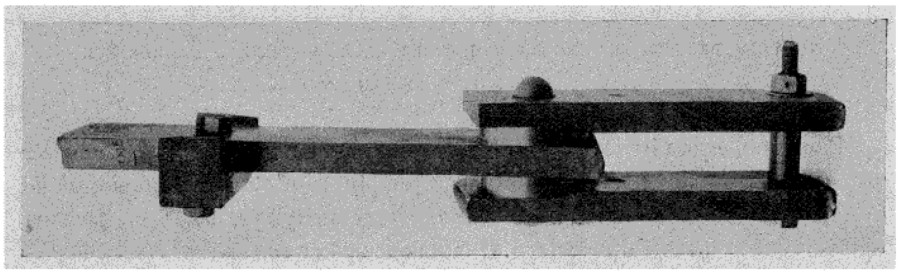


Fig. 4. — Photographie du dispositif qui a servi aux nouvelles expériences de résistance à l'adhérence des pièces rivées.

une presse hydraulique, est maintenu horizontalement, pendant que des poids sont successivement placés sur le plateau, jusqu'à ce que se produise le glissement des pièces rivées. Les cinq pièces du dispositif (fig. 4) sont en acier dur d'une résistance à la rupture de 100 kilogrammes par millimètre carré.

Les trois barres ont une section rectangulaire de 100 millimètres de hauteur et de 20 millimètres d'épaisseur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les deux rondelles cylindriques ont 100 millimètres de diamètre et 20 millimètres d'épaisseur.

L'épaisseur totale des 5 pièces à river est ainsi de 100 millimètres.

Les surfaces en contact sont parfaitement dressées et unies au tour.

Le trou de passage du rivet est alésé à 26 millimètres de diamètre.

Tous les rivets essayés ont 25 millimètres de diamètre initial.

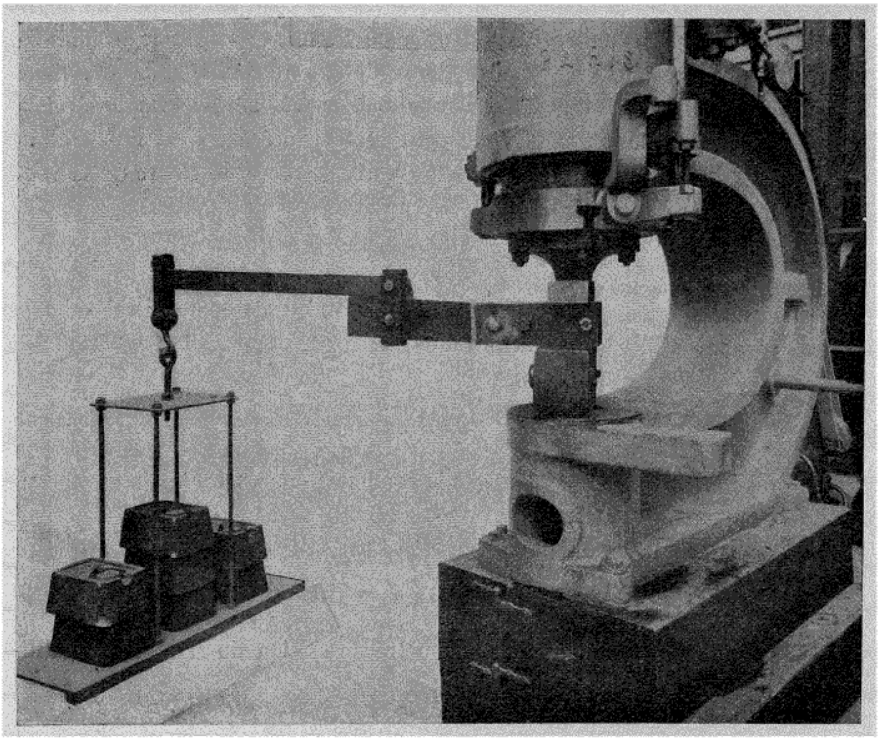


Fig. 5. — Photographie de l'installation. (Le dispositif serré sous une presse hydraulique est chargé jusqu'à ce que le glissement s'ensuive.)

Les poids sont placés sur un plateau taré suspendu sur couteau à la distance exacte de 1 mètre du centre du rivet.

La tare du plateau est de 33 kilogrammes et celle du levier est de 7 kilogrammes; c'est donc une constante de 40 kilogrammes à ajouter aux poids placés successivement jusqu'à production du glissement. Comme on le voit (fig. 5), la barre centrale est en deux pièces pour la commodité des expériences.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CALCUL DE L'ADHÉRENCE PRODUITE SUR LA RONDELLE PAR L'EFFET DU MOMENT DE GLISSEMENT PROVOQUÉ PAR LA CHARGE PLACÉE A L'EXTRÉMITÉ DU GRAND BRAS DE LEVIER

L'épaisseur des pièces et la dureté du métal permettent d'admettre que la pression est uniformément répartie sur toute la surface des rondelles.

Il s'agit de déterminer la pression totale P correspondant à la charge Q.

Si, dans un cercle de rayon R, on considère un secteur circulaire d'un angle très petit, on peut assimiler ce secteur à un triangle et dans ce triangle la résultante des pressions est située au centre de gravité, c'est-à-dire aux deux tiers du rayon R à partir du centre. Par suite de la présence du trou de rivet de rayon r, au centre de la rondelle, le petit secteur précédent est réduit à un trapèze dont le centre de gravité est situé à une distance du centre de la rondelle, donnée par l'expression :

$$x = \frac{2(R^3 - r^3)}{3(R^2 - r^2)}.$$

Dans mes expériences, la rondelle ayant 100 millimètres de diamètre et le trou de rivet 26 millimètres, la formule précédente donne, en remplaçant les lettres par leur valeur numérique :

$$\pi = \frac{2(50^3 - 13^3)}{2(50^2 - 13^2)} = 35 \text{ mm}.$$

La pression cherchée P appliquée à la rondelle a donc, par rapport au centre, un bras de levier de $0^m,035$.

Le moment résistant dû à l'adhérence est par suite égal à :

$$M = \frac{1}{0,035} = 28,57$$

et l'effort d'adhérence ramené au millimètre de section du rivet de 26 millimètres de diamètre a donc pour valeur :

$$\frac{P \times 28,57}{530} = P \times 0,0539.$$

ESSAIS EFFECTUÉS A L'AIDE DE CE NOUVEAU PROCÉDÉ

Les essais de rivetage ont été effectués avec des rivets pris dans une collection de dix-sept échantillons de métal, un échantillon de fer à nerf et seize échantillons d'aciers, d'une résistance à la rupture allant de 35 kilogrammes à 67 kilogrammes par millimètre carré.

J'ai d'abord effectué les essais de traction sur le métal à l'état vierge, c'est-à-dire, tel qu'il a été livré par le laminoir en m'attachant particulièrement à déterminer avec précision et surtout avec exactitude, la mesure de la limite élastique ; pour obtenir ce résultat, j'ai donné à chaque éprouvette de traction

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la forme tronconique (fig. 6) c'est-à-dire à section croissante, qui, seule, permet de déterminer la limite élastique *vraie* (1).

Pour montrer l'erreur possible commise dans la mesure habituelle de la limite élastique, j'ai aussi donné les résultats de cette mesure d'après le diagramme ; en comparant ces résultats avec ceux de la mesure de la limite élastique vraie, on constatera l'importance des écarts.

Il est bien entendu que c'est la limite élastique *vraie* qui seule doit être retenue, l'autre mesure étant inexacte.

Le tableau suivant (n° 1) donne les résultats des essais de ces 17 métaux. Je n'ai pas donné les résultats concernant la mesure de la ductilité, puisque cette dernière n'a aucune influence sur la résistance à l'adhérence. Mais j'ai donné la mesure de la résistance vive au choc sur éprouvettes entaillées (fig. 7), pour permettre de comparer avec les essais analogues effectués après rivetage.

Tableau N° 1.

Résultats des essais mécaniques de traction et de choc (effectués sur le métal à l'état vierge) du fer et des aciers employés pour les rivets soumis aux diverses expériences.

		Essai de traction.			
		Limite d'élasticité.			Choc
N°s d'ordre du métal.	Nature du métal.	apparente. kg.	vraie. kg.	Résistance à la rupture. kg.	sur éprouvettes entaillées. kgm.
1	Fer à nerf.	24,60	23,45	40,60	3
2	Acier.	25,80	21 »	37 »	25
3	»	30,50	24 »	42,50	6
4	»	34,20	26,80	46,50	22
5	»	30,70	27,50	55,30	10
12	»	32,30	26,30	43,35	30
13	»	38,25	34,75	56,10	20
14	»	28,90	25,25	40,80	32
15	»	30,60	26,25	40 »	39
16	»	40,80	32,65	57 »	18
17	»	27,20	22,45	34,85	10
18	»	23 »	18,35	36,10	29
19	»	29,75	25,10	47,15	9
20	»	27,20	23,20	51 »	6
21	»	21,25	17,30	35,70	32
22	»	28,05	21,40	46,75	6
23	»	51 »	43,60	67,15	15

Les rivets fabriqués avec ces 17 échantillons différents ont tous été chauffés également *dans toute leur longueur* et à une température de chauffage sensiblement la même, environ 950°.

La pression au rivetage a été de 50 tonnes sur les bouterolles.

(1) Ch. Fremont, « Mesure de la limite élastique des métaux ». — « Bulletin de la Société d'Encouragement », septembre 1903.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour chaque métal les essais ont été effectués plusieurs fois, tantôt en laissant la pression un temps aussi court que possible : 2 ou 3 secondes ; tantôt pendant 60 secondes.

Après refroidissement complet, le dispositif rivé était placé comme le montre la figure 5 pour permettre de mesurer la résistance au glissement.

Mais pour pouvoir opérer la mesure de plusieurs glissements successifs, une cale limitait chaque fois la chute du levier ; j'ai pu de la sorte mesurer les efforts nécessaires pour produire quatre glissements successifs.

Le tableau n° 2 donne les résultats des essais effectués dans ces conditions.

Tableau N° 2.

Résistance à l'adhérence (par 1mm2 de section du rivet).

N°s du métal.	Durée de la pression. secondes.	1er glissement. kg.	2e glissement. kg.	3e glissement. kg.	4e glissement. kg.
1. . . .	3	7 »	6,20	6,20	5,95
	60	7 »	6,20	6,20	5,95
2. . . .	3	7,25	7,25	7,25	7,25
	60	6,45	6,75	7 »	»
3. . . .	3	7,30	6,75	7,30	7 »
	60	7,55	7 »	7,30	7 »
4. . . .	3	10,80	8,10	8,35	8,60
	60	9,70	8,60	8,35	8 »
5. . . .	3	12,40	9,45	10,25	8,60
	60	10,50	11,50	10,50	11,30
12. . .	3	7,55	7,55	7,55	7,55
	60	11,85	10,25	10,25	9,15
13. . . .	3	3,35	3,35	3,25	3,25
	60	8,10	7,55	7,80	»
14. . . .	3	7,80	7 »	7 »	»
	60	12,40	8,60	9,15	8,60
15. . . .	3	9,70	8,10	8,10	8,10
	60	10,50	9,15	9,70	10,20
16. . . .	3	0,80	0,80	0,80	0,80
	60	6,50	5,40	5,65	»
17. . . .	3	8,10	7 »	7 »	7 »
	60	7,80	7,30	7,55	»
18. . . .	3	7,25	6,20	6,45	»
	60	8,35	7,80	6,50	6,50
19. . . .	3	9,45	7,55	8,10	7,55
	60	10,80	9,45	9,15	»
20. . . .	3	10,25	8,90	9,15	8,90
	60	12,95	10,80	10,80	10,80
21. . . .	3	7 »	6,75	6 »	»
	60	7,55	6,20	6,75	6,75
22. . . .	3	13,50	8,10	8,90	8,40
	60	13 »	10,25	11,35	10,20
23. . . .	3	0	0	0	0
	60	10,25	9,20	9,45	9,20

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

J'ai constaté dans ces expériences que le glissement s'effectuait de deux façons différentes. Tantôt il survient d'abord brusquement sous une charge donnée, et les glissements suivants s'effectuent sous une charge sensiblement inférieure à celle du premier glissement; par conséquent la résistance à l'adhérence est d'abord maximum et va ensuite en décroissant; tantôt c'est l'inverse: la chute du levier est lente au lieu d'être brusque; parfois même le glissement cesse sous la charge qui a produit le démarrage et il faut ajouter des poids pour faire continuer le glissement; ces variations sont dues aux différences d'état des surfaces en contact à chaque moment de l'expérience.

Comme on peut le constater à l'examen du tableau n° 2, donnant les résultats des essais de résistance à l'adhérence, le premier glissement nécessite, en

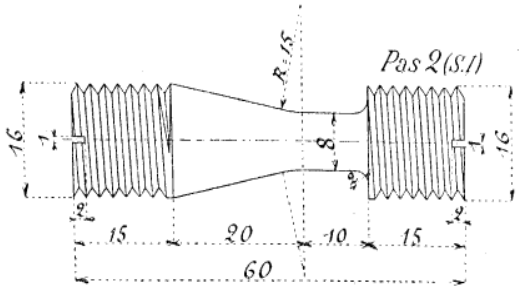


Fig. 8. — Éprouvette tronconique pour essai de traction avec mesure de la limite élastique vraie.

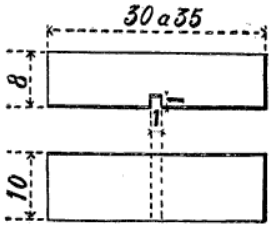


Fig. 9. — Éprouvette prismatique entaillée pour essais de pliage.

général, un effort sensiblement plus élevé que les glissements suivants, c'est donc là le cas du premier glissement brusque.

Il est probable que cette plus grande résistance initiale tient à ce que la pression des bouterolles étant le double ou le triple de la pression produite par la contraction du rivet, les surfaces en contact sont, au début, avant tout glissement, mieux appliquées, mieux pénétrées. Il n'est d'ailleurs pas douteux que toutes les variations, constatées dans les efforts nécessaires pour produire ces glissements successifs, sont dues à l'état de dureté relative des surfaces en contact à chaque moment considéré; et si, même lorsque les surfaces en contact sont polies, on constate des variations de résistance dans les glissements successifs, cela tient vraisemblablement à l'orientation des cristaux en présence qui se déforment différemment, même dans la période élastique; c'est donc encore une question de résistance relative des grains en prise. Après chacun des essais de glissement dont les résultats ont été portés au tableau n° 2, chaque rivet a été soigneusement retiré du dispositif, afin de constater que le fût du rivet ne forçait pas sur la paroi du trou et que, par conséquent, l'effort mesuré était bien celui qui était nécessaire pour vaincre le frottement par adhérence,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin, dans le corps du rivet *dérivé*, des éprouvettes de traction (fig. 6) et de choc (fig. 7) ont été prises et essayées pour constater les modifications de la qualité du fer et de l'acier employés à la fabrication des rivets après que ceux-ci ont été posés à chaud.

Le tableau n° 3 donne les résultats de ces derniers essais ; pour faciliter la comparaison, j'ai cru devoir rappeler les résultats des essais analogues sur le métal vierge, donnés au tableau n° 1.

CALCUL DE LA RÉSISTANCE A L'ADHÉRENCE DU RIVET A « SIMPLE COUPE » ET DU RIVET A « DOUBLE COUPE »

En rappelant les essais de résistance à l'adhérence de Clark, Gouin et Lavalley, Le Creusot, etc., M. Considère fait une distinction, au point de vue de la méthode de calcul pour déterminer l'effort par millimètre carré de section du rivet, entre les pièces rivées composées de deux tôles et celles qui ont plus de deux tôles.

Il dit en effet (p. 103) :

« Il est clair que, dans un assemblage de trois tôles dont les deux extérieures sont tirées dans un sens et la troisième dans un sens opposé, on ne peut faire glisser la tôle intermédiaire qu'en triomphant à la fois des frottements, qui se développent sur ses deux faces, de même qu'on ne saurait l'arracher, qu'en cisaillant le rivet dans deux sections différentes. Un rivet de ce genre qu'on appelle *rivets à double coupe* équivaut donc à *deux rivets à simple coupe* au point de vue de l'adhérence et de la résistance. »

J'ai montré ailleurs (1) que la résistance au *cisaillement double est sensiblement* **plus élevée** que deux fois la résistance au cisaillement simple.

Mais dans la résistance à l'adhérence des pièces rivées, le cas d'une tôle ne développant de frottement que sur une seule de ses faces n'existe pas ; en effet, même à la limite, lorsqu'il n'y a que deux tôles rivées ensemble, si l'une glisse le frottement se produit alors et sur sa face en contact avec l'autre tôle et sur sa seconde face en contact avec la couronne de la rivure ou de la tête du rivet.

En pratique, c'est même en général le contraire de ce que supposait M. Considère qui a lieu : la résistance est plus grande dans le cas du rivet à simple coupe, c'est-à-dire du rivet qui réunit deux tôles, que dans le cas du rivet à double coupe qui réunit trois tôles.

(1) Ch. Fremont, « Résistance au cisaillement des aciers de construction ». — *Revue de Métallurgie*, mai 1906, p. 208.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau N° 3.

Résultats des essais mécaniques (traction et choc) effectués sur le métal du rivet après dérivetage.

N°s d'ordre du métal.	Nature du métal.	Essai de traction. Durée de la pression. secondes.	Limite d'élasticité apparente. kg.	Limite d'élasticité vraie. kg.	Résistance à la rupture. kg.	Choc sur éprouvettes entaillées. kgm.
1. . . .	Fer vierge.	»	24,60	23,45	40,60	3
	» dérivé.	3	31,60	28,50	42,10	6
2. . . .	Acier V	»	25,80	21 »	37 »	25
	» D	3	31,45	26,85	43,35	22
3. . . .	» V	»	30,50	24 »	42,50	6
	» D	3	33,25	29 »	42,10	22
4. . . .	» V	»	34,20	26,80	46,50	22
	» D	3	38,25	34,20	51 »	33
5. . . .	» V	»	30,70	27,50	53,30	10
	» D	3	37,85	40,50	63,65	18
	» D	120	38,60	39,45	63,15	17
12. . . .	» V	»	32,30	26,30	43,35	30
	» D	3	35,85	33,50	53,75	28
	» D	60	38,25	43 »	57,80	22
13. . . .	» V	»	38,25	34,75	56,10	20
	» D	3	60,20	60,20	80 »	14
	» D	60	70,50	72,70	98,90	6
14. . . .	» V	»	28,90	25,25	40,80	32
	» D	3	37,75	30,75	50 »	27
	» D	60	35,70	31,05	50,15	38
15. . . .	» V	»	30,60	26,25	40 »	39
	» D	3	33,80	32,25	46,55	34
	» D	60	34 »	28,50	44,20	28
16. . . .	» V	»	40,80	32,65	57 »	18
	» D	3	74 »	60 »	94,35	10
	» D	60	?	115 »	142,80	5
17. . . .	» V	»	27,20	22,45	34,85	10
	» D	3	36,85	28,50	44,75	29
	» D	60	33,15	29,65	43,35	20
18. . . .	» V	»	23 »	18,35	36,10	29
	» D	3	31,45	23,90	41,65	29
	» D	60	29,75	25,80	44,20	22
19. . . .	» V	»	29,75	25,10	47,15	9
	» D	3	34,85	31,70	55,25	24
	» D	60	39,10	37,30	57,80	16
20. . . .	» V	»	27,20	23,20	51 »	6
	» D	3	35,55	32,55	61,90	4
	» D	60	44,20	44,40	69,70	6
21. . . .	» V	»	21,25	17,30	35,70	32
	» D	3	35,70	26 »	40,80	32
	» D	60	35,30	25 »	42,50	39
22. . . .	» V	»	28,05	21,40	46,75	6
	» D	3	35,30	30,20	52,25	15
	» D	60	35,70	33,15	57,40	14
23. . . .	» V	»	51 »	43,60	67,15	15
	» D	3	89 »	81,35	96,20	10
	» D	60	?	102,20	124 »	10

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ainsi dans diverses expériences j'ai trouvé qu'il fallait pour produire le glissement.

1° Rivet fer réunissant :		
2 tôles à surfaces brutes : effort sur le levier.	125	kilog.
3 — —	80	—
2° Rivet fer réunissant :		
2 tôles à surfaces polies.	100	kilog.
3 —	67	—
3° Rivet en acier (N° 5) réunissant :		
2 tôles à surfaces brutes	140	—
3 —	125	—

La plus grande résistance, dans le cas de deux tôles rivées, tient à ce que, à la contraction par refroidissement du rivet, il y a généralement moins d'affaissement des tôles, pour les faire coller, que lorsqu'il y en a trois ou plus, et puis surtout à ce que le rivet étant posé à chaud et sous forte pression, les couronnes des têtes se sont moulées sur les tôles, ainsi que je l'ai signalé à propos de l'arrachement des demi-rivets par M. Dupuy (p. 661).

INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE DE CHAUFFAGE DU RIVET

La plupart des auteurs ont admis l'influence de la température *au moment de la pose du rivet :* M. Considère dit (p. 124) que l'adhérence augmente à mesure que la température d'écrasage diminue jusqu'à 600° ou 700°

M. Bach déduit de ses expériences que la température lors du rivetage a une influence variable avec la longueur de la tige.

M. Dupuy (p. 9) attribue une influence non seulement à la température au moment de la pose, mais encore à la température à la fin de la pose.

Pour évaluer l'influence de la température, j'ai choisi des rivets en fer à nerf, parce que le fer supporte plus facilement la température de 1 200° à 1 300° que les aciers en général ; j'ai essayé, avec le dispositif précédemment décrit, la résistance à l'adhérence avec un rivet en fer de 25 millimètres de diamètre, serrant une épaisseur totale de 100 millimètres et chauffé à une température de pose 1 200° à 1 300° ; j'ai fait la même expérience avec un autre rivet pris dans la même barre de fer, mais cette fois chauffé seulement à 900°.

Dans ces deux expériences il a fallu absolument le même effort : 150 kilogrammes à l'extrémité du bras de levier, pour produire le glissement.

La température au moment de la pose du rivet n'a donc pas d'influence sur la résistance à l'adhérence, quoique le retrait du métal soit d'autant plus grand que la température de pose est plus élevée ; mais tant que le fût du rivet est assez chaud, le métal cède sous l'effort de contraction, il s'allonge d'une façon

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

permanente par traction de la même quantité dont il se raccourcit par le retrait dû au refroidissement et ce n'est que lorsqu'il est suffisamment refroidi pour que sa limite élastique soit assez élevée qu'il y a serrage des tôles, serrage croissant au fur et à mesure du refroidissement puisque la limite élastique augmente en général avec le refroidissement.

L'effort maximum possible de serrage dépend donc *de la limite d'élasticité du métal du rivet posé*, limite d'élasticité généralement plus élevée que celle du même métal à l'état vierge (1), ainsi qu'on le constate à l'inspection des résultats portés au tableau n° 3, cette variation de qualité résultant du traitement thermique par le chauffage et de l'effet mécanique de la tension du métal par retrait pendant le refroidissement.

En résumé, on conçoit donc que le chauffage du rivet ait une grande influence sur la résistance à l'adhérence des tôles qu'il serrera, non pas par l'importance du retrait, comme on paraît l'avoir cru jusqu'ici, mais par les modifications apportées à la qualité initiale du métal par suite du traitement thermique et de l'effet mécanique de la tension du métal par retrait au refroidissement. La question du chauffage est donc de la plus grande importance à ce point de vue, car si le métal du rivet a été porté à une trop haute température dans le foyer de la forge ou dans le four; la qualité du métal s'en ressentira, même si, au moment de la pose, le rivet est alors à une température inférieure plus convenable; et comme d'un autre côté il n'y a pas intérêt, au point de vue de la résistance à l'adhérence, de poser à une haute température, puisque le retrait consécutif n'augmente pas cette résistance, mais diminue le remplissage du trou par amaigrissement du fût, il ne faut chauffer qu'à une température relativement basse, 900° environ, mais suffisante pour permettre l'écrasement complet de la rivure sans exiger une pression exagérée.

INFLUENCE DE LA LIMITE D'ÉLASTICITÉ DU MÉTAL DU RIVET

Dans la pratique industrielle, on sait qu'en général plus le métal à rivet a une grande résistance à la traction, plus le serrage qu'il peut produire est énergique; c'est cette raison qui a déterminé les ingénieurs des constructions navales à essayer des rivets en acier à grande résistance.

Il est clair que si les rivets à grande résistance à la rupture produisent un plus fort serrage, c'est parce que la limite d'élasticité des aciers durs est plus élevée, puisque, après dépassement de la limite élastique, il n'y a plus serrage énergique; par conséquent, il est nécessaire d'étudier l'influence de la limite d'élasticité du métal du rivet sur la résistance à l'adhérence.

(1) Ch. Fremont, « Communication à l'Académie des Sciences » du 3 juillet 1905.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Parmi les expérimentateurs qui ont étudié la résistance des pièces rivées, M. Dupuy paraît être le premier ayant signalé cette influence en disant que : « la résistance au glissement des tôles rivées est d'autant plus grande que la limite d'élasticité du métal constituant les rivets est plus grande » (p. 9, paragraphe 14).

La limite d'élasticité considérée par M. Dupuy est la limite d'élasticité *apparente* du métal du rivet essayé à la traction *après un recuit préalable* au rouge cerise (p. 10) et ses essais ont été effectués :

1° Sur des rivets en fer dont le métal ainsi recuit avait 18 kilogrammes de limite d'élasticité pour un échantillon et 21 kilogrammes pour un autre.

2° Sur des rivets en acier dont le métal recuit avait 21 kilogrammes pour un échantillon et 23 kilogrammes pour un autre.

Les expériences ont donc porté sur des métaux ne différant que de 3 et 2 kilogrammes pour la limite d'élasticité prise comme il a été dit.

Or, nous savons aujourd'hui que la limite d'élasticité apparente relevée par les procédés ordinaires de l'essai de traction diffère souvent beaucoup de la limite d'élasticité vraie qui ne peut être mesurée qu'en opérant sur éprouvette polie.

Il est donc difficile de déduire de ces expériences quelle est l'influence de la limite d'élasticité du métal ; non seulement parce que l'écart de 2 ou 3 kilogrammes entre les limites d'élasticité des métaux comparés est bien faible et parce que ces limites d'élasticité, mesurées par le procédé habituel, sont contestables, mais surtout parce que les essais de mesure ont été faits sur le métal recuit et *non pas sur le métal du rivet après dérivetage;* et, ainsi qu'on peut le constater à l'inspection du tableau n° 3, la limite d'élasticité du métal peut varier, après rivetage, dans de grandes proportions. Enfin, une quatrième objection peut être faite aux déductions des expériences de M. Dupuy, relativement à l'influence de la limite d'élasticité du métal du rivet, c'est que d'autres causes ont pu intervenir dans le résultat de la mesure obtenue par ce procédé d'investigation, notamment l'état des surfaces en contact, etc. Dans mes expériences, j'ai eu soin de me mettre dans les conditions indispensables pour ne faire varier à la fois qu'un seul des facteurs ayant une influence sur la résistance à l'adhérence des pièces rivées ; je peux donc, en rapprochant les résultats des essais à l'adhérence (tableau n° 2) des résultats des essais de la limite d'élasticité à la traction *après dérivetage*, déduire l'influence de la limite d'élasticité sur la résistance à l'adhérence (1).

Dans cette comparaison des résultats portés aux deux tableaux n°s 2 et 3, il y a lieu de distinguer les essais dans lesquels la durée de la pression sur le rivet

(1) Ch. Fremont, « Mesure de la limite élastique des métaux ». — « Bulletin de la Société d'Encouragement », septembre 1903.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a été brève : 2 ou 3 secondes par exemple, et les essais dans lesquels la pression a été maintenue pendant 60 secondes.

Les tableaux n° 4 et n° 5 permettent de faire ces comparaisons et d'en déduire l'influence de la limite élastique du métal du rivet sur la résistance à l'adhérence des pièces rivées.

On remarque tout d'abord que trois métaux, les n°s 13, 16 et 23 ont donné une résistance à l'adhérence très faible et même nulle dans un essai, dans tous les cas une résistance très disproportionnée avec la haute limite d'élasticité de métal ; il s'agit donc là de métaux particuliers.

En effet, quand après avoir écrasé le rivet fait avec un de ces trois aciers, on porte le dispositif d'essai sous la presse qui doit le maintenir pendant l'essai du glissement (fig. 5), on constate que la lame du milieu, placée entre les deux rondelles du dispositif et qui doit supporter la charge d'essai, résiste déjà à un effort de la main, qu'il y a par conséquent un serrage suffisant, sous l'effet du retrait du fût du rivet, pour maintenir cette lame en porte à faux et même pour résister à cet effort supplémentaire de la pression de la main ; mais cette résistance ne persiste pas ; au bout d'un espace de temps variable, 30 à 40 secondes environ, la lame maintenue en porte à faux par l'adhérence s'incline sous son propre poids et, si on la replace horizontalement, on est obligé de la maintenir dans cette position, l'adhérence du rivetage étant insuffisante ; ce n'est qu'après un laps de temps de 60 secondes à 120 secondes que l'adhérence redevient suffisante pour maintenir horizontalement et en porte à faux la lame du milieu du dispositif.

Dans l'essai de résistance à l'adhérence après refroidissement complet, on constate un résultat très faible et quelquefois un manque complet de résistance à l'adhérence quand la pression n'a pas été maintenue longtemps sur la bouterolle au moment du rivetage.

Ces trois aciers sont les aciers spéciaux au chrome, au nickel, etc. M. Mesnager a signalé un acier présentant le même phénomène (1). Cet acier à l'état vierge a une limite d'élasticité d'environ 100 kilogrammes et la résistance à l'adhérence d'une pièce rivée avec ce métal est presque nulle lorsque la durée de la pression sur la bouterolle est courte ; il n'y a adhérence que lorsque la durée de cette pression est longue, de 60 secondes par exemple. M. Mesnager ne dit pas quelle est la résistance à l'adhérence dans ce dernier cas, il est probable qu'elle est très faible et loin d'être en rapport avec la haute limite d'élasticité du métal employé.

Comme, dans la pratique industrielle, on n'est jamais certain que la pression sera maintenue le temps nécessaire et que, même si on remplissait cette condi-

(1) « Rivetage en acier spécial ». — « Annales des Ponts et Chaussées », 3e trimestre, 1906, p. 114 à 141.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau N° 4

Comparaison de la résistance à l'adhérence avec la limite d'élasticité du métal après dérivetage.
(La durée de la pression sur la bouterolle ayant été de *3 secondes.*)

N° du métal.	Résistance moyenne à l'adhérence. kilog.	Limite d'élasticité vraie. kilog.	Rapport.
1.	6,20	28,50	1/4,6
2.	7,25	26,85	1/3,7
3.	7 »	29 »	1/4,1
4.	8,35	34,20	1/4,1
5.	9,50	40,50	1/4,2
12.	7,55	33,50	1/4,4
13.	3,35	60,20	1/18
14.	7 »	30,75	1/4,3
15.	8,10	32,25	1/4
16.	0,80	60 »	1/75
17.	7 »	28,50	1/4
18.	6,30	23,90	1/3,8
19.	8 »	31,70	1/3,9
20.	9 »	32,55	1/3,6
21.	6,50	26 »	1/4
22.	8,50	30,20	1/4
23.	0	81,35	∞
		Rapport moyen. . .	1/4,05

(Les essais des aciers spéciaux nos 13, 16 et 23 n'ont pas été comptés dans le rapport moyen.)

Tableau N° 5

Comparaison de la résistance à l'adhérence avec la limite d'élasticité du métal après dérivetage.
(La durée de la pression sur la bouterolle ayant été de *60 secondes.*)

N° du métal.	Résistance moyenne à l'adhérence. kil.	Limite d'élasticité vraie. kil.	Rapport.
5.	11 »	39,45	1/3,5
12.	10,25	43 »	1/4,1
13.	7,60	72,70	1/9,5
14.	8,60	31,05	1/3,6
15.	9,50	28,50	1/3
16.	5,50	115 »	1/21
17.	7,50	29,65	1/3,9
18.	7,15	25,80	1/3,6
19.	9,20	37,30	1/4
20.	10,80	44,40	1/4,1
21.	6,75	25 »	1/3,7
22.	10,60	33,15	1/3,12
23.	9,30	102,20	1/11
		Rapport moyen. . .	1/3,7

(Les essais des aciers spéciaux nos 13, 16 et 23 n'ont pas été comptés dans le rapport moyen.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tion difficile à réaliser, on aurait encore une adhérence moindre qu'avec des aciers ordinaires, il est bien évident que tout constructeur compétent proscrira l'emploi d'un tel métal qui coûte cinq ou six fois plus cher que l'acier ordinaire, sans même en avoir la qualité recherchée, la résistance à l'adhérence.

On ne peut donc pas dire, comme le pensait M. Dupuy, que, d'une façon absolue, la résistance à l'adhérence est d'autant plus grande que la limite d'élasticité du métal constituant les rivets est plus grande, puisque certains aciers spéciaux, dont la limite d'élasticité est très haute : 60 kilogrammes, donnent une adhérence très faible et parfois nulle.

La cause du manque d'adhérence est due à la position basse du point de transformation, ce point de transformation étant accompagné d'une dilatation anormale qui interrompt le serrage.

Si on laisse de côté les résultats des essais des aciers nos 13, 16 et 23, sur les tableaux nos 4 et 5, on constate que la résistance à l'adhérence pour les aciers ordinaires au carbone est environ, en moyenne, 1/4,05 de la limite d'élasticité du métal après dérivetage quand la pression n'est maintenue qu'un temps court, 2″ ou 3″ par exemple et qu'elle est en moyenne, 1/3,7 lorsque la pression sur les bouterolles est maintenue un temps assez long, 60″ environ.

Cette durée de la pression augmente donc la résistance à l'adhérence d'environ 10 p. 100.

Il était intéressant de savoir si la résistance à l'adhérence d'un bon rivetage effectué au marteau à main différait de celle que j'ai trouvée dans le rivetage à la machine.

J'ai fait cet essai en employant l'acier n° 5 pour rivet; l'opération a été effectuée par un chef riveur, et pour rester dans des conditions comparables à celles qui ont été remplies dans les essais précédents, le rivet a été chauffé dans toute la longueur, à une température d'environ 950°. La résistance à l'adhérence a été au premier glissement de 11kg,35 et aux glissements suivants : 8,10. — 8,35. — 8,90. — 9,45. — 9,20. — 9,20. — 8,65. — 9,45. — 9,45.

Ces résultats montrent qu'un bon rivetage au marteau donne presque la même résistance à l'adhérence que le rivetage mécanique (tableau n° 2).

Il est bien entendu que ces résistances à l'adhérence ne sont vraies que pour les conditions dans lesquelles ont été effectuées les expériences; elles peuvent changer sensiblement, comme nous le verrons plus loin, notamment quand l'état des surfaces en contact vient à différer. C'est donc le principe de l'influence de chaque élément et non le chiffre absolu qui doit être retenu.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

INFLUENCE DE L'ÉTAT DES SURFACES DES TÔLES EN CONTACT

Comme on le pense bien, la résistance à l'adhérence ne dépend pas uniquement de l'effort de serrage produit par la contraction du métal du rivet posé à chaud; comme c'est une résistance au frottement, l'état des surfaces en contact intervient comme dans tout travail de frottement; ce frottement augmente avec la rugosité de ces surfaces.

Il est à remarquer que les auteurs qui ont étudié la résistance à l'adhérence n'ont pas fait intervenir le coefficient de frottement des surfaces des tôles en contact. Est-ce parce qu'ils ont supposé qu'en pratique on se trouvait toujours dans des conditions peu différentes les uns des autres, ou bien parce qu'ils n'avaient pas de moyen d'apprécier exactement ce coefficient de frottement?

Dans son mémoire (p. 109), M. Considère rapporte qu'il a fait exécuter des essais à l'arsenal de Brest, « afin de bien mettre en évidence l'influence de l'état des surfaces en contact ».

Or, les résultats de ces essais, résumés dans un tableau (p. 110), présentent parfois des écarts excessifs, quoique effectués dans les mêmes conditions; ainsi certaines expériences ont donné $8^{kg},42$ une fois et $13^{kg},96$ une autre fois; et si on en juge d'après les indications données dans la première colonne du tableau, ces expériences avaient pour but de rechercher l'influence de la bavure qui subsiste quelquefois accidentellement au bord des trous poinçonnés, et non pas l'influence du coefficient de frottement en fonction de l'état plus ou moins rugueux des tôles en contact. Il y a donc là une confusion.

L'existence de cette bavure par poinçonnage des tôles est d'ailleurs le fait d'un accident ou d'une malfaçon qui ne doit pas être tolérée; les cahiers des charges exigeant généralement que les trous poinçonnés soient alésés sur une certaine épaisseur de la périphérie, pour enlever la partie de métal écroui et, quand il n'y a pas alésage, la bavure doit être enlevée; « toutes les pièces en contact, *soit l'une sur l'autre*, soit bout à bout, devront être parfaitement jointives » (1).

J'ai cru devoir effectuer quelques expériences sur l'influence de l'état plus ou moins parfait de polissage des surfaces en contact, non pas pour déterminer des coefficients, le degré de polissage ou de rugosité étant difficile, sinon impossible à apprécier dans la pratique industrielle, mais seulement pour fixer les idées et permettre d'apprécier dans une certaine mesure la valeur de cette influence de l'état des surfaces sur la résistance à l'adhérence.

J'ai effectué ces expériences sur des tôles dont les surfaces étaient *dressées sur le tour* et *polies* au papier émeri et sur d'autres tôles dont les surfaces

(1) Cahier des charges P.-L.-M. — Article 82.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

étaient restées brutes de laminage, conservant ainsi leur croûte d'oxyde magnétique, comme dans la pratique de la chaudronnerie.

Le procédé expérimental employé a été le même que celui qui a servi antérieurement aux essais de résistance à l'adhérence, et dans lequel le glissement des pièces rivées s'effectue par rotation autour du rivet, ainsi qu'il est schématiquement représenté (fig. 3).

La pression sur les bouterolles a été de 40 tonnes, et la durée pendant laquelle cette pression a été maintenue a été tantôt de 2 ou 3 secondes, tantôt de 60 secondes et plus.

Les tableaux nos 6, 7, 8, 9, 10 et 11 donnent les résultats de ces essais.

Tableau N° 6

Influence de l'état des surfaces des tôles en contact.

3 tôles fer 15 mm. — Rivets acier n° 2.

Épaisseur serrée.	Durée de la pression.	Résistance à l'adhérence.	
		Surfaces polies.	Surfaces brutes.
mm.	secondes.	kg.	kg.
40	3	3,80	»
44	3	»	6,15
40	60	5,00	»
44	60	»	8,60
40	120	6,40	»
44	120	»	10,00

Tableau N° 7

Influence de l'état des surfaces des tôles en contact.

2 tôles fer 15 mm. — Rivets fer n° 1.

Épaisseur serrée.	Durée de la pression.	Résistance à l'adhérence.	
		Surfaces polies.	Surfaces brutes.
mm.	secondes.	kg.	kg.
26,7	3	4,80	»
30,0	3	»	8,90

Tableau N° 8

Influence de l'état des surfaces des tôles en contact.

3 tôles fer 15 mm. — Rivets acier n° 4.

Épaisseur serrée.	Durée de la pression.	Résistance à l'adhérence.	
		Surfaces polies.	Surfaces brutes.
mm.	secondes.	kg.	kg.
30	3	3,20	»
44	3	»	7,25
30	60	4,25	»
44	60	»	7,70

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau N° 9

Influence de l'état des surfaces des tôles en contact.

3 tôles acier 10 mm. — Rivets acier n° 4.

Épaisseur serrée.	Durée de la pression.	Résistance à l'adhérence.	
		Surfaces polies.	Surfaces brutes.
mm.	secondes.	kg.	kg.
26	3	1,85	»
29	3	»	3,40
26	60	1,85	»
29	60	»	3,70

Tableau N° 10

Influence de l'état des surfaces des tôles en contact.

3 tôles acier 10 mm. — Rivets acier n° 5.

Épaisseur serrée.	Durée de la pression.	Résistance à l'adhérence.	
		Surfaces polies.	Surfaces brutes.
mm.	secondes.	kg.	kg.
26	3	3,70	»
29	3	»	7,70
26	60	4,00	»
29	60	»	7,70

Tableau N° 11

Influence de l'état des surfaces des tôles en contact.

2 tôles fer 15 mm. — Rivets acier n° 5.

Épaisseur serrée.	Durée de la pression.	Résistance à l'adhérence.	
		Surfaces polies.	Surfaces brutes.
mm.	secondes.	kg.	kg.
26,7	3	4,90	»
30	3	»	8,60

On remarque que, en général, la résistance à l'adhérence, quand les tôles étaient polies, se trouvait être presque la moitié de la résistance à l'adhérence obtenue avec des tôles à surfaces brutes de laminage.

L'état des surfaces en contact, même dans les limites où il varie en pratique, peut donc avoir une influence très sensible.

INFLUENCE DE L'ÉTAT PLUS OU MOINS PARFAIT DU DRESSAGE DES SURFACES DES TOLES EN CONTACT ET DU NOMBRE DE TOLES RÉUNIES

Les praticiens savent que des tôles mal planées, ne collant pas, font distendre le rivet, surtout lorsque le rivetage est fait mécaniquement et que la pression n'est pas maintenue; le rivet libéré de la pression des bouterolles alors qu'il est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

encore très chaud, cède sous la pression produite par la flexion élastique des tôles momentanément rapprochées et tendant à reprendre leurs positions initiales respectives en allongeant le fût du rivet; on constate alors, après rivetage, un écartement plus ou moins important entre les tôles rivées et la résistance à l'adhérence est alors presque nulle.

C'est, d'ailleurs, pour atténuer le plus possible ce grave défaut que les tôles à river sont préalablement serrées de distance en distance par des boulons qu'on remplace par des rivets après que les trous intermédiaires ont reçu les rivets qui leur sont destinés.

M. Dupuy rappelle ces conditions pratiques en disant (p. 58): « La résistance au glissement ne peut exister que si les tôles sont parfaitement en contact; il importe donc que les tôles soient bien dressées et qu'aucun corps étranger n'empêche leur rapprochement. Il faut, en outre, surtout lorsque le rivetage est fait à la main, exercer un serrage énergique sur les tôles avant l'opération afin de les mettre en contact parfait. »

Par ce serrage préalable à l'aide de boulons, on obtient généralement l'*accostage* des tôles, mais celles-ci sont rapprochées *élastiquement* et, après rivetage, elles tendent à s'écarter et produisent par réaction un effort antagoniste qui diminue d'autant l'effort de serrage du rivet, en reportant une partie de l'effort perdu par la tension du rivet sur les points de contact avec les tôles voisines; mais cet effort reporté ne s'ajoute pas en entier à celui du serrage produit par les rivets en ces points d'appui.

En résumé, des tôles rivées peuvent présenter un contact apparent et cependant n'avoir, par suite de l'inégale répartition des efforts de serrage, conséquence d'un planage défectueux, qu'une résistance à l'adhérence très réduite.

J'ai eu l'occasion de constater dans certaines régions des semelles de ponts, boulonnées et prêtes à être rivées au montage, des écarts entre les tôles de plus d'un millimètre et demi. Cet affaissement élastique des tôles, ce *temps perdu*, augmente avec le nombre de feuilles de tôles rivées; il est d'autant plus important que le planage est plus défectueux, que les tôles sont plus épaisses, l'acier plus dur, etc.

Sous l'effort de serrage du rivetage, une partie de ce temps perdu disparaît complètement par suite de la déformation permanente des tôles, mais il reste une déformation élastique.

Pour fixer les idées sur l'importance possible de ce temps perdu, j'ai pris onze morceaux de tôle d'acier doux de construction, de 15 millimètres environ d'épaisseur, de la grandeur de la main, planés comme on le fait ordinairement dans les ateliers et je les ai soumises à une pression de 50 tonnes sous une presse hydraulique munie d'un appareil enregistreur.

L'épaisseur totale des onze morceaux de tôles était de 162 millimètres. Le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

diagramme (fig. 8) donne en ordonnées l'effort à raison de 500 kilogrammes par millimètre de hauteur, et en abscisses, l'affaissement des tôles amplifié dix fois.

Le diagramme A correspond au premier effort de 50 tonnes, qui, ayant produit une déformation permanente, un dressage relatif, ne laisse au temps perdu,

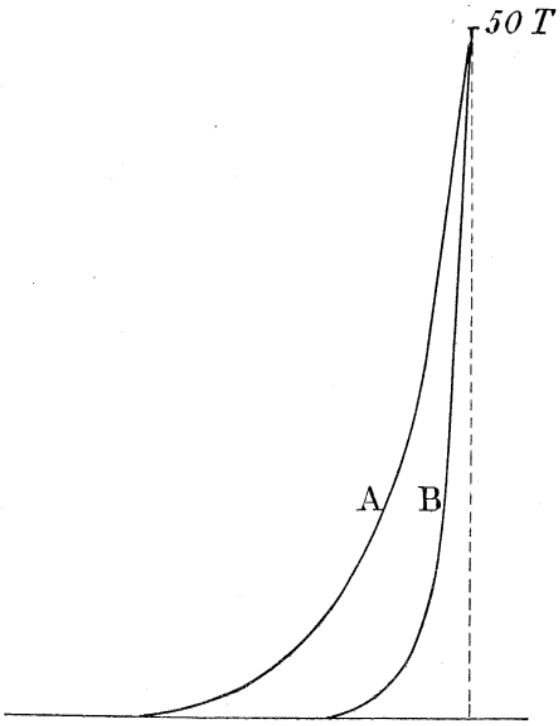


Fig. 8. — Diagrammes donnant l'affaissement d'un paquet de 11 morceaux de tôle de 15 mm. d'épaisseur chacun, sous une pression croissante jusqu'à 50 tonnes.

à la déformation élastique, qu'une moindre course indiquée par le diagramme B, qui reste constant quand on répète plusieurs fois l'essai dans les mêmes conditions.

On constate ainsi que cet affaissement élastique est de 2 millimètres pour une épaisseur de 162 millimètres, soit environ $1^{mm},25$ pour une épaisseur de 100 millimètres.

INFLUENCE DE LA LONGUEUR DE LA TIGE DU RIVET

La grandeur du retrait total dû au refroidissement d'un rivet posé à une température donnée est proportionnelle à la longueur du fût du rivet. De sorte que des rivets faits d'un même métal, chauffés à la même température, 900° par exemple, et serrant des blocs *indéformables* de 1, 2, 3 centimètres, etc. d'épaisseur, donneront une même pression de serrage quelle que soit cette

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

épaisseur. Cette pression dépendra de la limite élastique du métal *dérivé* (sauf dans le cas de certains aciers spéciaux, ainsi qu'il a été dit (p. 28) à propos de l'influence de la limite élastique du métal) parce que le retrait du rivet est plus grand que son allongement élastique.

Mais si le bloc rivé n'est pas indéformable sous la pression, s'il est constitué par des feuilles de tôle qui s'affaissent d'une quantité plus ou moins importante, alors une partie du raccourcissement par le retrait correspondra au rapprochement des feuilles de tôle comme nous l'avons dit précédemment.

Si ce rapprochement est complet avec un affaissement petit par rapport au raccourcissement total du fût, la tension sera encore égale à la limite élastique du métal *dérivé* ou tout au moins voisine. Si, au contraire, l'affaissement total des tôles, au rapprochement par le rivet, est plus grand que le retrait total du fût du rivet, il n'y a alors aucun serrage des tôles.

Dans la pratique on se trouve généralement entre ces deux limites extrêmes et le serrage est d'autant plus énergique que le rivet est plus long pour un même nombre de feuilles serrées ou bien qu'il y a moins de feuilles serrées pour une même longueur de rivet.

Les résultats des expériences portés aux tableaux nos 8, 9, 10 et 11 confirment ces faits.

Ainsi pour un même nombre de trois feuilles, l'effort de serrage est plus grand (puisqu'il produit une adhérence plus grande) quand l'épaisseur serrée est plus grande (tableaux 8 et 9). Et (tableaux 9 et 10) pour une même épaisseur serrée, l'effort de serrage est plus élevé quand le nombre de tôles est moindre.

Aussi les expérimentateurs ont généralement constaté que, pour des grandes longueurs de rivets, on trouve une plus grande résistance au glissement, parce que, en général, les grands rivets réunissent des pièces plus épaisses donnant lieu à moins d'affaissement; et ce n'est pas, comme on l'a cru, une conséquence d'une plus grande contraction d'un rivet plus long.

INFLUENCE DE LA DURÉE DE LA PRESSION PENDANT LE RIVETAGE

La durée de la pression maintenue sur les bouterolles pendant le rivetage n'a pas une très grande influence sur la résistance à l'adhérence quand le rivet a une assez grande longueur et les tôles un faible affaissement; ainsi en comparant les moyennes des résultats portés aux tableaux 4 et 5 on trouve que la durée de 60 secondes donne une résistance d'environ 10 p. 100 plus élevée que celle qu'on obtient par une durée très courte, de 2 ou 3 secondes.

C'est évidemment un surcroît de résistance appréciable, mais l'avantage se fait sentir dans de bien plus grandes proportions quand la longueur des rivets est moindre et qu'il y a un affaissement important des tôles sous la pression.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Parce que, lorsque la pression n'est pas maintenue sur les bouterolles, le rivet est encore rouge lorsqu'il est libéré, et les tôles réagissant par leur élasticité, tendent à allonger le rivet qui cède facilement, les tôles ne commencent à être serrées que lorsque le rivet est à une température assez basse pour que sa limite d'élasticité soit supérieure à la résistance élastique de la tôle; il n'a donc plus qu'un faible retrait disponible et, par contre, un grand affaissement des tôles à vaincre; le retrait peut n'être plus suffisant pour produire l'accostage et le serrage élastique.

Quand, au contraire, la pression est maintenue jusqu'au refroidissement du rivet, le retrait produit tout son effet de serrage; il n'est pas en partie annulé par le rapprochement des tôles sous la contraction, puisque celles-ci sont maintenues en contact par la pression des bouterolles.

Les résultats des essais portés aux tableaux nos 12 et 13 montrent qu'on peut ainsi obtenir une augmentation d'adhérence de 60 à 100 p. 100. C'est ce qui explique que certains constructeurs anglais ont appliqué sur leurs riveuses un dispositif automatique pour maintenir la pression un temps déterminé : 40″, 60″.

Tableau N° 12

Influence de la durée de la pression pendant le rivetage.

3 tôles fer 15 mm. — Rivet acier n° 2.

Épaisseur serrée. mm.	Durée de la pression. secondes.	Résistance à l'adhérence Surfaces en contact *polies*. kg.
40	3	3
40	60	5
40	120	6,4

Tableau N° 13

Influence de la durée de la pression pendant le rivetage.

Épaisseur serrée. mm.	Durée de la pression. secondes.	Résistance à l'adhérence Surfaces en contact brutes de laminage. kg.
44	3	6,15
44	60	8,60
44	120	10 »

Tableau N° 14

Influence de la grandeur de la pression.

Rivets en acier n° 4. — Durée de la pression : 60 secondes.

Épaisseur serrée. mm.	Pression 40 tonnes. Résistance à l'adhérence. Tôles polies. kg.	Tôles unies. kg.	Tôles rugueuses. kg.	Pression 70 tonnes. Résistance à l'adhérence. Tôles polies. kg.	Tôles unies. kg.	Tôles rugueuses. kg.
26	1,85	»	»	2,15	»	»
29	»	3,70	»	»	3 »	»
44	»	»	7,68	»	»	6,75

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau N° 15

Influence de la grandeur de la pression.

Rivets en acier n° 5. — Durée de la pression : 60 secondes.

Épaisseur serrée.	Pression 40 tonnes. Résistance à l'adhérence.			Pression 70 tonnes. Résistance à l'adhérence.		
	Tôles polies.	Tôles unies.	Tôles rugueuses.	Tôles polies.	Tôles unies.	Tôles rugueuses.
mm.	kg.	kg.	kg.	kg.	kg.	kg.
26	3,50	»	»	3,50	»	»
29	»	7 »	»	»	5,55	»

Tableau N° 16

Influence de la grandeur de la pression.

Rivets en acier n° 5.

Épaisseur serrée.	Durée de la pression.	Pression 40 tonnes. Résistance à l'adhérence.	Pression 100 tonnes. Résistance à l'adhérence.
mm.	secondes.	kg.	kg.
100	120	10,50	»
100	120	»	10,50

Tableau N° 17

Influence de la grandeur de la pression.

Rivets en acier n° 2.

Épaisseur serrée.	Durée de la pression.	Pression 40 tonnes. Résistance à l'adhérence.	Pression 100 tonnes. Résistance à l'adhérence.
mm.	secondes.	kg.	kg.
100	60	7,00	»
100	120	»	7,00

INFLUENCE DE LA GRANDEUR DE LA PRESSION PENDANT LE RIVETAGE

Les expériences dont les résultats sont donnés dans les tableaux nos 14-15-16-17 montrent que, pour les aciers actuellement employés dans la chaudronnerie, la construction métallique, etc., et pour des rivets dont le diamètre ne dépasse pas généralement 25 millimètres, la pression de 40 à 50 tonnes est suffisante et qu'une augmentation sensible de cette pression, ne donne pas une augmentation de résistance à l'adhérence.

Il est à remarquer que, si même on avait trouvé un avantage de ce côté, il eût fallu y renoncer parce que cette pression de 40 à 50 tonnes est en fait une limite pratique; non seulement l'emploi de riveuses à plus haute pression nécessiterait toute une transformation de l'outillage actuel, mais en outre abîmerait le métal doux (de 40 à 45 kilogrammes) que l'on rive.

INFLUENCE DU MATAGE DU RIVET

Pour évaluer l'influence du matage sur la résistance à l'adhérence, il me fallait expérimenter sur des pièces dont le rivetage était loin d'avoir donné le serrage maximum.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

J'ai pris trois tôles de chaudière, dont les surfaces, devant être en contact après rivetage, étaient brutes et rugueuses; c'étaient des tôles fortement piquées par la rouille; l'épaisseur à river était de 44 millimètres.

Le rivet en acier doux n° 2, écrasé sous 40 tonnes et la pression maintenue sur les bouterolles un temps aussi court que possible, 2 ou 3 secondes.

Ce rivetage a donné à l'essai de résistance à l'adhérence un effort de 8kg,70 au démarrage, et à 3 glissements successifs, un effort de 6 kilogrammes environ.

Après ces quatre premiers glissements, nécessaires pour évaluer la résistance moyenne, j'ai fait un premier et léger matage de la tête et de la rivure du rivet, la résistance à l'adhérence est montée à 7 kilogrammes.

Après un	2e	matage	la résistance à l'adhérence a été de	10	kilog.
—	3e	—	—	12	—
—	4e	—	—	13,2	—
—	5e	—	—	13,5	—

Le matage de la tête et de la rivure agit comme le ferait un coin très mince qu'on ferait pénétrer sous la tête et sous la rivure d'un rivet, la tige (ou fût) subit de ce fait une traction plus grande que la traction initiale résultant du retrait, le serrage des tôles est plus énergique et l'adhérence augmente en proportion.

Si, au contraire, on opère le matage sur un rivet ayant donné presque son maximum de serrage possible, il est clair qu'on ne peut augmenter sensiblement le serrage.

Ainsi l'emploi d'un rivet long, en serrant les mêmes tôles, mais en ajoutant un bloc d'acier pour augmenter l'épaisseur et la porter de 44 millimètres à 112 millimètres, les autres conditions restant les mêmes, c'est-à-dire, même acier n° 2, même température de chauffage, même pression, même durée de pression, etc., a donné les résultats suivants :

Au démarrage, résistance à l'adhérence 11kg,70 au lieu de 8kg,70 et, aux trois glissements consécutifs, un effort de 9kg,50 au lieu de 6 kilogrammes ; enfin une résistance de 11kg,70 après matage.

Ces faits s'expliquent facilement par la marche des phénomènes successifs que montre un acier soumis à une traction progressive.

En dessous de la limite d'élasticité, l'allongement du fût, alors dans la période élastique du métal, donne une résistance croissant rapidement avec cette déformation élastique tandis qu'après la limite d'élasticité, le métal entre dans la période de déformation permanente, dite des grands allongements et la résistance du fût n'augmente que faiblement pour un allongement donné.

Il y a même un phénomène particulier de desserrage des tôles qui apparaît

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

brusquement lorsque le matage a poussé la tension du rivet jusqu'à sa limite d'élasticité; à ce moment, par suite du *palier* du métal, il se produit un brusque allongement du fût et le rivet cesse de serrer les tôles; le matage, à cette période, a fait desserrer au lieu de serrer, et la résistance à l'adhérence subit une chute, qu'il est difficile et même souvent impossible de reprendre, parce que le matage ne permet qu'un allongement limité.

Les métaux sans palier supportent un matage plus prolongé puisqu'ils n'ont pas le brusque allongement du palier.

Dans le matage des tôles de chaudières, on opère généralement sur le bord de la tôle et non sur les têtes des rivets, mais le résultat est le même, le matage de la *pince* produit un bourrelet qui tend à écarter les deux tôles en contact comme le ferait un coin, et, par ce moyen, augmente la tension du rivet et fait serrer d'autant plus fortement les tôles du côté opposé au matage par rapport au rivet.

Les tableaux nos 18 et 19 donnent les résultats de quelques expériences à l'appui des explications précédentes.

Tableau N° 18

Influence du matage.

Rivets en acier n° 2. — Pression 40 tonnes.

Épaisseur serrée.	Durée de la pression	Résistance à l'adhérence.	
		avant matage.	après matage.
mm.	secondes.	kg.	kg.
	Tôles polies.		
40	3	3	8,6
30	3	4	9,2
30	60	4	7,00
	Tôles rugueuses.		
44	3	6,15	13,50
44	60	8,70	14,45
	Tôles rugueuses (grande épaisseur serrée).		
112	3	11,70	11,70

Tableau N° 19

Influence du matage.

Rivets en acier n° 4. — Pression 40 tonnes.

Épaisseur serrée.	Durée de la pression.	Résistance à l'adhérence.	
		avant matage.	après matage.
mm.	secondes.	kg.	kg.
	Tôles polies.		
30	3	3,20	5,00
30	60	2,80	5,55
	Tôles rugueuses.		
44	3	7,25	10,00
44	60	7,68	12,30

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il est bien entendu que dans une bonne construction la résistance doit être celle que donne l'adhérence seule, mais il peut être utile de connaître ce que peut donner, dans certains cas, la résistance supplémentaire due au cisaillement du fût du rivet.

M. Dupuy dit (paragraphe 19, p. 12) : « L'effort nécessaire pour rompre un rivet, par millimètre carré des sections à trancher, n'est pas inférieur aux trois quarts de l'effort par millimètre carré de la section du rivet, qui produirait la rupture du rivet, s'il était soumis à des efforts de traction dans le sens de sa longueur. »

Et (page 57) : « Il importe d'établir une relation entre le diamètre du rivet et l'épaisseur des tôles afin que l'ovalisation du trou ne se produise pas aussitôt après le glissement des tôles. »

M. Dupuy donne une formule d'après laquelle l'épaisseur de la tôle devrait être comprise entre la 1/2 et les 3/5 du diamètre du rivet.

Il est, en effet, admis en pratique que la résistance au cisaillement du rivet doit être au plus égale à la résistance à l'écrasement de la tôle (1) ; il vaut mieux avoir à remplacer un rivet cisaillé qu'une tôle dont les trous sont ovalisés, et la détérioration de la pièce est plus grave quand c'est la tôle qui est avariée que lorsque c'est le rivet qui est cisaillé.

Mais en fait il est difficile d'établir une formule, parce qu'on ignore la valeur de certains facteurs ; ainsi la résistance du métal du rivet posé est très souvent très différente de celle du métal à l'état vierge. En outre, on admet pour l'établissement de cette formule que la résistance au cisaillement est les 4/5 de la résistance à la traction, or j'ai montré que la limite d'élasticité du cisaillement simple est seulement la moitié de ce qu'on admet, puisqu'en réalité elle est les 4/10 de la limite d'élasticité à la traction (2).

Enfin, sous la pression du fût du rivet, par le fait de l'ovalisation du trou, la tôle augmente d'épaisseur, gonfle localement et repousse les tôles latérales, le rivet travaille à la fois par traction et par cisaillement. Puis des phénomènes d'inertie interviennent par suite des efforts dynamiques supportés par les constructions métalliques.

En résumé, il est impossible d'évaluer exactement tous les facteurs qui interviennent, mais notre ignorance à ce sujet est de peu d'importance, puisqu'une construction métallique ne doit résister que par l'adhérence des tôles.

(1) G. Maugas, *Traité théorique et pratique du rivetage*, p. 13.

(2) G. Fremont, *Résistance au cisaillement des aciers de construction. Revue de métallurgie*, mai 1906.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Néanmoins, pour être éclairé sur les phénomènes de déformation des pièces rivées, j'ai cru devoir effectuer quelques expériences.

Trois cas sont à considérer :

1° Le métal de la tôle est plus dur que celui du rivet.

2° Le métal de la tôle est le même que celui du rivet.

3° Le métal de la tôle est plus doux que celui du rivet.

1er cas. — Le métal des tôles est plus dur que celui du rivet.

Les essais ont été faits avec l'acier n° 18 pour le métal du rivet. — Résistance à la traction 36kg,10, à l'état vierge. Résistance au cisaillement simple entre deux lames d'acier parallèles : 19kg,70.

Un premier essai a été fait, le rivet n'ayant ni tête ni rivure et se trouvant par suite à l'état de *broche*, les 3 tôles n'étant maintenues que par un boulon pour les empêcher de s'écarter et ce boulon étant desserré au fur et à mesure ; la résistance au cisaillement *double* du rivet à l'état de broche a été de 25 kilogrammes par millimètre carré.

Le même acier n° 18 a été ensuite posé à l'état de rivet ayant tête et rivure effectuées *à froid* pour ne pas modifier la résistance du métal et ne créer aucun serrage initial susceptible d'augmenter la résistance au cisaillement par une résistance à l'adhérence des tôles.

Le cisaillement à double coupe de ce rivet a été de 35 kilogrammes par millimètre carré. Le même rivet, posé *à chaud*, a donné une résistance au cisaillement de 40kg,50 par millimètre carré. Il est vraisemblable que la résistance du métal de ce rivet posé à chaud n'était plus de 36kg,10 comme à l'état vierge, mais de 41 à 44 kilogrammes, résistances trouvées dans d'autres essais (tableau n° 3). Les trous des tôles ne se sont pas déformés parce que la résistance de celles-ci était choisie très élevée en prévision de l'augmentation de résistance du métal du rivet par le traitement thermique et mécanique du rivetage, et pour ne pas faire intervenir l'épaisseur des tôles en fonction du diamètre du rivet.

Le rivet a été cisaillé ; la figure 9 en donne la photographie.

2e cas. — Le métal des tôles et celui du rivet sont à peu près de même résistance.

Les tôles sont en acier doux à chaudière de 38 kilogrammes de résistance ; l'acier à rivet est le même que dans l'essai précédent, acier n° 18. Pour éviter la modification du métal par le chauffage, le rivet a été posé à froid.

La résistance du cisaillement a été de 31 kilogrammes par millimètre carré. Le trou de la tôle centrale a été ovalisé, le rivet a été complètement cisaillé.

La figure 10 donne la photographie de la partie de la tôle centrale contenant le trou ovalisé, et celle du rivet cisaillé.

Le rivet a ensuite été posé à chaud ; sa résistance étant plus élevée, au

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

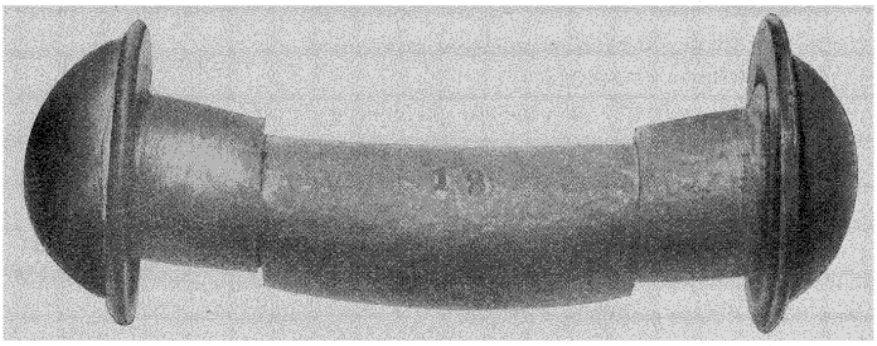


Fig. 9. — Résistance au cisaillement du rivet. (Le rivet, en acier beaucoup plus doux que celui des tôles, est cisaillé.)

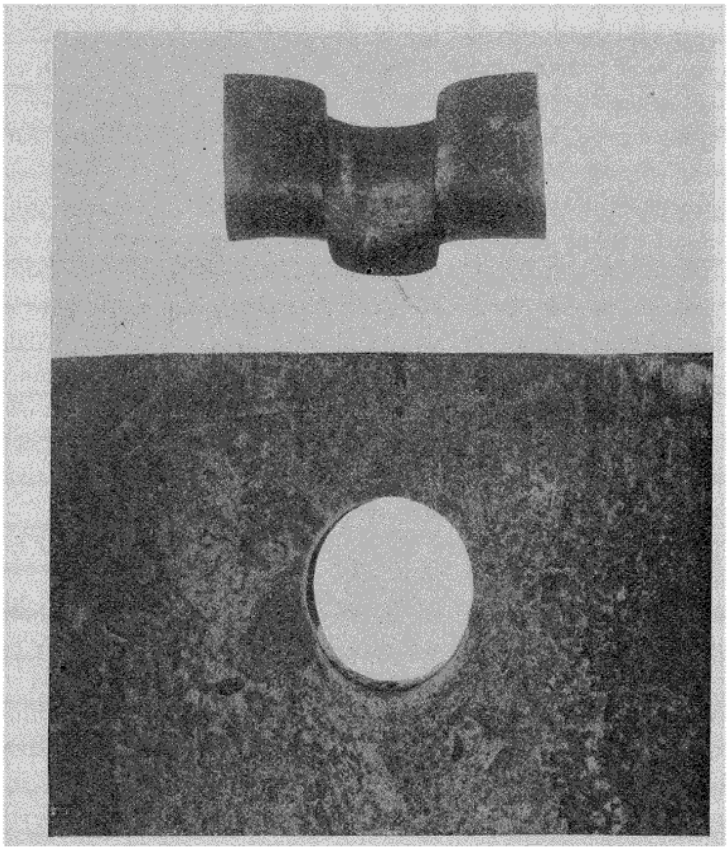


Fig. 10. — Résistance au cisaillement du rivet. (Le métal du rivet ayant à peu près la même résistance à la traction que celui des tôles, le rivet est cisaillé et les trous sont ovalisés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cisaillement la tôle centrale a été plus gonflée, plus écrasée que précédemment; le rivet s'est néanmoins cisaillé sous un effort de 38 kilogrammes par millimètre carré.

3e cas. — Le métal du rivet est sensiblement plus dur que celui des tôles.

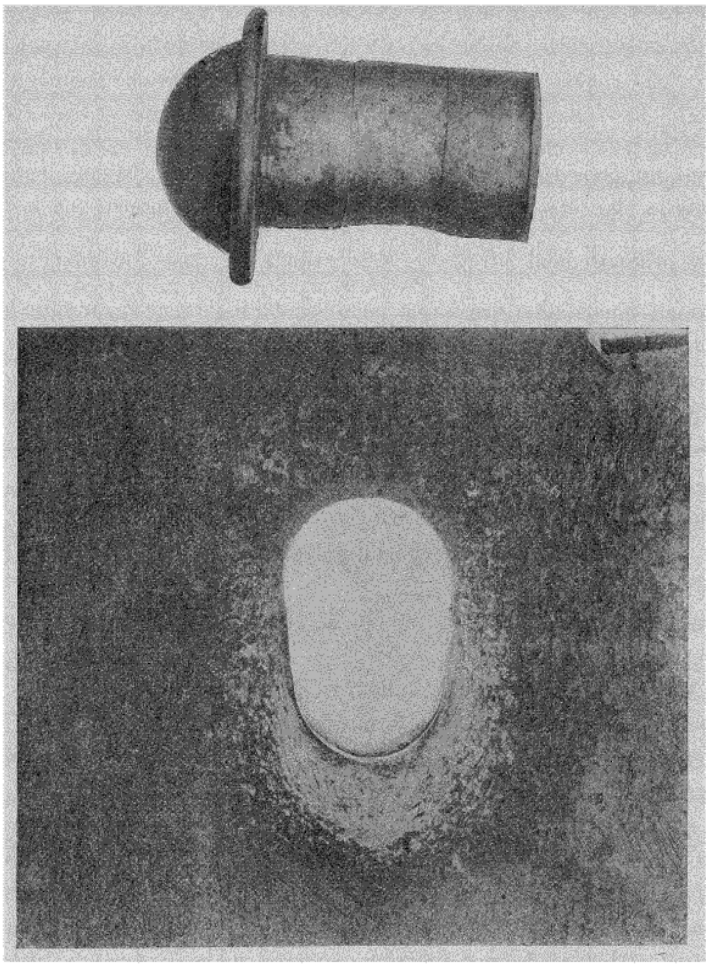


Fig. 11. — Résistance au cisaillement du rivet. (Le métal du rivet est plus dur que celui des tôles, aussi les trous de celles-ci s'ovalisent fortement.)

Les tôles sont les mêmes que précédemment, acier doux à 38 kilogrammes. Le rivet en acier n° 19 (tableau n° 3) d'une résistance de 55 kilogrammes environ après rivetage.

Cette fois le rivet s'est légèrement déformé mais a résisté sans se cisailler, la tôle au contraire s'est très affaissée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La figure 13 montre la photographie de la tôle et celle du rivet.

Pour employer de l'acier dur pour rivet avec des tôles de résistance moindre, il faudrait donc réduire sensiblement le diamètre des rivets, si on désirait obtenir une résistance au cisaillement assez faible pour que l'effort statique n'ovalise pas les trous des tôles.

DES FORMES ET DIMENSIONS ACTUELLES DES TÊTES ET DES RIVURES DANS LE RIVETAGE A CHAUD

Dans un précédent mémoire sur le rivetage (1), j'ai ébauché l'étude des dimensions des têtes et des rivures, en montrant notamment que la hauteur admise ordinairement : $H = \frac{2\,D}{3}$ était rationnelle ; mais j'ai dû m'en tenir à cette vague constatation, parce que, pour discuter la largeur et par suite la forme des têtes et des rivures, il ne suffit par de trouver les dimensions minima pour que leur résistance soit supérieure à celle du fût du rivet ; il faut encore être certain que ces dimensions donneront, par suite du retrait du rivet posé à chaud, un serrage suffisamment énergique pour obtenir le maximum de résistance à l'adhérence des tôles rivées.

On peut craindre en effet qu'une rivure, dont la surface d'appui sur la tôle serait de dimension restreinte, puisse céder sous l'effort de traction résultant du retrait.

Ainsi G. Clauzel dit, à propos de la résistance à l'adhérence des tôles rivées (2) :

« A égalité de température, l'allongement persistant du rivet dépend de la compression produite dans la tôle par la couronne annulaire de la tête du rivet et par la fraisure ; l'*état de tension du rivet doit donc varier avec sa forme*, et, par suite aussi, le frottement qui en est la conséquence. »

Il est donc nécessaire de compléter les essais de résistance à la traction de rivets ayant telle tête et telle rivure, par un essai de résistance à l'adhérence.

Et comme, en 1905, je ne connaissais pas de méthode pratique pour effectuer convenablement la mesure de la résistance à l'adhérence, j'ai été obligé, lors de la rédaction de mon premier mémoire sur le rivetage, de différer cette étude des dimensions des têtes et des rivures.

Aujourd'hui que j'ai imaginé un procédé de mesure de la résistance à l'adhérence, il m'est possible de poursuivre cette étude en vue de rechercher les formes et dimensions les plus avantageuses pour la pratique industrielle.

(1) *Étude expérimentale du rivetage*, 1er novembre 1905, p. 131 (*Mémoire* publié en 1906, par la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale).

(2) G. Clauzel, *Étude sur le rivetage* (*Mémoire* autographié, Paris, 1882, p. 52).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DIVERGENCES DANS LES FORMES ET LES DIMENSIONS DES TÊTES ET DES RIVURES IMPOSÉES DANS DIVERS CAHIERS DES CHARGES

Lorsqu'on consulte les tableaux donnant les dimensions des têtes et des rivures dans les cahiers des charges des diverses administrations, on constate des divergences très sensibles.

1° Il y a *divergence sur le mode de fixation du diamètre* du rivet.

Certains cahiers des charges *partent du diamètre du trou* et, tenant compte d'un *jeu déterminé*, en déduisent le diamètre du fût du rivet à employer.

Ainsi certaines compagnies de chemins de fer prennent un rivet de $11^{mm},75$ de diamètre pour correspondre à un trou de 12 millimètres de diamètre; un rivet de $25^{mm},5$ pour un trou de 26 millimètres.

D'autres cahiers des charges *partent du diamètre du rivet* pour déterminer le diamètre du trou en tenant compte du *jeu déterminé*.

Ainsi certaines compagnies de chemins de fer prennent un rivet de 12 millimètres de diamètre pour un trou de $12^{mm},5$ et un rivet de 25 millimètres pour un trou de 26 millimètres.

En résumé les uns indiquent pour un rivet donné le diamètre qu'il a avant d'être posé, et les autres, le diamètre qu'aura ce rivet après qu'il sera posé en supposant qu'il remplisse exactement le trou.

2° Il y a *divergence sur le jeu* à admettre entre le rivet et la paroi du trou.

3° Il y a *divergence sur la forme* des têtes et rivures saillantes; suivant l'industrie et la région, pour un travail semblable, on voit des formes différentes; c'est une sorte de mode, de coutume locale, qui détermine la forme adoptée. Ainsi les chaudronniers ont, pendant longtemps, employé la forme dite à *tête de diamant*, puis ils ont graduellement abandonné cette forme conique pour adopter en France la forme *tête ronde* ou bombée en arc de cercle, mais à faible épaisseur et à grande largeur; en Angleterre la forme *ogivale* est la forme *tête plate*, c'est-à-dire tronconique.

4° Il y a *divergence sur les dimensions* pour une même forme de tête adoptée.

Ainsi pour les têtes plates, les uns donnent une épaisseur égale à la moitié du diamètre du fût du rivet, les autres vont jusqu'à 0,70 et même 0,85 de ce diamètre : un rivet de 25 millimètres de diamètre aura une épaisseur pouvant varier de $12^{mm},5$ à $21^{mm},25$.

Pour les rivets à forme *tête ronde*, la plus généralement employée, on voit des différences aussi sensibles dans les dimensions imposées; ainsi un rivet de 25 millimètres de diamètre pourra avoir une épaisseur de tête de 15 millimètres à $18^{mm},2$ et une largeur de 40 millimètres à $44^{mm},2$.

Il n'est pas douteux que ces divergences ont une influence fâcheuse sur la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

construction, parce que les ouvriers sont tentés de suivre leur propre inspiration, ce qui leur fait adopter des formes et des dimensions inspirées par les habitudes et les idées fausses et par une exécution plus commode, moins fatigante.

Ainsi j'ai vu, sur des chaudières, des rivets de 23mm,5 de diamètre, ayant à peine 10 millimètres d'épaisseur de rivure.

Les contrôleurs ne paraissent pas attacher une grande importance aux écarts qu'ils constatent sur les rivets posés à des dimensions différentes de celles demandées au cahier des charges, probablement parce qu'ils pensent qu'une rivure peut plus ou moins différer des dimensions prévues et cependant faire un très bon service.

En général, on se trouve en présence du fait accompli, et on comprend qu'il serait abusif de refuser une construction métallique ou bien de faire changer tous les rivets qui ne seraient pas rigoureusement conformes aux formes et dimensions imposées au cahier des charges, et cela surtout sans être convaincu que la forme demandée est meilleure que la forme donnée.

Il y aurait un grand intérêt à connaître les dimensions minima de la tête et de la rivure pour en déduire la forme appropriée ayant le volume minimum et la résistance maximum, c'est-à-dire au moins égale à la résistance du fût du rivet.

AVANTAGES DE L'UNIFICATION DE LA FORME ET DES DIMENSIONS DES TÊTES ET RIVURES ET DE L'ADOPTION DU MEILLEUR PROFIL

1° Pour le fabricant de rivets, il y aurait une simplification d'outillage, car il n'y aurait qu'un type de tête, par conséquent qu'un modèle de matrice pour un diamètre donné de rivet ; l'approvisionnement serait plus facile.

2° Pour le constructeur, il y aurait la même économie par suite de réduction de types ; mais outre cette économie, l'unification apporterait une sécurité au point de vue de la qualité du rivetage, parce qu'il n'y aurait plus de bouterolles de diverses profondeurs pour un même diamètre de rivet ; or cette diversité de profondeurs fait que quelquefois, aux montages, les ouvriers ne prenant pas soin d'examiner à la riveuse la contre-bouterolle destinée à recevoir la tête du rivet, il arrive que cette tête est plus faible et, pendant l'opération du rivetage, c'est le bord de la bouterolle qui porte sur la tôle ; après le rivetage, la tête est écartée de la tôle, le rivet ne serre pas les tôles, il n'y a pas de résistance par adhérence.

3° L'économie de matière première par suite de réduction des volumes de la tête et de la rivure est sensible ; ainsi, comme nous le verrons plus loin, elle peut atteindre 110 grammes par rivet pour des rivets de 25 millimètres de diamètre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

4° La réduction de volume n'est pas seulement avantageuse par l'économie sur le prix de matière; elle est encore très appréciée dans certains cas, dans les constructions navales par exemple, pour la réduction de poids.

5° La connaissance de la dimension minimum permettra de fixer la limite inférieure en dessous de laquelle il ne sera pas admis de réduction, ce qui ne peut se faire actuellement; ainsi le rivet de 25 millimètres tête ronde, que je signalais précédemment comme ayant moins de 11 millimètres d'épaisseur, ne sera pas toléré en connaissance de cause.

6° La rivure à dimensions réduites exigera moins de métal pour sa confection, la tige sera moins longue, il y aura moins de longueur, ou hauteur, à écraser; moins de flambement et par suite un meilleur centrage et pas de rivets couchés.

Une température moindre au chauffage tout en réduisant les chances de criques sur les bords de la rivure.

Pour l'ouvrier, plus de commodité et moins de fatigue.

7° La rivure à dimensions réduites sera d'autant plus pratique qu'elle sera plus en rapport avec les dimensions restreintes de certaines pièces, comme les cornières, etc.

8° Enfin, au point de vue du matériel existant, la rivure à dimensions réduites permettra, tout en conservant les machines actuelles: riveuses, accumulateurs, grues, etc., et la même pression à l'accumulateur, d'obtenir une pression élémentaire très supérieure, puisque la même pression totale sera répartie sur un espace moindre. Ainsi avec la riveuse actuelle, qui donne la pression totale de 45 tonnes, l'effort par millimètre carré pour la rivure actuelle du rivet de 25 millimètres est de 33 kilogrammes au maximum; il sera de 52 kilogrammes pour le rivet de 25 millimètres à rivure de dimensions réduites, ainsi que nous le verrons plus loin. Le résultat sera le même que si la riveuse donnait 70 tonnes sur l'ancienne rivure. On pourra avec les mêmes machines employer des aciers un peu plus durs.

MODE DE FIXATION DU DIAMÈTRE DU FUT DU RIVET

Certains ingénieurs fixent le diamètre du trou parce que, après la pose, le rivet a, ou doit avoir ce diamètre; par conséquent, c'est la section du trou qui entre en ligne de compte dans le calcul de la résistance, notamment de la résistance au cisaillement, la seule d'ailleurs admise dans les calculs.

C'est donc une raison théorique qui guide dans ce choix; mais en pratique industrielle, il est de beaucoup préférable de déterminer le *diamètre du rivet avant la pose* et voici pourquoi : le jeu, c'est-à-dire l'espace libre entre le fût du foret et la paroi du trou, n'est pas une quantité constante, ce jeu varie avec

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les épaisseurs à serrer : ainsi un rivet de 25 millimètres de diamètre exigera, quand il sera chaud, un trou de 25^{mm},5 par exemple, si l'épaisseur à serrer n'est que de 3 ou 4 centimètres ; mais il faudra un jeu plus important pour un plus grand serrage. Pratiquement, on ne peut fabriquer des rivets de quart de millimètre en quart de millimètre ; il est, au contraire, plus facile de forer ou d'aléser à telle dimension voulue, variable pour un diamètre donné.

C'est la raison pratique qui doit primer.

FIXATION DU JEU DANS LES TROUS

Le jeu ne varie pas seulement avec le diamètre du trou, comme on l'admet généralement ; il doit varier avec le nombre des feuilles à serrer, leur épaisseur totale ; il n'est pas le même quand les trous sont alésés après montage ou simplement poinçonnés en construction.

Il faut un jeu aussi faible que possible, mais encore faut-il que le rivet bien chauffé puisse pénétrer facilement.

ORIGINE PROBABLE DE LA FORME DES TÊTES ET DES RIVURES

Nous savons que l'usage des petits rivets remonte jusqu'au début de la métallurgie ; on trouve, en effet, dès l'âge du bronze, des pièces rivées avec des têtes de rivets généralement très larges, autant que le permettait la ductilité du métal employé. Je suppose que l'ouvrier, en confectionnant ces rivets, s'inspirait du clou à bois, dont la tête doit être large pour maintenir la plus grande surface possible du bois, matière tendre qui nécessite même souvent l'emploi de la rondelle sous les têtes de clous, rivets, boulons, etc., pour répartir l'effort sur une plus grande surface ; en augmenter l'effet utile et même y ajouter l'effet décoratif.

Il est donc possible que, par survivance, en s'inspirant de la forme de la tête du clou à bois, l'ouvrier ait tenté d'exagérer la largeur de la tête du rivet, espérant par cette forme épanouie répartir l'effort sur une plus grande surface de tôle et par suite obtenir un contact plus parfait sur une plus grande zone.

RECHERCHE DE LA FORME RATIONNELLE DES TÊTES ET RIVURES

Il est donc nécessaire d'étudier la distribution des efforts sur les têtes et rivures pour les formes les plus généralement usitées dans la pratique des constructions métalliques et de la chaudronnerie, pour permettre d'en déduire les formes rationnelles et d'en déterminer les dimensions minimum à accepter en pratique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Rivets fraisés. — Dans certaines constructions, notamment dans les constructions navales, les rivets ne doivent pas dépasser la surface des pièces rivées et quelquefois ne doivent dépasser que peu cette surface ; on emploie alors les rivets à têtes fraisées.

La forme et les dimensions du logement de la tête ou de la rivure, ou des deux, varient avec la résistance relative des deux métaux en présence, dureté du métal *après rivetage*, dureté de la tôle fraisée et enfin avec la forme de la partie supérieure de la tôle ou de la rivure, si celle-ci doit affleurer ou si elle peut dépasser légèrement et affecter la forme dite en goutte de suif.

Je n'ai pas cru devoir étudier spécialement ces formes à dimensions variées suivant chaque cas et par suite non susceptibles d'être unifiées. Les données nécessaires aux éléments du calcul seront d'ailleurs obtenues par l'analogie de la surface de rupture avec celle des rivures des autres formes.

TÊTE DE RIVET EN POINTE DE DIAMANT

Le rivet à la tête conique dite *en pointe de diamant*, autrefois très employé surtout en chaudronnerie, tend de plus en plus à disparaître. C'est la tête de rivet la plus épanouie parmi tous les types employés ; cette grande surface de contact voulue par l'ouvrier dans le but d'étendre la zone de serrage, comme nous l'avons dit, et par suite d'obtenir une meilleure étanchéité.

La figure 12 donne la vue extérieure de cette tête de rivet.

La figure 13 donne la coupe d'un rivet en fer misé dont la tête conique a été refoulée à la machine ; une attaque macrographique (1) permet de comprendre la distribution des fibres lors du refoulement du métal sous la pression de la bouterolle.

Dans le rivetage au marteau à main, sous l'effet du choc, la distribution des fibres s'établit d'une manière différente, parce que l'inertie de la matière et le frottement sous le marteau interviennent ; j'ai donné les explications du phénomène dans un chapitre sur le mode de formation de la rivure à main (2) ; pour permettre la comparaison des deux modes de forgeage à la machine et à la main, je reproduis ici la photographie, après attaque, d'une coupe de la rivure en forme de pointe de diamant, de deux rivets en fer misé (fig. 14).

Les dimensions admises pour ce type de tête ou rivure sont, en fonction du diamètre D du fût du rivet (fig. 15) :

pour L, le plus grand diamètre = 2D
pour H, la hauteur = 0,8D

(1) Ch. Fremont, *Essais des fers et des aciers par corrosion*, *Rev. de métallurgie*, octobre 1908.
(2) Ch. Fremont, *Étude expérimentale du rivetage*, p. 42. — *Mémoire* publié par la Société d'Encouragement en 1906.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

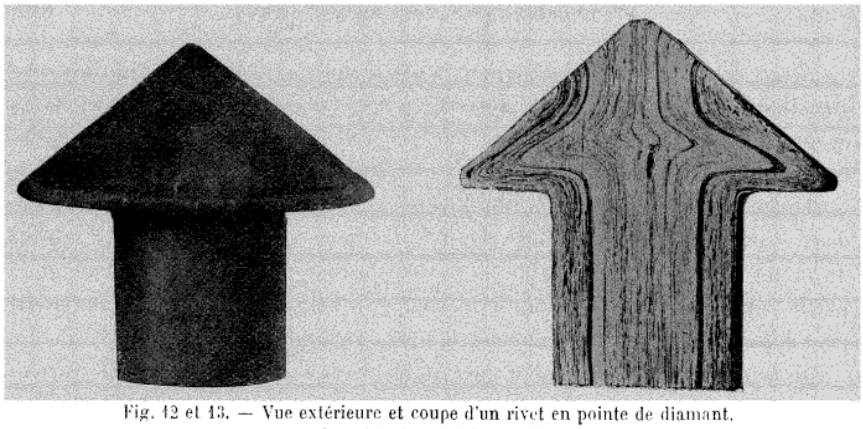


Fig. 12 et 13. — Vue extérieure et coupe d'un rivet en pointe de diamant, en fer misé, écrasé à la machine.

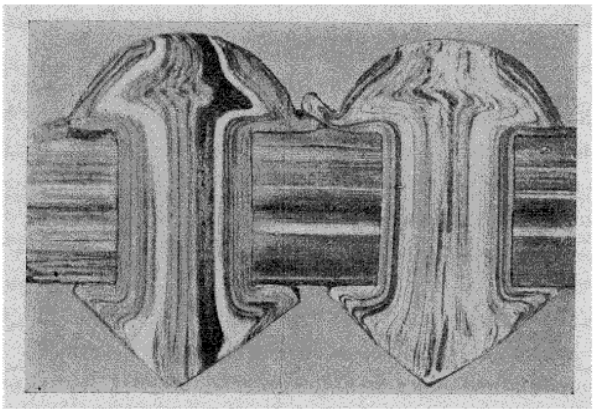


Fig. 14. — Coupe de rivets en fer misé à rivure en pointe de diamant écrasée au marteau à main.

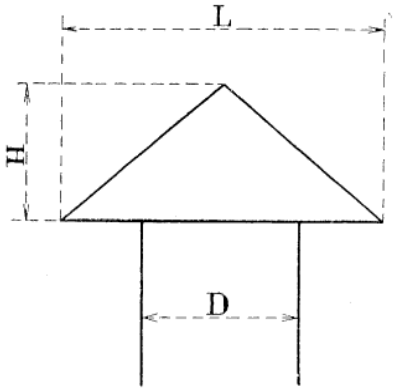


Fig. 15. — Dimensions de la tête de rivet en pointe de diamant.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette large tête donne une surface de contact égale aux 7/4 environ de la moyenne des surfaces de contact des autres types de têtes ou rivures; j'ai pensé qu'il était peut-être possible d'en réduire les dimensions, sans amoindrir la résistance du rivet; en conséquence, j'ai effectué une série d'essais sur des rivets de 25 millimètres de diamètre en acier n° 18, écrasés sous une pression de 70 tonnes maintenue sur les bouterolles pendant un temps très court: 2 ou 3 secondes; mais en ayant soin de diminuer, sur le tour, les dimensions des têtes tout en leur conservant une forme conique.

J'ai commencé par une tête conique à dimensions très réduites :

$$L = 35^{mm},4 \qquad \text{et} \qquad H = 18 \text{ mm}.$$

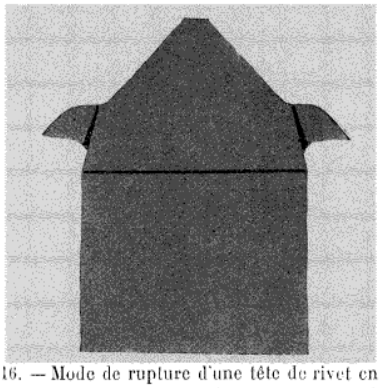


Fig. 16. — Mode de rupture d'une tête de rivet en acier, en pointe de diamant aux dimensions trop réduites.

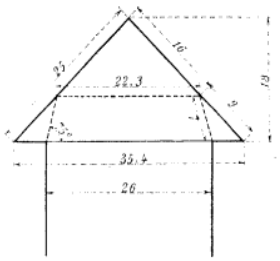


Fig. 17. — Dimensions initiales et finales de la tête du rivet en acier en pointe de diamant (figure précédente).

A l'essai de traction le rivet s'est rompu dans cette tête sous un effort de 17 000 kilogrammes. Cette tête est donc de dimensions trop faibles.

La figure 16 montre la coupe de cette tête après rupture.

La figure 17 donne les dimensions.

Dans un essai suivant, j'ai donné au cône les dimensions suivantes :

$$L = 41 \text{ mm. et } H = 20 \text{ mm}.$$

A l'essai de traction, le rivet s'est rompu dans la tête sous un effort de 23 000 kilogrammes.

Pendant cet essai de traction, j'ai remarqué qu'à la limite d'élasticité apparente tracée sur le diagramme de l'enregistreur de la machine, sous un effort de 17 000 kilogrammes, la surface polie de la tête se déformait et devenait mate sur une zone circulaire de 3 millimètres de largeur et à 8 millimètres de la base du cône.

C'est donc là que se fit la première déformation et plus haut que se fit la rupture.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La figure 18 montre la coupe de cette tête après rupture.

La figure 19 donne les dimensions.

La rupture dans la tête indique bien que cette tête a des dimensions trop

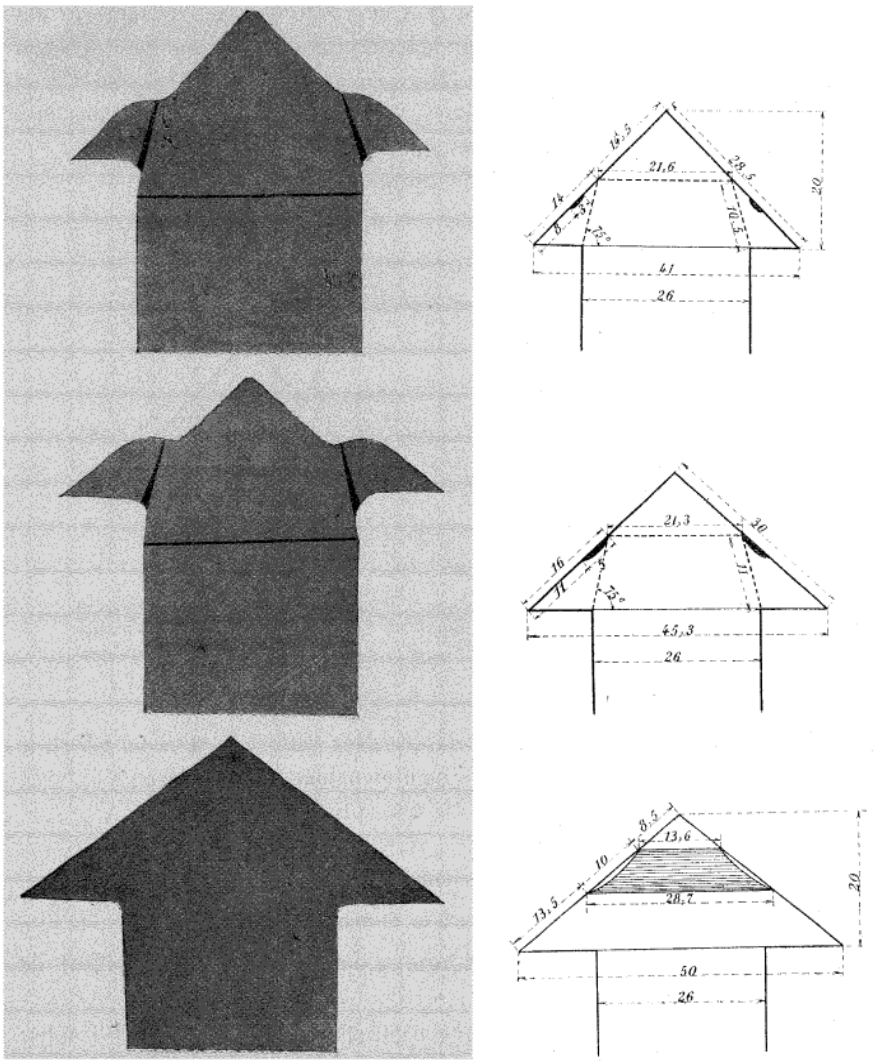


Fig. 18 à 23. — Montrant les modes de déformation et de rupture des têtes de rivets en acier, en pointe de diamant, en dimensions de moins en moins réduites; avec les dimensions initiales et finales de chacune d'elles.

faibles; néanmoins elle est assez près de la tête du rivet d'égale résistance, c'est-à-dire celui dont toutes les parties, fût, tête et rivure, ont la même résistance,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

car, pendant l'essai de traction, le fût de ce rivet s'est allongé de 5 millimètres sur une longueur de 100 millimètres.

J'ai donc confectionné un troisième rivet en augmentant les dimensions :

$$L = 45^{mm},3. \qquad \text{et} \qquad H = 20 \text{ mm.}$$

A l'essai de traction le rivet s'est rompu dans la tête sous un effort de 23500 kilogrammes.

A la limite d'élasticité (19000 kilogrammes) la première déformation apparaît sous la forme d'une zone devenue mate sur une hauteur de 5 millimètres et à 11 millimètres de la base du cône.

La figure 20 montre la coupe de cette tête après rupture.

La figure 21 donne les dimensions.

Enfin un quatrième rivet à tête conique aux dimensions admises dans la pratique.

$$L = 50 \text{ mm.} \qquad \text{et} \qquad H = 20 \text{ mm.}$$

s'est rompu dans le fût sous un effort de 22500 kilogrammes, plus faible que celui de l'essai précédent, ce qui correspond à une résistance de $42^{kg},45$ par millimètre carré de la section du fût, alors que la résistance à la rupture de l'acier n° 18 à l'état vierge est de $36^{kg},10$ (tableau n° 1); l'allongement a été de 23 millimètres pour 100 millimètres de long.

La figure 22 montre la coupe de cette tête après rupture.

La figure 23 donne les dimensions.

Ces quatre essais successifs montrent que les dimensions admises dans la pratique sont aussi réduites que possible pour cette forme conique.

La surface d'écrasement, de 50 p. 100 plus grande que la moyenne des autres types de tête, exige une pression très élevée sur les bouterolles ou bien, ce qui est la même chose, une pression par millimètre carré de la surface écrasée par la bouterolle sensiblement plus faible que pour les autres rivures, la pression donnée sur la riveuse étant la même.

Le grand développement, à la base du cône, à la périphérie de la rivure, exige une très grande ductibilité du métal, et comme le bord est très mince, le métal au contact des surfaces froides des pièces à river et de la bouterolle se refroidit rapidement, de sorte que sous le grand allongement et à basse température, le métal crique et les rivures sont presque toujours fissurées suivant les génératrices du cône, même avec un bon acier de qualité moyenne.

C'est cette difficulté d'obtenir des rivures coniques non fissurées, qui a fait mettre dans les cahiers des charges, aux conditions de recette du métal à rivet, des conditions de ductilité difficiles à réaliser et absolument inutiles avec l'emploi des autres types de rivures ne nécessitant pas un tel allongement sous une aussi faible épaisseur de métal.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quand, au lieu d'être en acier, le rivet conique est en fer misé, la rupture se fait à fleur de la tête (fig. 24), ce lieu de rupture étant commun à tous les rivets

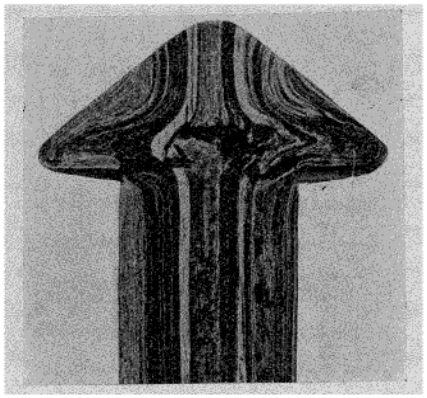


Fig. 24. — Rupture dans la tête des rivets en fer misé en pointe de diamant.

fabriqués avec ce métal, quelle que soit la forme adoptée pour la tête ou la rivure.

TÊTE DE RIVET A FORME TRONCONIQUE DITE TÊTE PLATE

Le praticien a bien pensé, que dans le rivet conique, la pointe extrême n'augmentait pas la résistance et qu'on pouvait la supprimer sans inconvénient:

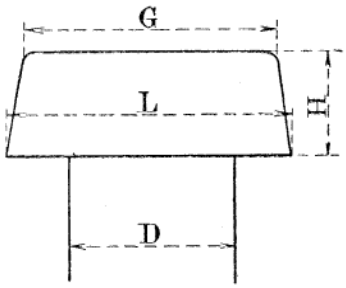


Fig. 25. — Dimensions des têtes de rivet en forme tronconique dite « tête plate ».

cette observation a conduit à fabriquer des têtes à forme tronconique dite *têtes plates* (fig. 25).

Les dimensions indiquées par M. Maugas (1) pour ce type de tête de rivure, sont, en fonction du diamètre D, du fût du rivet:

(1) *Traité théorique et pratique au rivetage*, Paris, 1900.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour L, le plus grand diamètre $= \frac{5}{3} D$

pour G, le plus petit diamètre $= \frac{3}{2} D$

pour H, la hauteur $= \frac{D}{2}$

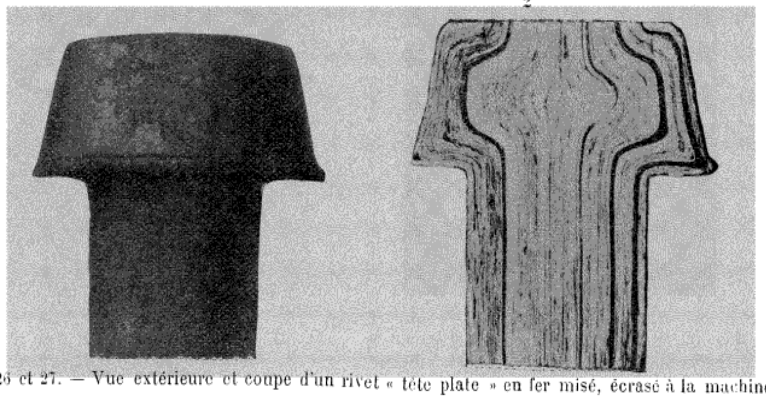


Fig. 26 et 27. — Vue extérieure et coupe d'un rivet « tête plate » en fer misé, écrasé à la machine.

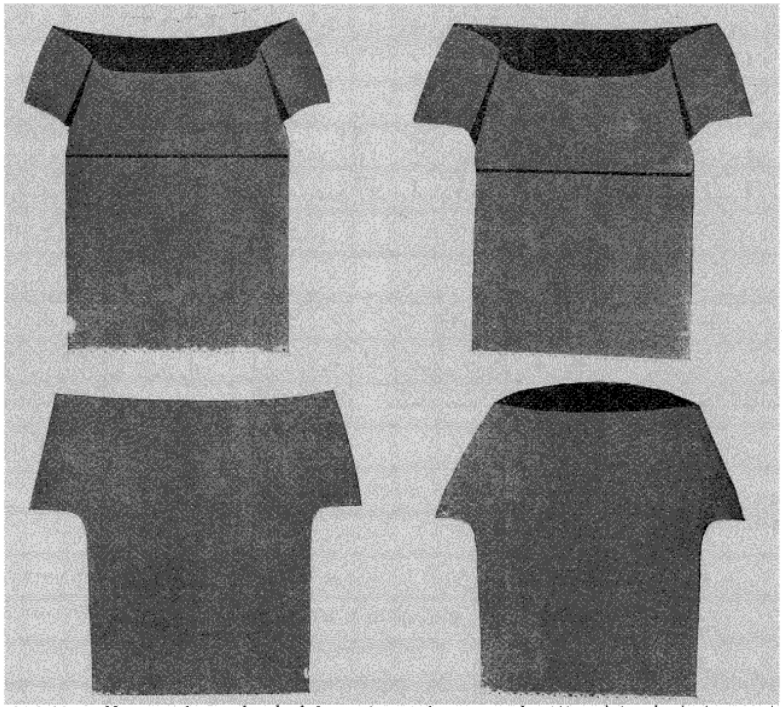


Fig. 28 à 31. — Montrant les modes de déformation et de rupture des têtes plates de rivets en acier à dimensions de moins en moins réduites.

Les figures 26 et 27 donnent l'aspect extérieur et la coupe attaquée pour montrer la déformation due au forgeage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour cette forme de rivure, comme pour la forme conique, j'ai effectué une série d'essais dans le but de déterminer les dimensions minimum en dessous

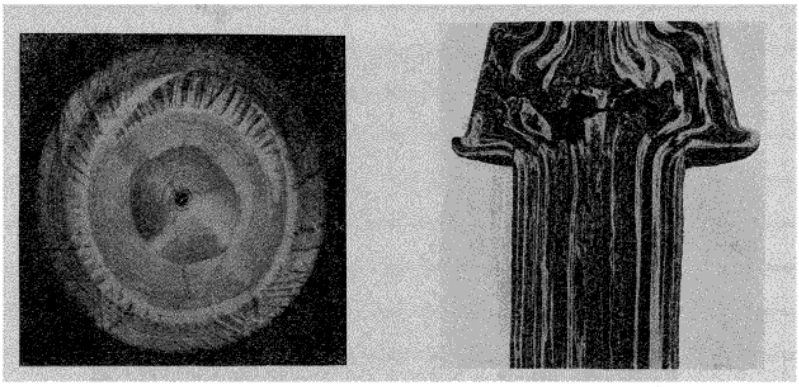


Fig. 32. — Lignes de Lüders apparues sur la partie supérieure du rivet tête plate à dimensions minimum.

Fig. 33. — Rupture dans la tête d'un rivet en fer misé à forme dite tête plate.

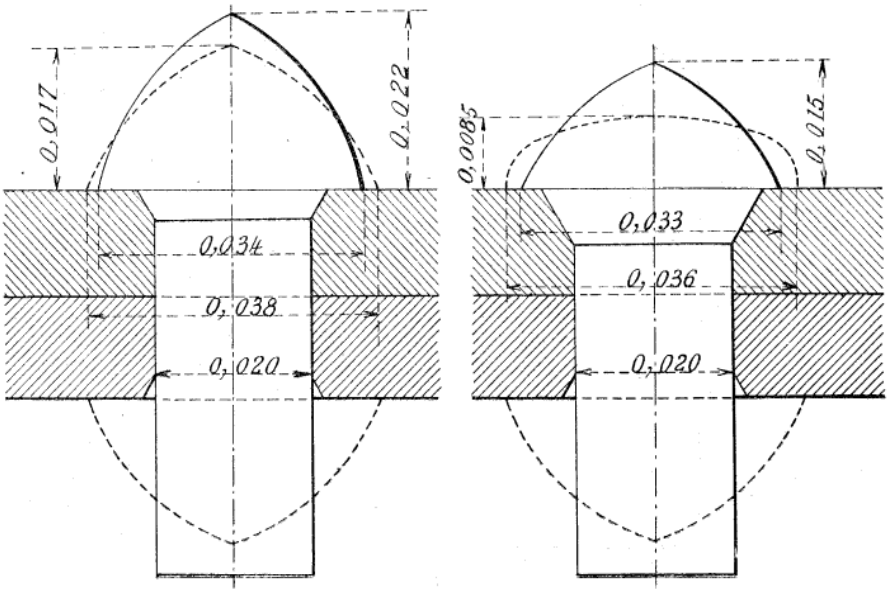


Fig. 34. — Têtes de rivets à forme ogivale.

desquelles il ne faut pas descendre pour conserver une résistance au moins égale à celle du fût.

J'ai opéré avec le même acier n° 18, sur des rivets de 25 millimètres de diamètre initial, écrasés sous une pression de 70 tonnes maintenue sur les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bouterolles pendant un temps très court : deux ou trois secondes, les dimensions choisies pour chaque essai étant obtenues par une réduction sur le tour de la tête forgée par écrasement à chaud.

J'ai commencé par une rivure à dimensions très réduites, comme précédem-

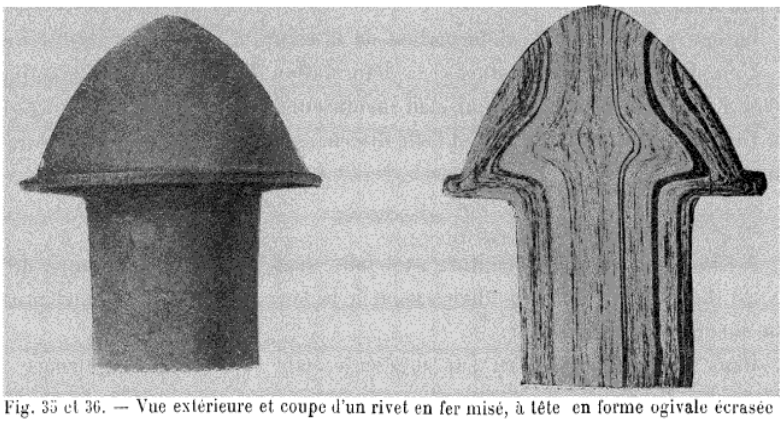


Fig. 35 et 36. — Vue extérieure et coupe d'un rivet en fer misé, à tête en forme ogivale écrasée à la machine.

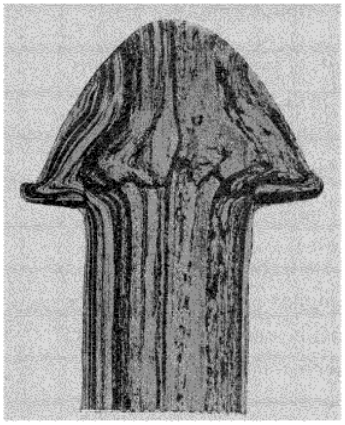


Fig. 37. — Rupture dans la tête d'un rivet en fer misé à forme ogivale.

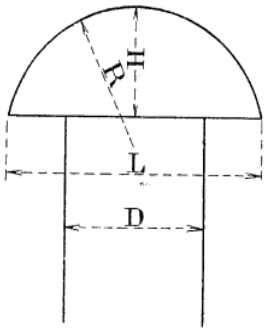


Fig. 38. — Dimensions des têtes rondes de rivets en forme « *goutte de suif* ».

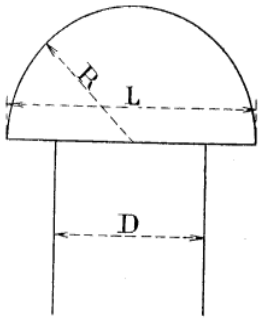


Fig. 39. — Dimensions des têtes rondes de rivets en forme « bombée »

ment, parce que si mon but était de connaître les dimensions minimum, il était intéressant aussi de connaître la forme des déformations et des ruptures.

J'ai réduit la tête aux dimensions suivantes :

L = 35 mm. G = 32 mm. H = 9 mm.

La limite élastique apparente, mesurée sur le diagramme de l'essai de traction effectué sur ce rivet, a été de 15 000 kilogrammes et la rupture à 20 500 kilogrammes s'est effectuée dans la rivure. La figure 28 montre cette rupture et la déformation de la rivure.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un second essai a été fait avec une rivure aux dimensions suivantes :

$$L = 39 \text{ mm.} \qquad G = 34 \text{ mm.} \qquad H = 10^{mm},5$$

La limite élastique est apparue à 16 000 kilogrammes et la rupture à 24 000 kilogrammes.

La figure 29 montre la déformation de la rivure à cet essai.

L'emplacement de la rupture et la déformation de la rivure indiquaient que c'était l'épaisseur de la rivure qui était insuffisante; en conséquence j'ai effectué un troisième essai en augmentant cette dimension ; et en réduisant au contraire un peu la largeur.

$$L = 37 \text{ mm.} \qquad G = 32^{mm},7 \qquad H = 12 \text{ mm.}$$

A l'essai de traction la rupture s'est faite dans le fût, mais la coupe de la rivure (fig. 30), montre un affaissement à la face supérieure, ce qui prouve une insuffisance d'épaisseur.

Dans un quatrième essai j'ai augmenté cette cote et, après tournage, j'ai obtenu les dimensions suivantes :

$$L = 35^{mm},2 \qquad G = 30^{mm},2 \qquad H = 13^{mm},7$$

A l'essai de traction la rupture s'est faite dans le fût, et la coupe de la rivure (fig. 31) montre encore une déformation légère; on peut considérer que cette rivure est aux dimensions minimum parce que, à la limite élastique apparente du diagramme, la rivure dont la surface était restée polie n'avait par conséquent pas encore subi de déformation; le fût du rivet s'est allongé de $24^{mm},5$ pour 100 millimètres de longueur.

La figure 32 montre la face supérieure, on y voit les lignes de Lüders.

En résumé, après une seconde série d'essais analogues pour confirmer les dimensions minimum à imposer, j'ai pu, par tâtonnements successifs, m'arrêter, pour le rivet de 25 millimètres de diamètre, aux dimensions suivantes :

$$L = 35 \text{ mm. (au lieu de 42 mm.} = \frac{5}{3} D)$$

$$G = 32 \text{ mm. (au lieu de } 37^{mm},5 = \frac{3}{2} D)$$

$$H = 14 \text{ mm. (au lieu de } 12^{mm},5 = \frac{1}{2} D)$$

$$(12^{cm^3},3) \qquad 15^{cm^3},3)$$

Ce qui montre qu'avec une meilleure répartition du métal, on peut obtenir une tête et une rivure très résistantes de volume réduit : $12,3^{cm^3}$, alors qu'avec une plus grande quantité de métal : $15,6^{cm^3}$, on n'obtient, par suite d'une forme défectueuse, qu'une tête trop faible.

L'étude expérimentale s'impose pour la fixation des dimensions des têtes et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rivures, car on constate dans les cahiers des charges, pour une même forme de tête, des dimensions souvent très différentes.

Ainsi pour le rivet tête plate de 25 millimètres de diamètre, l'épaisseur H de la tête est : suivant M. Maugas de $12^{mm},5$; suivant Great Western Railway de 16 millimètres; suivant Great Eastern Railway de $21^{mm},25$.

La figure 33 montre, dans un rivet en fer misé à tête plate, la rupture à fleur de la tête. Ce lieu de rupture étant commun à tous les rivets fabriqués avec ce métal, quelle que soit la forme adoptée par la tête et par la rivure.

TÊTE DE RIVET A FORME OGIVALE

En Angleterre les constructeurs emploient souvent un rivet dont la tête et la rivure sont de profil ogival.

La figure 34 en donne les proportions à titre d'exemple.

La figure 35 montre la vue extérieure.

La figure 36 la coupe après attaque pour montrer la distribution des fibres par suite de l'écrasement sous la bouterolle.

La figure 37 montre la rupture dans le rivet en fer à nerf, à fleur de la tête, comme toujours dans ce métal.

Je n'ai pas cherché, pour cette forme ogivale, quelles sont les dimensions minimum, parce que les essais effectués sur les têtes de rivet à forme ronde conduiront aux mêmes résultats.

Mais j'ai cru devoir signaler cette forme (fig. 34), surtout pour montrer le principe de déformation de la tête initiale par l'*écrasement de cette tête au rivetage*, en même temps que l'écrasement de la rivure, ce qui oblige l'ouvrier à chauffer le rivet dans toute sa longueur et produit un parfait remplissage du trou.

RIVET A TÊTE RONDE

Les rivets dits à tête ronde sont de deux formes différentes :

1° la forme dite *goutte de suif* qui est hémisphérique (fig. 38) :

$$\text{Le rayon } R = 0{,}8\,D \text{ et par suite la largeur } L = 1{,}6\,D.$$

2° la forme dite *bombée*, qui est un segment de sphère (fig. 39) :

$$\text{Le rayon} \quad R = 0{,}86\,D$$
$$\text{La largeur} \quad L = \frac{5}{3}D$$
$$\text{La hauteur} \quad H = \frac{2}{3}D$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour le rivet de 25 millimètres de diamètre :

La tête goutte de suif a.	40 mm. de largeur.
— —	20 mm. de rayon.
— —	20 mm. de hauteur.
La tête bombée a.	$41^{mm},6$ de largeur.
—	$21^{mm},5$ de rayon.
. . . . .	$16^{mm},6$ de hauteur.

La recherche de la tête à volume minimum effectuée par tâtonnements successifs, comme pour les têtes de formes diverses précédentes, m'a conduit à constater que lorsque la rupture se fait dans la tête, ou dans la rivure, le lieu de rupture est un tronc de cône (fig. 40 et 41) ayant pour plus grande base le

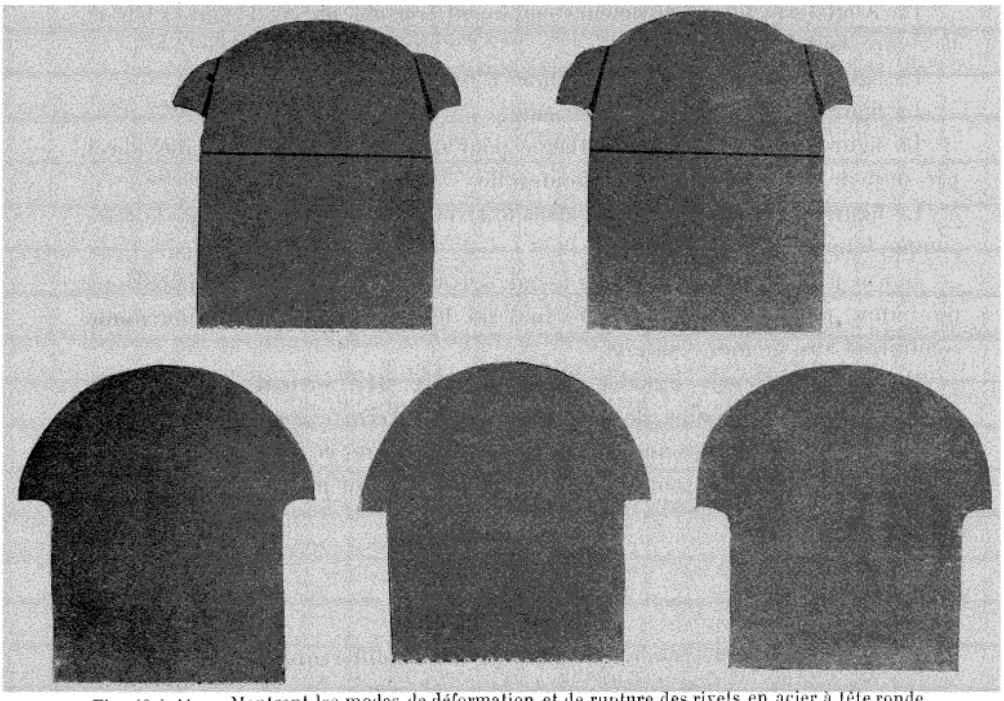


Fig. 40 à 44. — Montrant les modes de déformation et de rupture des rivets en acier à tête ronde, à dimensions de moins en moins réduites.

diamètre du fût, soit 26 millimètres dans mes expériences, qui ont toutes été effectuées sur le rivet de 25 millimètres de diamètre initial, les génératrices de ce tronc de cône étant inclinées sur la base d'un angle d'environ 70° à 75°.

Le rivet à forme bombée ayant OA (fig. 45) pour hauteur : H = 12 millimètres s'est rompu dans la tête en donnant la surface de rupture en forme tronconique (fig. 41, 42) comme il a été dit.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le rivet à forme bombée ayant OB pour hauteur H = 14 millimètres avec un rayon de 22mm,5 est la forme bombée à hauteur minimum, car avec ces dimensions la rupture s'est faite dans le fût et la rivure a subi une légère déformation permanente (fig. 42, 43), mais après le début de la déformation permanente du fût.

Le rivet à forme bombée (fig. 45) ayant OC pour hauteur H = 16,6 et pour rayon 21mm,5 est le type courant du rivet de 25 millimètres de diamètre initial répondant à la forme du segment de sphère aux dimensions données par la formule habituelle :

$$H = \frac{2}{3} D \qquad L = \frac{5}{3} D \qquad R = 0{,}86\, D$$

La hauteur minimum H = 14mm correspond, pour cette forme tête ronde, à la hauteur minimum trouvée pour les autres formes conique et plate.

Ces expériences montrent que deux dimensions sont à déterminer pour obtenir une tête, ou une rivure, suffisamment résistante, le diamètre L et la hauteur H et que la forme peut être quelconque, pourvu que le tracé en soit extérieur au tronc de cône FD D'F', figure 45.

Ce raisonnement conduirait à prendre pour la tête et la rivure une forme d'anse de panier (fig. 44) dont le plus grand diamètre serait $GG = \frac{4D}{3}$, soit 33mm,3 et une hauteur OB = 14 pour le rivet de 25mm de diamètre initial.

FORME ET DIMENSIONS RATIONNELLES DE LA TÊTE ET DE LA RIVURE

Mais pour la pratique industrielle, le tracé de l'anse de panier et l'ajustage des bouterolles seraient une difficulté et si, d'un autre côté, on considère qu'une tête s'use généralement par le sommet, et que l'augmentation *légère* de hauteur, n'augmente pas sensiblement le volume, on en arrive à conclure qu'on peut admettre la forme hémisphérique dite en *goutte de suif* qui existe dans la pratique. La dimension serait $\frac{2D}{3}$ pour rayon, on aurait la forme hémi-sphérique GCG' (fig. 40). La seule cote à indiquer et facile à retenir serait les 2/3 du diamètre du rivet.

J'ai essayé des rivets en acier nos 18, 2, 3 avec cette tête à dimensions réduites; j'ai toujours eu la rupture dans le fût (fig. 46) et aucune déformation permanente visible sur la tête polie, à la limite élastique et dans le voisinage de cette limite de l'essai de traction.

Tous les essais de résistance à l'adhérence effectués avec des rivets en aciers nos 18, 2, 3, etc., et avec cette forme hémisphérique à dimensions réduites

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour tête et pour rivure ont donné des résultats absolument semblables à ceux que j'avais précédemment obtenus avec les têtes habituelles.

Le seul inconvénient que j'aie pu constaté dans d'assez nombreux essais de cette tête à volume réduit, c'est que, comme d'ailleurs pour toutes les têtes et rivures à forme hémisphérique, après écrasement à la bouterolle, celle-ci reste

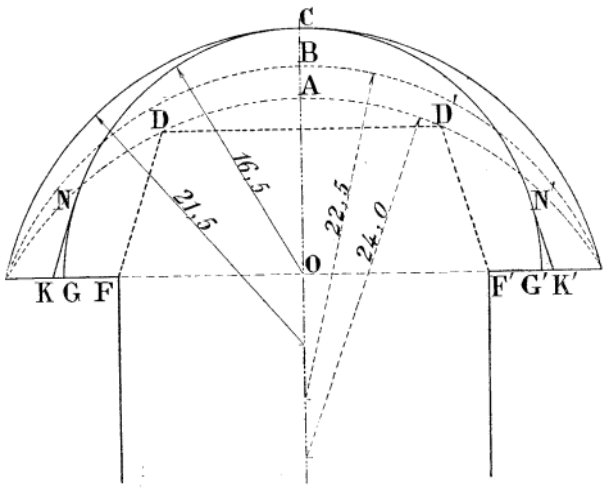


Fig. 45. — Dimensions diverses de têtes rondes pour rivet de 25 mm. (grandeur double).

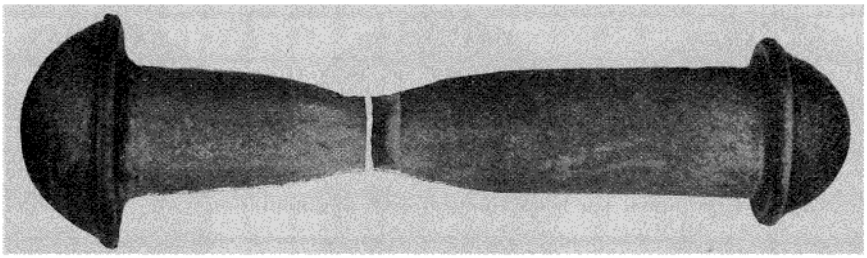


Fig. 46. — Rivet en acier à tête ronde dimensions minimum, rompu dans le fût.

serrée sur la tête qu'elle vient d'écraser, parce que, à la base, les bords sont verticaux; il n'y a pas de *dépouille*.

En pratique on devra donc donner une pente légère suivant la génératrice KN, K'N' ce qui, pour le rivet de 25 millimètres, portera, dans cette partie, le diamètre de 33mm,2 à 34 ou 35 millimètres.

La forme extérieure de cette tête ronde en goutte de suif est donnée (fig. 47).

La coupe de cette tête d'un rivet en fer misé ayant subi l'attaque, pour montrer la déformation des fibres à la fabrication, est donnée (fig. 48).

Il est clair que pour cette forme à dimensions réduites, la rupture du rivet

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en fer misé se fera, comme toujours avec ce métal, à fleur de tête; et si, dans la figure 49 représentant un rivet en fer misé ayant d'un côté la tête bombée habituelle et de l'autre la rivure en goutte de suif à dimensions réduites, la rupture ne s'est pas effectuée dans la rivure, c'est grâce au léger congé, ainsi que je l'ai expliqué dans mon mémoire sur le rivetage (p. 116).

Quelle que soit la forme adoptée pour la tête et la rivure, il est indispen-

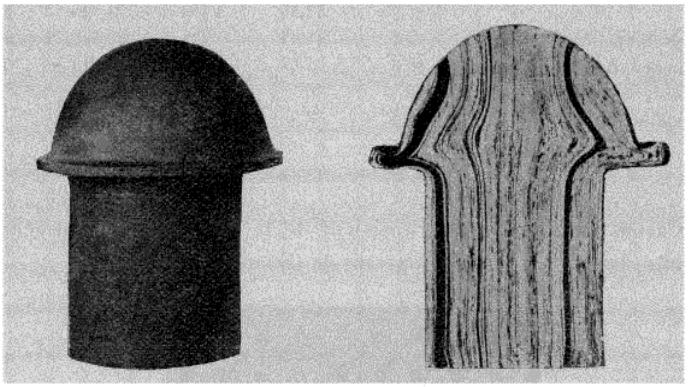


Fig. 47 et 48. — Vue extérieure et coupe d'un rivet en fer misé, à tête ronde en goutte de suif.

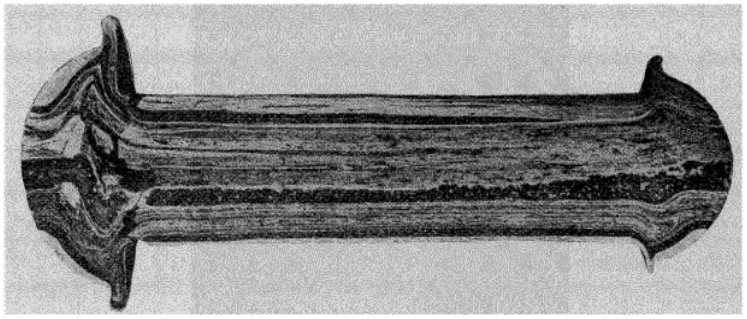


Fig. 49. — Rupture dans la tête ronde d'un rivet en fer misé.

sable que la contre-bouterolle qui, au rivetage à la machine, comprimera la *tête* du rivet, ait une profondeur moindre que la hauteur de cette tête, de façon qu'il y ait, après l'opération du rivetage, un léger écrasement de la tête initiale.

Le tableau n° 20 permet de comparer les diverses formes et dimensions habituelles des rivets de 25 millimètres et, pour la tête à dimensions réduites pour le même rivet, le plus grand diamètre, la surface d'écrasement sur laquelle est répartie la pression de la bouterolle, et le poids de la tête.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau N° 20

Pour un rivet du diamètre de 25 millimètres.

Forme de la tête (ou de la rivure).	Épaisseur H mm.	Diamètre L mm.	Surface d'écrasement. mm²	Volume. cm³	Poids. gr.
Tête pointe de diamant (fig. 15).	20 »	50 »	1 963	13,086	102,10
Tête plate (fig. 25).	12,5	42 »	1 385	15,700	122,5
	16 »	42 »	1 385	22 »	171 4
	21,25	43,75	1 503	31,500	245 »
Tête ogivale (fig. 34)	22,2	41,27	1 338	17,940	140 »
Tête bombée (fig. 39)	16,6	41,6	1 360	13,910	108,5
Tête goutte de suif (fig. 38)	20 »	40 »	1 256	16,755	130,6
Tête réduite (fig. 42)	16,6	33,3	871	9,667	75,4

MODE DE RUPTURE DES TÊTES TROP FAIBLES

Nous avons vu que, lorsque l'épaisseur de la tête des rivets en acier était insuffisante, la rupture se faisait suivant un tronc de cône.

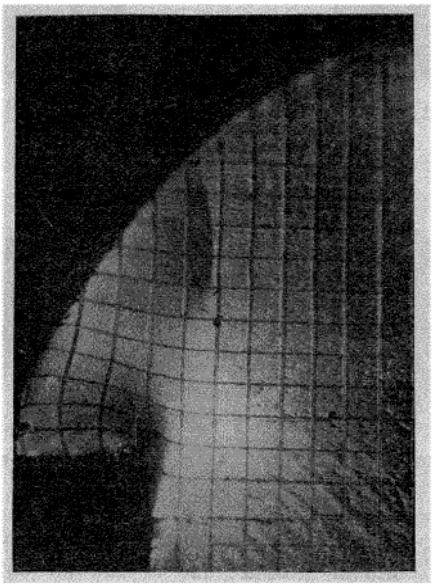


Fig. 50. — Premières déformations précédant la rupture des têtes trop faibles.

Pour le rivet de 25-26 millimètres, ce tronc de cône a 26 millimètres de diamètre à la base et environ 20 millimètres de diamètre à la petite base et environ 11 millimètres de hauteur. La surface de rupture est donc d'environ 810 millimètres carrés.

La section du rivet est de 520 millimètres carrés.

Il faut donc en chiffres ronds une section plus grande de plus de 50 p. 100

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quand la rupture se fait par cisaillement de la tête que lorsqu'elle s'effectue par traction du fût.

Ainsi dans mes essais de rivets en acier n° 18 d'une résistance moyenne de 46 kilogrammes par millimètre carré *après rivetage*, la résistance à la rupture par traction dans le fût est donc de 46 kilogrammes par millimètre carré et la résistance au cisaillement par rupture dans la tête est de $\frac{24\,000}{800}$, soit 30 kilogrammes environ.

Or la résistance au cisaillement entre lames d'acier parallèles, pour un acier de 46 kilogrammes traction, est de 23 kilogrammes environ par millimètre carré.

La résistance, dans le mode de rupture des têtes, constatée de 30 kilogrammes dans le cas considéré, est donc comprise entre la résistance au cisaillement : 23 kilogrammes et la résistance à la traction : 46 kilogrammes.

La figure 50, qui montre les premières déformations de ce mode de rupture, indique bien qu'il y a à la fois les deux phénomènes, cisaillement au collet et traction dans le haut du tronc de cône.

CONCLUSIONS

Les constructions métalliques ont à supporter des chocs, en plus, des efforts statiques pour lesquels elles sont calculées. La quantité de travail produite par ces chocs doit être absorbée élastiquement par la construction, sinon il y a déformation permanente locale et, si les chocs sont souvent répétés, il y a détérioration rapide.

Quand l'ouvrage d'art résiste par adhérence des tôles, celles-ci sont solidaires et peuvent être considérées comme si elles étaient soudées ; c'est alors une grande masse de métal qui reçoit le choc et l'effort maximum instantané qui en résulte est relativement faible par unité de volume puisqu'il est réparti sur toute la masse de métal en prise (p. 655).

Quand, au contraire, c'est par cisaillement des rivets que résiste la construction ; elle ne tarde pas à ferrailler et à se détériorer.

Il importe donc, au plus haut degré, de produire au rivetage le maximum d'adhérence et, pour spécifier les conditions à remplir afin d'obtenir ce résultat, il faut connaître les influences qui font varier les valeurs de l'adhérence.

La *température de pose* n'a aucune influence, contrairement à ce qui est généralement admis ; il y a tout intérêt à chauffer les rivets à une température relativement basse, 900° par exemple, pour obtenir un meilleur remplissage des trous et ne pas risquer d'altérer la qualité initiale du métal (p. 670).

La *température maximum* atteinte *pendant le chauffage* a, au contraire,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une très grande importance, car elle peut détériorer la qualité initiale du métal du rivet et le rendre souvent fragile, même si, au moment de la pose, la température est descendue au degré convenable (p. 671).

Il y a donc lieu d'imposer, d'*une manière absolue*, le chauffage sur sole au four à réverbère pour obtenir sur toute la longueur du rivet une température égale ne dépassant pas 900° environ.

La *limite d'élasticité* du métal du rivet, *après rivetage*, est un des éléments les plus importants et un des plus faciles à déterminer en s'inspirant des résultats donnés aux tableaux nos 4 et 5 (p. 674).

Il faut proscrire les aciers spéciaux au nickel, au chrome, etc., dont le point de transformation trop bas empêche d'obtenir une résistance à l'adhérence suffisante, alors que les aciers ordinaires au carbone, cinq ou six fois moins coûteux, donnent au contraire une résistance à l'adhérence assez élevée et très satisfaisante (p. 673).

L'*état des surfaces* des tôles en contact a une influence sensible sur l'adhérence; mais en pratique il n'y a pas lieu de modifier l'état des surfaces des tôles brutes de laminage (p. 677).

L'état plus ou moins parfait du *dressage* des surfaces des tôles en contact a une influence sur la résistance à l'adhérence ; il faut exiger un planage parfait et un contact absolu, même avant tout serrage par les boulons de montage (p. 678).

La longueur de la tige du rivet n'est pas une cause de diminution de serrage comme beaucoup d'ingénieurs le pensent; au contraire de longs rivets donnent le maximum de résistance à l'adhérence ; à condition que le retrait ne soit pas compensé par l'affaissement des tôles nombreuses et mal planées. (p. 681).

La durée de la pression maintenue pendant le rivetage permet d'obtenir une augmentation de résistance à l'adhérence d'au moins 10 p. 100 (tableaux nos 4 et 5) et dans certains cas, cette augmentation peut atteindre 60 et 100 p. 100. C'est ce qui explique que certains constructeurs anglais ont appliqué à leurs riveuses un dispositif automatique pour maintenir la pression le temps voulu : 40′ à 60″ (p. 682).

Il y a actuellement *divergences dans les formes et les dimensions des têtes et rivures* prescrites par les cahiers des charges (p. 691).

Il y aurait de grands avantages à *unifier la forme et les dimensions des têtes et rivures*. On pourrait prendre pour bases les résultats des expériences décrites qui m'ont conduit à cette conclusion pratique que la tête ayant le volume le plus réduit et d'une résistance supérieure à celle du fût est la tête hémisphérique au rayon $\frac{2\ D_1}{3}$ avec une légère dépouille à la base (p. 708).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS CHIMIQUES

NOTE SUR L'INCINÉRATION ET SUR LES « DESTRUCTEURS » D'ORDURES MÉNAGÈRES,

par **M. E. Damour** (1).

L'incinération des ordures ménagères actuellement très usitée a donné dans certaines villes, et en certaines saisons, des résultats très satisfaisants, trop satisfaisants pourrait-on dire, car le succès obtenu est devenu un obstacle au progrès d'appareils théoriquement et pratiquement imparfaits.

Beaucoup de constructeurs et de Villes, séduits par ce fait que la gadoue presque toujours combustible, et souvent riche en calories, peut devenir une source d'énergie, ont inconsciemment perdu de vue leur objectif principal — la destruction intensive de la gadoue — pour ne plus s'attacher qu'à l'utilisation des calories et à la production de vapeur qui ne sont qu'un but secondaire, un sous-produit. Cette remarque résume à peu près toutes les critiques que nous aurons à formuler contre les fours d'incinération.

Mais, la désorientation de la question a été poussée assez loin par certains constructeurs et industriels urbains pour les amener à donner ou exiger des garanties de production de vapeur par tonne de gadoue incinérée, sans exiger ou proposer en retour les garanties sur la richesse c'est-à-dire le pouvoir calorifique de la matière incinérée, sans tenir compte des saisons.

Or, on ne peut imaginer une substance plus variable, à tous points de vue, que l'ordure ménagère, changeant avec les villes, avec les quartiers d'une même ville, avec les saisons surtout. Les changements portent sur la teneur en eau qui, à Paris, passe de 20 p. 100 à 50 p. 100, sur la densité et par suite la perméabilité aux gaz variant de 500 kilos à 800 kilos au mètre cube, sur le pouvoir calorifique oscillant d'été à hiver de 400 et 500 calories à 1 500 et jusque 1 800 calories.

Dans de telles conditions, promettre d'un destructeur un rendement régulier en vapeur produite à la chaudière — et c'est bien à cela que revient une garantie, si faible qu'elle soit — est une impossibilité. Cela revient à promettre de brûler sur une grille et dans une enceinte données une quantité de combus-

(1) Travail subventionné par la *Société d'Encouragement pour l'industrie nationale.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tible de plus en plus grande à mesure que ce combustible est plus pauvre, ce qui est absurde (1).

De ce qui précède résulte que si l'on ne veut pas tomber dans de semblables erreurs, et si l'on veut raisonner sainement des fours d'incinération, il faut écarter et mettre au dernier plan la question de vaporisation; et en pratique, si l'on veut construire un bon « destructeur » il faut écarter la chaudière, c'est-à-dire la placer en un point où elle ne puisse en rien gêner la combustion de la gadoue : nous verrons que cette condition est rarement remplie dans les fours actuels.

La question de l'incinération étant ainsi ramenée à son véritable point de vue, le problème des « Destructeurs » peut se poser comme suit :

« Un bon four d'incinération est un appareil permettant de brûler une quantité constante de gadoue, quels que soient son pouvoir calorifique, son humidité, sa densité. La production de vapeur est secondaire et nécessairement variable. »

Le problème ainsi simplifié est-il possible? C'est ce que nous avons d'abord à examiner.

Nous examinerons ensuite les moyens et dispositifs les plus propres à l'atteindre.

I

Le problème de la régularité dans l'incinération est-il possible? Peut-on réaliser un « destructeur » ayant une puissance d'incinération constante, indépendante de la qualité de la gadoue et de son pouvoir calorifique?

Posée sous une forme aussi générale et étendue, la question ne saurait être résolue par l'affirmative ; il est clair, en effet, que si l'on atteint dans une gadoue la limite de la combustibilité, si l'on veut passer dans un four des matières trempées d'eau comme les boues d'égout, aucun four, à moins d'addition de combustible, ne sera capable d'entretenir la combustion.

Nous nous supposerons donc placés dans des cas moins extrêmes, par exemple entre les limites que présente la gadoue de Paris, avec un minimum de 700 calories à la tonne ou, pour nous placer de suite sur le terrain théorique qui convient à notre raisonnement, avec un minimum de calories suffisant pour parer au rayonnement et refroidissement du four maintenu à la température nécessaire à l'incinération.

(1) Dans des limites peu étendues, on peut activer un peu la combustion en augmentant la pression de l'air insufflé dans les cellules, mais ce moyen est très limité car il ne remédie pas, au contraire, à l'abaissement, de température de la cellule résultant de l'appauvrissement de la gadoue. Pratiquement, quand on veut trop forcer l'admission d'air, la combustion se fait moins bien, on retrouve du carbone non brûlé dans les cendres et mâchefer, et de l'oxyde de carbone dans les fumées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans de telles conditions, qui sont celles de la pratique à Paris, nous pouvons affirmer que le problème est possible.

Pour le démontrer, nous devons nous reporter aux principes généraux des fours à gaz et de la récupération de la chaleur sans laquelle les destructeurs ne peuvent fonctionner convenablement.

La récupération est un dispositif permettant de ramener, en un point quelconque d'un four, par une circulation d'air ou de gaz tout ou partie des chaleurs non utilisées dans le laboratoire du four.

Dans un four d'incinération composé de foyers ou cellules, d'une chambre de combustion et d'un récupérateur, mais d'où nous avons exclu ou momentanément écarté la chaudière, il n'y a pas à proprement parler de laboratoire; aucune chaleur n'est enlevée aux fumées (sauf les pertes par rayonnement) avant leur arrivée dans le récupérateur. Toute la chaleur contenue dans la gadoue pourra donc être transportée dans les chambres de récupération et emmagasinée par elles. Si de ces chambres, une circulation d'air appliquée à l'air total d'alimentation des cellules tant au-dessous qu'au-dessus de la grille ramène les calories dans le foyer, la température de ce dernier s'élèvera et il n'y a pas théoriquement de limite à cette élévation de température (sauf les pertes de calories par rayonnement) pas plus que dans un four Siemens il n'y a de limite théorique à la température du laboratoire (sauf celle imposée par le refroidissement et la dissociation).

Cette remarque et ces raisonnements donnent la solution des fours d'incinération qu'on peut formuler comme suit.

Grâce aux ressources de la récupération, la température des cellules d'incinération doit pouvoir se régler à volonté. La température des cellules devra être maintenue d'autant plus élevée que la gadoue sera plus pauvre et humide (1). Le régime et la capacité de production du four se déduiront de la marche qu'il prendra avec la gadoue la plus pauvre en admettant que la récupération a son plein effet, ou qu'il n'existe aucune chaleur perdue à la sortie du four, que la cellule atteint sa température maxima et que, par suite, toute la chaleur fournie par la gadoue incinérée est employée à compenser le rayonnement du four.

(1) On sait que la combustion d'une matière solide et la vitesse d'inflammation de gaz sont d'autant plus rapides que la température de l'enceinte où s'opère le phénomène est plus élevée. On sait d'autre part qu'un combustible pauvre et humide a une température de combustion d'autant plus basse. L'appauvrissement de la gadoue a donc pour effet, dans un four ordinaire, de ralentir sa combustion quelle que soit d'ailleurs la quantité d'air qu'on lui insuffle. Seule l'élévation de température de la cellule par un afflux de calories extérieur permettra de compenser le ralentissement. La récupération y obviendra. Elle explique en même temps cette règle un peu paradoxale d'après laquelle la température de la cellule doit s'élever en raison inverse de la chaleur dégagée de la gadoue.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans de telles conditions, correspondant à l'extrême limite la plus défavorable, le four d'incinération atteindra sa puissance de destruction en se suffisant, — à peine, — à lui-même, aucune calorie ne doit en être distraite, la chaudière, si elle existait, serait absolument inutile et ne saurait, sans ralentir le four et peut-être l'éteindre, produire un seul kilogramme de vapeur.

La possibilité d'une marche intensive ou du moins régulière avec la gadoue la plus pauvre étant démontrée, que se passera-t-il si la gadoue s'enrichit?

Le nombre des calories disponibles étant plus élevé, si l'on faisait toujours la récupération intégrale, la température de la cellule s'élèverait davantage forcément, au risque de disloquer les voûtes et surtout de détruire la grille, sans parler de la fusion du mâchefer qui s'opposant à la circulation de l'air primaire finirait par ralentir la combustion en dépit de la haute température. On devra donc diminuer l'effet de la récupération, ce qui est toujours aisé en ne faisant passer dans cet appareil qu'une partie de l'air récupérant fraction de plus en plus faible des fumées récupératrices. Et comme conséquence également nécessaire, les gaz brûlés sortant du récupérateur seront encore très chauds, assez pour actionner une chaudière.

Et c'est ainsi qu'apparaît le véritable rôle des chaudières dans les Destructeurs, rôle secondaire, tout à fait subordonné à la marche du four, avec un rendement nécessairement variable, rôle cependant très utile, sorte de volant de la marche du four, sur lequel nous aurons à revenir.

Basé sur ces principes, un four d'incinération, s'il ne donne pas une destruction rigoureusement constante dans des saisons extrêmes, présentera du moins une élasticité de marche que ne possède, à ma connaissance, aucun des appareils existants.

La capacité de destruction s'y réglerait à peu près uniquement sur les conditions physiques, densité, porosité de la matière, pour lesquelles la vitesse et la pression de l'air comburant permettront un certain réglage, mais la température, dont on doit rester maître toutes les fois qu'on dispose d'énergie calorifique, devrait assurer sans peine le bon fonctionnement.

II

MOYENS DE RÉALISER LES PRINCIPES PRÉCÉDENTS. — INDICATIONS SUR UN FOUR DESTRUCTEUR A PUISSANCE D'INCINÉRATION CONSTANTE

Les fours d'incinération étant connus de tous ceux qui liront ce mémoire, je ne m'attarderai pas à les décrire et indiquerai seulement, organe par organe, les desiderata à observer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un destructeur se compose essentiellement de :

1° Cellules d'incinération.

2° Chambre de combustion destinée à parachever la combustion presque toujours incomplète dans les cellules.

3° Récupérateur. N'existe pas ou est très imparfait dans certains fours ; mais nous en avons prouvé la nécessité.

Examinons successivement ces trois organes.

1° *Cellules d'incinération.*

La cellule d'incinération essentiellement composée d'une large grille surmontée d'une chambre assez haute à cause du caractère encombrant de la gadoue, est un four composite procédant à la fois de la grille simple, du gazogène et du four à réverbère.

La combustion s'y fait quelquefois en grille ordinaire, par exemple, quand on charge par la porte les débris très combustibles, chapeaux, caisses, copeaux d'emballage ; elle s'y effectue normalement en gazogène, c'est ce que m'ont prouvé toutes les analyses de gaz que j'ai faites et d'ailleurs avec un combustible aussi inégal et souvent dense la production d'oxyde de carbone est inévitable. Enfin, la combustion s'achève, soit dans la cellule même, soit dans la chambre de combustion, à l'aide de l'air en excès qui a traversé la grille ou au moyen d'air insufflé par des carneaux supérieurs dans la cellule même.

Si l'on néglige la marche en grille simple qui est exceptionnelle, on peut donc dire que la cellule est un « four gazogène », l'accouplement dans une même enceinte d'un gazogène à grille horizontale et d'un four à réverbère.

Et pour que la cellule marche bien, il ne faut négliger aucune de ces deux fonctions, se préoccuper autant du four que du gazogène, ce qui n'a pas été fait jusqu'ici.

La cellule, en tant que four, doit posséder des arrivées d'air spéciales amenant l'air du récupérateur chauffé préalablement à une température aussi élevée que l'on voudra et dont on puisse régler la quantité à volonté ; en tant que gazogène, elle n'aura que peu ou point de perfectionnements à recevoir, si ce n'est que l'admission d'air doit aussi pouvoir y être réglée à volonté.

En résumé, une cellule doit être alimentée, suivant les expressions techniques usitées, d'air primaire sous la grille, d'air secondaire dans la cellule, ces deux admissions pouvant et devant être réglables à volonté.

L'air primaire ne saurait être admis à une température très élevée, à cause de la conservation de la grille et c'est pour cela qu'il importe de le doser exactement, l'air secondaire peut au contraire être échauffé autant que nécessaire.

Le rôle de cet air secondaire qui existe en réalité dans certains fours (Heenan et Froude) mais avec une action réduitect insuffisante est de toute

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

évidence : non seulement il dessèche la gadoue et en prépare la combustion, mais il réchauffe la cellule et accroît le rendement, souvent même il pourra commencer l'incinération par une combustion superficielle anticipée ; enfin il est l'agent nécessaire et efficace de la récupération que nous savons nécessaire à la marche régulière.

Ajoutons, en sortant des raisonnements techniques, qu'à première vue, un four d'incinération où l'air sera admis assez chaud pour brûler la matière à la surface et dans lequel la gadoue sera attaquée sur ses deux faces aura évidemment une puissance de destruction plus grande, sera un appareil plus perfectionné qu'un destructeur n'agissant que par la grille par passage à travers la masse et ne faisant usage que d'air à peine chauffé et non réglable en température et en quantité.

2° *Chambre de combustion.*

Il n'y a que peu à dire sur la chambre de combustion si ce n'est pour bien en préciser le rôle nécessaire consistant à achever la combustion.

Dans la cellule considérée comme four à réverbère, four à gaz s'il y a admission d'air secondaire, four à chauffage direct s'il n'y en a pas, les gaz ou les produits de combustion circulent à une vitesse faible, il n'y a aucun brûleur ni aucun dispositif activant la combustion ; d'autre part la température est généralement basse. Basse température, faible vitesse : ce sont les conditions les plus défavorables à la combustion qui ne s'achève pas, quel que soit le nombre des cellules, quel que soit l'excès d'air.

La chambre de combustion est donc nécessaire : on peut seulement se demander si son rôle ne serait pas diminué avec la récupération et le maintien d'une température plus élevée dans les cellules.

On peut encore se demander si cet organe, qui est une cause de perte par rayonnement, importante puisque c'est la zone la plus chaude du four, ne pourrait pas être réuni au récupérateur. C'est ce que nous allons examiner.

3° *Récupérateur.*

Les récupérateurs actuellement en usage sont d'une efficacité très faible puisqu'ils sont généralement placés après la chaudière ; ils ne peuvent d'ailleurs fournir un air très chaud puisque ce sont des appareils en fonte.

On obtiendrait des résultats beaucoup plus satisfaisants en plaçant immédiatement après la chambre de combustion un régénérateur Siemens à renversement de courant permettant d'accumuler la chaleur disponible pendant une heure dans un compartiment et de la ramener aux cellules pendant l'heure suivante.

Dès lors, l'idée vient naturellement de confondre la chambre de combustion avec le récupérateur et d'avoir immédiatement à la sortie des cellules deux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

appareils conjugués servant à la fois à la combustion et à la récupération, deux chambres de combustion récupératrices.

Telle est, avec l'admission d'air secondaire très chauffé, l'idée fondamentale de notre système, celle qui assurera la constance de la puissance d'incinération.

III

UTILISATION DES CHALEURS PERDUES. — CHAUDIÈRES

Avant de revenir à la chaudière que nous avons systématiquement écartée jusqu'ici de tous nos raisonnements et de tous nos plans, nous ne pouvons nous dispenser de critiquer la position actuelle de la chaudière placée immédiatement après la chambre de combustion et avant le récupérateur.

Ainsi placée, la chaudière qui, on le sait, est un des meilleurs instruments d'utilisation de la chaleur, rendant les fumées à 300°, épuise en calories les produits de combustion du four avant leur admission au récupérateur, rend l'effet de ce récupérateur presque illusoire, rend en tout cas impossible tout réglage de la récupération.

Ainsi placée, on peut dire que la chaudière, agent brutal de refroidissement des produits de combustion, ne prend pas les chaleurs perdues du four, elle prend quelquefois les chaleurs nécessaires et conduit à une mauvaise marche, parfois même à l'extinction.

Certains fours possèdent bien des moyens de dérivation des « bye-pass » ; mais généralement le circuit des gaz y est si long que le refroidissement est considérable et que la récupération ne s'en trouve pas améliorée.

En tout cas, aucun four, à ma connaissance, ne possède ce réglage en quelque sorte automatique entre le récupérateur et la chaudière qui fera que la chaudière ne prendra que le trop-plein de calories, ce que les fumées auront encore à lui céder après avoir réchauffé autant que de besoin le récupérateur.

La place indiquée, nécessaire même, de la chaudière est donc à la suite du récupérateur, et comme une bonne chaudière peut utiliser très complètement la chaleur qu'on lui verse, les fumées pourront, sans inconvénient, se rendre de là à la cheminée directement.

Cette solution, si satisfaisante qu'elle soit au point de vue de la destruction des gadoues, soulèvera cependant des objections de la part des industriels intéressés, qui admettront difficilement cette inégale production de vapeur, qui ne voudront pas en comprendre la nécessité inéluctable, et qui continueront à demander l'impossible : une production constante de kilowatts.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il serait donc, à mon sens, très utile de joindre à la chaudière un foyer de secours, ce qui serait fort simple, puisque la chaudière est commandée directement par la cheminée.

Grâce à ce dispositif auxiliaire, mais dont la nécessité est démontrée, on arriverait à réaliser, non seulement la constance d'incinération, mais la constance de production de vapeur : ceserait la solution complète.

Mais les industriels intéressés devraient être avertis du fait qu'une gadoue pauvre ne pouvant produire autant de vapeur qu'une gadoue riche, ils devront combler le déficit en calories par un combustible d'appoint chargé sur une grille spéciale, dont ils pourront contrôler sans cesse la consommation.

En résumé :

Cellule : comportant admission d'air primaire et d'air secondaire *très chaud*.

Chambres de combustion régénérateurs conjugués, du système Siemens.

Chaudière repoussée à l'extrémité du four et pourvue d'un foyer de secours.

Telles sont les conditions qui permettront de réaliser la solution la plus parfaite du four d'incinération assurant la constance de la puissance d'incinération et la constance de puissance de production de vapeur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

AGRICULTURE

ÉTUDES SUR L'ÉPURATION DES EAUX D'ÉGOUT SUR DES LITS BACTÉRIENS DE TOURBE, par **MM. A. Müntz**, membre de l'Institut, directeur des Laboratoires de l'Institut agronomique, et **E. Lainé**, ingénieur agronome, préparateur à l'Institut agronomique (1).

I. — INTRODUCTION

Par suite du développement des agglomérations urbaines et des établissements industriels, l'évacuation des eaux résiduaires est devenue un problème social de premier ordre, et une préoccupation permanente pour les municipalités et les pouvoirs publics.

Produites en quantités d'autant plus grandes que les progrès de l'hygiène et du bien-être s'accentuent davantage, elles se présentent aujourd'hui sous des volumes énormes et, charriant les résidus de la vie et de l'activité humaine, elles sont le siège de phénomènes putrides et de germes de maladies contagieuses.

Pendant longtemps, on les a laissées se déverser dans les cours d'eau, qu'elles souillaient au point de compromettre la sécurité des populations situées en aval.

Vers le milieu du XIXe siècle, certaines rivières étaient ainsi tellement polluées que les pouvoirs publics s'émurent et élaborèrent des lois et des règlements interdisant le déversement, dans les cours d'eau, des matières excrémentitielles et résiduaires.

Pour appliquer ces mesures, il fallut rechercher des procédés permettant d'épurer les eaux d'égout et de les rendre inoffensives.

De nombreux travaux ont été entrepris dans ce but depuis près d'un demi-siècle, notamment en Angleterre et en France.

Épandage agricole.

Le procédé qui, sans contredit, a donné les résultats les meilleurs, lorsqu'on a pu l'appliquer dans de bonnes conditions, c'est l'épandage sur les terrains agricoles. Le sol est en effet l'épurateur le plus parfait des eaux chargées de matières organiques. De plus, l'épandage permet de mettre en valeur, au moins partiellement, les matières fertilisantes contenues dans les eaux résiduaires.

(1) Travail subventionné par la *Société d'Encouragement pour l'industrie nationale*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette idée d'utiliser ces dernières comme eaux d'arrosage est très ancienne. Les célèbres irrigations de la Huerta de Valence, qui doit sa prospérité à l'utilisation des eaux d'égout, ont été en effet créées par les Maures dès le Moyen âge. Les Marcites des environs de Milan, dont la fertilité est également proverbiale et qui sont arrosées avec les eaux provenant des égouts de cette ville, sont au moins aussi anciennes. On utilise de même, depuis plusieurs siècles, les eaux d'égout d'Edimbourg pour l'arrosage des prairies dont le rendement est ainsi quintuplé.

En Angleterre, grâce aux efforts de commissions (1) composées de savants éminents, notamment de Frankland, l'exemple d'Edimbourg a été imité par un grand nombre d'autres villes qui, dans des sewage farms, résolvent le problème de l'épuration, au double point de vue de l'hygiène et de l'agriculture.

En France les premiers essais sur l'épuration des eaux d'égout furent entrepris en 1864 par Mille et continués par A. Durand-Claye. Les premiers champs d'épandage furent créés dans la presqu'île de Gennevilliers en 1868.

L'irrigation à l'eau d'égout donna souvent, au début, des déboires, si bien qu'une Commission fut créée en 1874, comprenant Durand-Claye et M. Th. Schlœsing (2), pour en rechercher les causes.

M. Schlœsing, reprenant les recherches de Frankland, étudia les conditions de l'épuration dans le sol et ses efforts, combinés à ceux de M. Müntz, furent couronnés par la découverte des ferments de la nitrification.

On sait maintenant, grâce aux travaux de Frankland, de Durand-Claye, de M. Schlœsing, de MM. Schlœsing et Müntz, en quoi consiste l'épuration par le sol. On sait que les matières organiques y sont détruites par différents microorganismes, qui dégagent les matières carbonées à l'état d'acide carbonique, et transforment les matières azotées successivement en ammoniaque, en nitrites et en nitrates. On constate surtout que les transformations chimiques, opérées par ces ferments, ne peuvent se produire que dans une atmosphère oxygénée.

Avec ces notions, l'épandage, appliqué d'une façon rationnelle, a donné des résultats souvent très satisfaisants.

Les champs d'épandage de Paris se sont développés rapidement et leur étendue, qui était de 88 hectares en 1874, atteint maintenant 5 000 hectares. La ville de Reims a adopté cette pratique en même temps que Paris et épure ses eaux résiduaires. L'exemple de Paris et de Reims a été suivi en France et à

(1) General Board of Health (1848-1858); — Commission appointed to inquire into the best mode of distribution the sewage of towns (1857-1865); — River's Pollution (1868-1874), etc.; — Ch. de Freycinet, *Assainissement des villes*, 1870.

(2) Les travaux de cette commission ont été publiés sous le titre : *Assainissement de la Seine*, 1876; — Voir aussi Schlœsing et Durand-Claye, Rapport sur l'altération des cours d'eau. Congrès international d'hygiène de Paris (1878).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'étranger, et la méthode de l'épandage est en bien des points la meilleure solution du problème de l'épuration des eaux d'égout.

Lorsqu'ils se trouvent dans de bonnes conditions de perméabilité et d'aération, les champs d'épandage sont en effet le siège d'actions microbiennes d'une grande énergie, qui minéralisent les éléments organiques putrescibles, éliminent les organismes dangereux et produisent ainsi l'épuration. Les eaux, auparavant si impures, peuvent alors, sans grand inconvénient, se mélanger aux eaux des rivières et des nappes souterraines.

Le point de vue purement agricole de cette opération n'est pas moins important. Chargées de matériaux qui sont des aliments pour les plantes, les eaux d'égout constituent un véritable engrais. Elles agissent, en outre, en tant qu'eaux d'arrosage et, à ce double titre, employées judicieusement, elles augmentent considérablement la fertilité des sols.

L'épandage agricole répond donc au côté hygiénique du problème, comme au côté économique, quand il peut être appliqué dans des conditions satisfaisantes. Mais ce n'est pas toujours le cas, on peut même dire que c'est rarement le cas.

Pour obtenir l'épuration, en même temps que l'utilisation agricole des eaux résiduaires, il faut avoir à sa disposition des surfaces de terrains très grandes, des sols suffisamment perméables pour permettre aux phénomènes biologiques d'oxydation de se produire, mais qui ne soient pas fissurés, ni d'une perméabilité trop accentuée pour laisser les eaux s'écouler avant leur épuration complète. Il faut encore des sous-sols incapables de retenir l'eau à l'état stagnant. Ces conditions multiples ne sont pas souvent réunies; quand elles ne le sont pas, on aboutit à des insuccès complets, trop souvent constatés, quand l'étude du terrain n'a pas été faite au préalable.

Un des gros inconvénients de l'épandage agricole, ce sont les surfaces énormes qu'il nécessite. Ainsi la loi anglaise exige une superficie minima d'un acre (0 h. 405) pour 150 habitants. La législation française prescrit un maximum de 40 000 mètres cubes d'eau d'égout par hectare et par an. Ces mesures ont d'ailleurs été dictées par l'expérience et ne sauraient être enfreintes sans de graves inconvénients.

Prenons pour exemple le cas de Paris. Le volume total annuel des eaux à épurer atteint près de 300 000 000 mètres cubes, qui exigent 7 à 8 000 hectares pour leur épandage, soit presque la superficie de Paris elle-même. Il est évident que de pareilles étendues de terrains perméables sont difficiles à trouver dans un rayon suffisamment rapproché. La ville dispose actuellement de 5 000 hectares de terres irrigables; pour les étendre, elle doit chercher des terrains situés à plus de 40 kilomètres.

Il ne faut pas oublier, d'autre part, que la banlieue parisienne produit éga-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lement un volume considérable d'eaux résiduaires actuellement encore rejetées dans la Seine et qui atteint le chiffre annuel de près de 1000000000 mètres cubes. Pour épurer ces eaux par l'épandage, il faudrait donc chercher des terrains encore plus éloignés.

Les champs d'épandage ne sont pas sans inconvénients pour le voisinage. Sans insister sur les odeurs nauséabondes par lesquelles elles manifestent leur présence, on a eu souvent à leur reprocher de relever et de polluer les nappes souterraines, et d'infecter ainsi les eaux d'alimentation des contrées voisines. Si l'on voulait faire suffire les champs d'épandage à l'épuration complète de toutes les eaux résiduaires de la région parisienne, dont le volume ira sans cesse en augmentant avec les progrès de l'hygiène et l'accroissement de la population, on serait donc conduit à encercler la ville d'une ceinture d'irrigations mal odorantes, s'étendant très loin et arrêtant son développement normal.

Si l'épandage est la meilleure solution pour des volumes d'eaux résiduaires relativement peu abondantes, ou quand on dispose de grandes surfaces de terrains perméables dans des régions peu habitées, son emploi ne peut pas se généraliser dans beaucoup de cas.

Ainsi, a-t-on cherché des procédés qui sacrifient le côté agricole et n'ont pour but que de rendre inoffensive, pour la santé publique, à mesure de leur production, la masse des liquides souillés produits dans les villes et les centres industriels.

Épuration par précipitation chimique.

On a songé à réaliser cette épuration par l'emploi d'agents chimiques ; mais les résultats obtenus ont été peu encourageants. Ces agents, constitués généralement par de la chaux, des sels de fer ou d'alumine, forment au sein de l'eau des précipités volumineux qui enrobent les particules en suspension par une sorte de collage. Ils éclaircissent les eaux souillées, mais ne les épurent que très incomplètement ; ils laissent échapper en presque totalité les matières organiques solubles et fermentescibles, ainsi que des microbes pathogènes. De plus ils forment des boues volumineuses dont l'évacuation constitue une grosse charge.

Procédés biologiques.

Le système qui, en cas d'impossibilité de l'épandage agricole, a donné les meilleurs résultats, consiste dans une épuration biologique analogue à celle qu'opère la terre elle-même, mais exaltée, de manière à obtenir sur des surfaces restreintes ces phénomènes d'oxydation par intervention microbienne, pour lesquels de vastes étendues sont nécessaires, quand on emploie l'épandage sur les terres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C'est dans ce sens surtout que se poursuivent les études depuis quelques années; des résultats importants ont été obtenus et des applications heureuses ont été faites, principalement en Angleterre et aux États-Unis.

C'est en Angleterre que ces procédés ont été d'abord étudiés depuis 1891 (1). On s'est trouvé d'abord en présence de deux systèmes qui paraissaient opposés. Scott-Moncrief, Donald Cameron, reprenant l'idée de la fosse Mouras ou vidangeuse continue vulgarisée en France par l'abbé Moigno (2), essayaient d'épurer les eaux d'égout au moyen des microbes anaérobies. La fosse Mouras a reçu en Angleterre le nom de septic tank, que l'on traduit en français par Fosse septique. Un autre système, celui de Dibdin, met en œuvre les microbes aérobies et porte le nom de procédé des Bacteria-beds ou lits bactériens. On reconnut bien vite que ces deux systèmes, loin d'être incompatibles, donnaient les meilleurs résultats lorsqu'ils sont combinés.

L'épuration par les procédés bactériens, telle qu'on la conçoit aujourd'hui, comprend des fosses septiques dans lesquelles on fait subir aux eaux d'égout une fermentation anaérobie préalable, modifiant les matières organiques et les rendant plus aptes à s'oxyder ensuite sous l'influence des organismes aérobies qui, au contact de l'oxygène, les détruisent en les minéralisant. Au sortir des fosses septiques, ces eaux résiduaires, débarrassées d'une grande partie des matières en suspension, soit par décantation, soit par solubilisation ou gazéification microbiennes, sont déversées sur des champs oxydants ou lits bactériens, constitués par des matériaux solides largement aérés, où s'opère la dernière phase de l'épuration, sous l'influence des organismes aérobies.

Ce système a fait l'objet d'études du plus haut intérêt de la part de M. Calmette (3), à la station de la Madeleine, à Lille. Il a été également expérimenté d'une façon méthodique et suivie, par le Service de l'assainissement de la Ville de Paris, au Jardin modèle d'Asnières (4).

Le système Dibdin, encore appelé procédé des bassins de contact, consiste à remplir d'eau d'égout, traitée ou non en fosse septique, des bassins étanches contenant des matériaux solides, constitués le plus souvent par des morceaux de mâchefer ou scories de la houille, et à laisser le contact se prolonger quelques heures. On vide alors ces bassins et on laisse au contact de l'air, pendant un temps égal, les scories sur lesquelles se sont déposées les matières solides en suspension dans l'eau. C'est à ce moment qu'entrent en action les

(1) F. Launay, *Épuration bactérienne des eaux d'égout*. Rapport sur une mission en Angleterre, 1900; — Grandeau, *la Purification des eaux potables et l'épuration des eaux d'égout*. *Bull.* Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale (janvier 1905).

(2) *Cosmos* (janvier 1882).

(3) *Recherches sur l'Épuration biologique et chimique des eaux d'égout*, t. I, 1905; t. II, 1906; t. III, 1908.

(4) Rouchy, *les Eaux d'égout de Paris*, 1907.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bactéries oxydantes. L'eau d'égout est ainsi traitée par deux ou trois contacts successifs et on la considère comme épurée. Ce procédé, qui fut le premier appliqué en grand et sur lequel les premières recherches ont été effectuées en France, comme en Angleterre, a été reconnu comme imparfait et on tend aujourd'hui à l'abandonner. On l'a perfectionné en substituant aux bassins de contact des lits bactériens que les Anglais et M. le docteur Calmette appellent des lits à percolation (Percolating-beds). Ce dernier système consiste à répartir l'eau d'égout, par intermittences plus ou moins rapprochées, à la surface de lits de matériaux largement aérés. L'épuration n'y est donc plus discontinue comme dans les bassins de contact.

Dans ces conditions, les microbes oxydants, et en particulier les ferments nitrificateurs, se développent à la surface des matériaux qui constituent le lit épurant, y acquièrent une grande activité et on arrive ainsi à épurer en un temps très court de grandes masses d'eau d'égout.

On a déjà imaginé un grand nombre de dispositifs répartissant automatiquement l'eau d'égout à la surface des lits bactériens. Ce sont des tourniquets hydrauliques ou sprinklers, des nochères à renversement fixes ou rotatives, des gouttières perforées, des siphons à décharge automatique, etc. M. le docteur Calmette en a fait une étude détaillée (1) et nous n'insisterons pas sur ce point.

Quant aux matériaux constituant les lits oxydants, ils sont formés par des scories, des cailloux, des morceaux de briques, etc.

On a proposé d'interposer au milieu de ces matériaux des lits de carboferrite, substance poreuse obtenue par calcination du carbonate de fer naturel. Cette modification n'apporterait pas, d'après M. Calmette, d'amélioration notable, et jusqu'à présent les meilleurs résultats ont été obtenus en utilisant les scories comme support.

II. — UTILISATION DE LA TOURBE POUR LA CONSTRUCTION DES LITS BACTÉRIENS

L'intensité des phénomènes d'oxydation, principalement attribuables aux bactéries nitrifiantes, est le facteur essentiel de l'épuration. Au cours de nos travaux sur la nitrification intensive, nous avons constaté que la tourbe formait, pour les organismes nitrifiants, un support incomparablement supérieur à ceux qu'on avait mis en œuvre auparavant, notamment les scories provenant des foyers alimentés à la houille, et, dès ce moment, nous avons cherché à appliquer cette aptitude spéciale de la tourbe à l'épuration des eaux d'égout.

(1) *Épuration biologique et chimique des eaux d'égout*, t. II.

(2) *Bulletin* de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale (août, septembre octobre 1907).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Essais préliminaires.

Dans les premiers essais que nous avons institués pour cette étude nous avons utilisé le dispositif suivant :

De la tourbe de la Somme un peu spongieuse, de surface, avait été divisée en fragments irréguliers de la grosseur d'une noix ou d'un œuf. On l'avait mélangée de craie en poudre pour saturer son acidité et d'un peu de terreau de jardinier pour l'ensemencer d'organismes nitrifiants actifs. On a rempli de ce mélange un tuyau de grès de $0^m,35$ de diamètre et de $0^m,50$ de hauteur, dressé verticalement sur une plaque de plomb, dont on avait relevé les bords, en ménageant une goulotte à l'un des coins et destinée à recueillir les eaux épurées. Un espace de 1 à 2 centimètres existait entre le tube de grès et la plaque de plomb qui en constituait le fond ; on avait d'ailleurs, avant l'introduction de la tourbe, déposé au fond de ce système un lit de graviers de quelques centimètres d'épaisseur et formant drainage pour assurer une aération parfaite.

L'eau d'égout passait au préalable, et d'une façon continue, successivement dans deux touries de 60 litres de capacité hermétiquement fermées servant de fosses septiques. L'eau d'égout y subissait une décantation et une fermentation anaérobie. Elle mettait environ vingt-quatre heures pour effectuer ce passage, avant d'être répandue, à raison de 100 à 125 litres par vingt-quatre heures, c'est-à-dire de 1 mètre cube à $1^{mc},250$ par mètre carré de surface, sur le champ de tourbe. L'eau à épurer était puisée dans les égouts mêmes et était apportée au laboratoire dans des barriques.

Nos premiers essais ont été effectués sur de l'eau prélevée dans l'égout collecteur de la rue Pascal, contenant principalement l'eau de la Bièvre, ainsi que celle des égouts de Gentilly et d'une partie des treizième et quinzième arrondissements. Cette eau était très souillée par les résidus de tanneries. Plus tard nos essais ont été effectués sur l'eau de l'égout collecteur de la rive gauche, prise à la rue Geoffroy-Saint-Hilaire, au-dessous du confluent du collecteur des rues Pascal et Censier, qui reçoit l'eau de la Bièvre, celle des égouts de Gentilly et des 12e, 13e et 15e arrondissements, provenant ainsi de quartiers plus industriels que populeux. Ces eaux étaient très chargées.

Dans ce premier essai, voulant nous rapprocher des conditions qui avaient si bien réussi pour la nitrification intensive, nous avons cru utile de développer des ferments nitrificateurs très actifs, et, dans ce but, nous avons commencé par arroser avec une solution étendue de sulfate d'ammoniaque. Lorsque nous avons vu que la nitrification était assez intense, c'est-à-dire au bout de cinq ou six jours, nous avons pratiqué l'arrosage à l'aide de l'eau d'égout ayant subi la fermentation anaérobie dans les touries. Pendant les premiers jours d'arrosage avec la solution ammoniacale, nous avons constaté la présence, dans les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

eaux recueillies au bas de la colonne, de nitrites, qui sont toujours présents au moment où le milieu s'ensemence; puis ils ont disparu d'une façon définitive et jamais, au cours de nos expériences d'épuration des eaux d'égout, nous n'avons constaté leur présence dans l'effluent épuré.

Nous avons effectué, sur les eaux passant sur le lit de tourbe, avant ce passage, c'est-à-dire au sortir des fosses septiques, et après ce passage, c'est-à-dire après l'oxydation, le dosage de l'azote ammoniacal par distillation en présence de magnésie; l'azote organique a été dosé par la méthode Kjeldahl et l'azote nitrique par la méthode Schlœsing. Nous évaluions les matières organiques par l'oxygène qu'elles empruntaient au permanganate de potasse, après une ébullition de 10 minutes en milieu acide et en milieu alcalin. Voici, pour cette première série d'essais, les résultats que nous avons obtenus, exprimés en milligrammes par litre :

Date.	27 JUIN		29 JUIN		3 JUILLET		4 JUILLET		10 JUILLET		13 AOUT	
Volume passé par m² de tourbe en 24 heures . .	1 250 litres.		1 250 litres.		1 250 litres.		1 000 litres.		1 000 litres.		1 000 litres.	
	avant.	après.	avant.	après.	avant.	après.	avant.	après.	avant.	après.	avant.	après.
Azote ammoniacal	40,9	1,3	34,3	1,5	50,7	2,8	30,8	1,0	29,3	1,7	24,4	0,1
— organique	Non dosé.		5,5	1,3	5,1	1,4	6,7	0,7	Non dosé.		1,9	1,0
— nitrique.	0,0	17,5	0,0	12,1	0,0	12,8	0,0	15,4	Non dosé.		Non dosé.	
Oxydabilité en permanganate acide.	74,0	18,4	74,0	17,8	105,0	17,4	100,0	14,2	163,0	21,0	87,0	12,8
Oxydabilité en permanganate alcalin	38,0	16,6	47,1	13,5	96,0	15,2	102,0	15,0	Non dosé.		70,0	11,7

Ces résultats méritent qu'on s'y arrête. Pendant ce rapide passage sur un lit de tourbe d'une épaisseur relativement réduite, l'ammoniaque avait disparu en presque totalité, l'azote organique avait diminué des quatre cinquièmes; la somme des matières carbonées, exprimées d'après la quantité d'oxgyène nécessaire à leur combustion, est tombée au cinquième et au sixième. Il faut d'ailleurs ajouter que ces expériences avaient été effectuées sur des eaux très chargées, souillées surtout par des résidus d'industries, des matières colorantes et d'autres produits assez résistants aux actions microbiennes.

En augmentant la hauteur de la colonne de tourbe, nous pouvions espérer une épuration encore plus complète et plus rapide, par unité de surface du lit bactérien. Nous avons donc donné une hauteur de 1m,60 à la couche de tourbe, nous rapprochant ainsi, comme dispositif, de ce qui se pratique dans les lits à percolation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dispositif expérimental.

Voici le dispositif que nous avons utilisé, dans ces nouveaux essais. Nous avons placé, les uns sur les autres, trois tuyaux de grès de 0m,35 de diamètre et de 0m,60 de hauteur, pareils à celui qui nous avait servi pour notre première série d'essais. La colonne ainsi constituée était placée sur une plaque de plomb, à bords relevés et munie d'une goulotte à l'un de ses coins, pour recueillir les eaux épurées. A l'intérieur, on plaça sur environ 5 centimètres d'épaisseur,

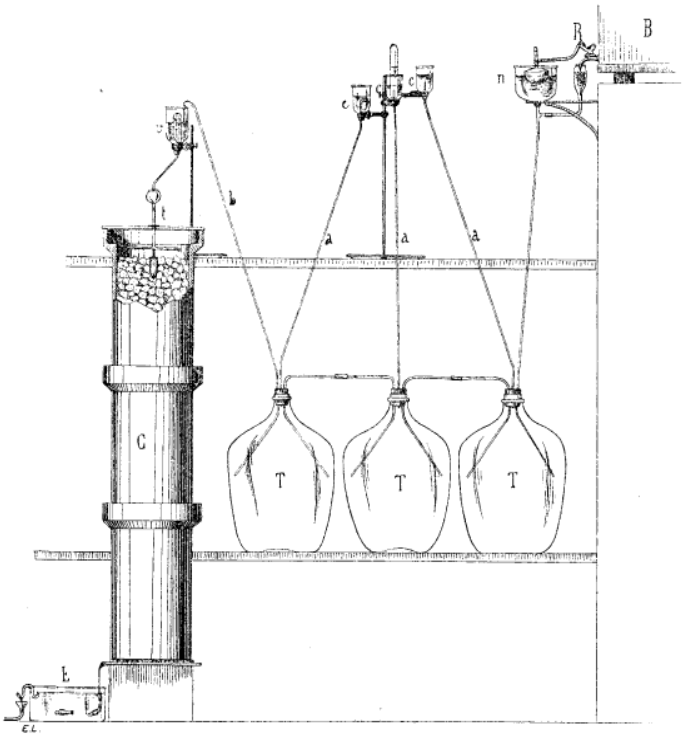


Fig. 1.

d'abord un lit de gravier pour servir de drainage, puis de la tourbe fibreuse de la Somme, divisée en menus fragments anguleux, de la grosseur d'une noix ou d'un œuf, trempée dans un lait de craie en poudre et mélangée d'un peu de terreau de jardinier, pour l'ensemencer de ferments nitrificateurs actifs.

L'eau d'égout était prélevée chaque jour dans le collecteur de la rue Censier et apportée au laboratoire, au moyen d'un petit tonneau muni d'une pompe. Cette eau était placée dans une grande bâche B (fig. 1) pouvant contenir

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au moins la quantité nécessaire pour alimenter l'appareil pendant vingt-quatre heures. En réalité elle avait 600 litres de capacité.

De la bâche, l'eau s'écoulait d'une façon continue, par le robinet à flotteur R, dans les trois touries T,T,T servant de fosses septiques, où la fermentation anaérobie, commencée dans la bâche B, se continuait. Les gaz dégagés dans les touries s'échappaient par des tubes *a,a,a*, débouchant au ras des bouchons, et se terminaient dans les cloches à douille renversées *c,c,c*, permettant de les coiffer de cloches graduées, où l'on pouvait recueillir ces gaz, les mesurer et en faire l'analyse. L'eau d'égout passait ensuite, par le tube *b*, dans le vase de Tantale *v*, qui, en s'amorçant à intervalles réguliers, mettait en mouvement le tourniquet hydraulique *t*, répartissant d'une façon régulière l'eau à épurer à la surface du lit de tourbe.

En réglant convenablement le flotteur du robinet R, on pouvait fixer le niveau *n* de l'eau, à l'entrée dans les touries, de façon à avoir un écoulement bien constant pendant une période indéterminée.

En baissant ou élevant ce niveau, on pouvait modérer ou accélérer le débit de l'appareil déterminé par la différence du niveau *n* de l'eau à l'entrée et de celui de l'ouverture du tube *b*.

Le vase de Tantale *v* réalisait l'arrosage intermittent de la tourbe. Nous avons, en effet, reconnu que lorsqu'on effectuait un arrosage continu, il se formait, à la surface des fragments de tourbe, des amas glaireux de zooglées et de soufre précipité, qui diminuaient la perméabilité et pouvaient s'opposer à l'aération. La capacité du vase *v* a été calculée de telle sorte que la répartition des liquides avait lieu par intermittences de trois à cinq minutes, qui se sont montrées les plus convenables. Elles se sont, en effet, montrées suffisantes pour éviter la formation des zooglées. D'autre part, des chasses plus espacées n'assureraient pas aussi bien le déplacement régulier des liquides à travers le lit de tourbe.

L'effluent s'écoulait dans un cristallisoir E, où l'on pouvait juger de la perfection de son épuration. Des cyprins placés dans ce cristallisoir y ont d'ailleurs vécu tout le temps qu'a duré l'expérience, c'est-à-dire plus de sept mois.

Cette installation a en effet fonctionné sans interruption depuis le commencement du mois de mai jusqu'au 15 décembre. A cette dernière date, l'activité épurative était encore aussi grande qu'au début.

Détermination de la capacité épurante de la tourbe.

Dans une première série d'essais, nous nous sommes attachés à déterminer la dose maxima d'eau résiduaire qui pouvait être traitée, par unité de surface du lit épurateur. Nous avons progressivement augmenté la vitesse de passage,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

jusqu'à ce que l'apparition de l'ammoniaque et l'augmentation des matières organiques, dans l'eau épurée, aient fixé la limite à laquelle on devait s'arrêter.

Jusqu'à une dose dépassant 3000 litres par mètre carré et par 24 heures, cette épuration a été parfaite, comme le montrent les chiffres suivants, qui donnent les résultats des dosages effectués sur l'eau sortant des fosses septiques, c'est-à-dire avant l'épuration, et sur la même eau après le passage sur la colonne de tourbe.

	27 mai.		28 mai.		30 mai.	
Volume épuré par mètre carré et par 24 heures	3000 litres.		3200 litres.		3200 litres.	
	avant.	après.	avant.	après.	avant.	après.
Par litre, en millig.						
Azote ammoniacal.	20,0	0	23,0	0	17,9	0
— organique.	8,0	1,7	7,8	1,6	10,8	1,4
— nitrique	0	8,2	0	12,8	0	9,6
Oxydabilité par le permanganate en milieu acide	85	10,2	98	10,8	75	8,0
Oxydabilité par le permanganate en milieu alcalin . . .	68	8,6	79	9,0	73	8,0

Les eaux sur lesquelles nous opérions avaient une composition voisine de la moyenne des eaux résiduaires de la ville de Paris ; elles étaient un peu plus riches cependant en matières organiques, chargées des résidus de nombreuses tanneries et contenant des matières tinctoriales.

Malgré ces conditions plutôt défavorables, l'ammoniaque a complètement disparu ; l'azote organique a été éliminé dans la proportion de près de 85 p. 100, et la matière organique totale, exprimée par l'oxygène qu'elle emprunte au permanganate de potasse, a diminué de 91 p. 100. L'eau épurée était parfaitement limpide et inodore et se conservait avec sa limpidité aussi bien en vase clos qu'au contact de l'air ; par conséquent, elle était imputrescible. La numération des organismes pouvant se développer sur la gélatine a donné par centimètre cube d'eau :

A la sortie des fosses septiques, 3 000 000.

A la sortie de la colonne de tourbe, 363.

Au point de vue de la composition chimique, avec un régime de plus de 3 mètres cubes par mètre carré de surface et par jour, l'épuration sur le lit bactérien de tourbe a été plus parfaite que celle qu'on obtient sur des lits d'autres matériaux, comme les escarbilles, avec des débits qui ne dépassent pas $0^{mc},400$ à $0^{mc},500$ avec le système des bassins de contact, et $0^{mc},750$ à 1 mètre cube avec le système des lits à percolation. Ce sont, en effet, les débits limites auxquels M. Calmette s'est arrêté, en expérimentant à la Madeleine ces deux systèmes. Au point de vue bactériologique, l'épuration a été comparable à celle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'on obtient sur les champs d'épandage, qui ne peuvent traiter que 10 à 15 litres d'eau d'égout par mètre carré et par jour, c'est-à-dire 200 à 300 fois moins

Bien que le débit que nous avons pu donner à notre lit percolateur fût extrêmement élevé, nous avons cherché à l'élever encore, jusqu'à la limite extrême à laquelle l'épuration devient incomplète. Il est, en effet, de grande importance, dans la pratique, de pouvoir traiter les plus grands volumes d'eau d'égout sur les surfaces les plus restreintes.

Voici les résultats que nous avons obtenus :

Volume épuré par mètre carré et par jour.	5 juin. 4 000 litres.		7 juin. 4 000 litres.		8 juin. 4 300 litres.	
	avant.	après.	avant.	après.	avant.	après.
Par litre, en milligr.						
Azote ammoniacal	24,4	1,4	18,8	0,3	21,3	2,2
— organique	15,4	1,9	12,0	1,5	9,8	2,0
— nitrique	0	12,8	0	8,3	0	8,2
Oxydabilité par le permanganate en milieu acide	132	10,8	86	11,0	92	11,2
Oxydabilité par le permanganate en milieu alcalin. . . .	103	8,2	73	5,6	68	9,6

Avec un débit voisin de 4 mètres cubes par mètre carré de surface, l'épuration a encore été très satisfaisante, analogue à celle que donnent les champs oxydants formés d'escarbilles, avec une marche de 1 mètre cube d'eau par jour (1).

L'eau épurée est tout à fait limpide, inodore et imputrescible. Des poissons y vivent sans être incommodés et sans venir jamais respirer à la surface, ce qui indiquerait une mauvaise aération.

Nous avons augmenté les débits journaliers de façon à atteindre l'extrême limite à laquelle l'épuration cesse d'être satisfaisante.

Voici les résultats que nous avons alors obtenus :

Volume passé par mètre carré et par 24 heures	13 juin. 5000 litres.		17 juin. 5350 litres.	
	avant.	après.	avant.	après.
Par litre, en milligr.				
Azote ammoniacal	17,5	2,4	23,3	11,5
— organique	10,5	4,7	12,1	6,1
— nitrique	0	7,2	0	3,1
Oxydabilité par le permanganate en milieu acide	84,0	14,0	106	23,2
Oxydabilité par le permanganate en milieu alcalin.	71,0	11,8	87	20,0

(1) Dr Calmette, *Épuration biologique et chimique des eaux d'égout*, t. II.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Avec ce débit énorme de 5 mètres cubes par mètre carré, l'épuration s'est montrée trop incomplète pour être regardée comme satisfaisante. Les proportions d'ammoniaque restante étaient notables, ainsi que celles de l'azote organique et des matières carbonées. Cette eau, d'ailleurs inodore, était louche, et le louche s'accentuait lorsqu'on la conservait à l'abri de l'air. Les poissons y vivaient encore, mais ils venaient fréquemment près de la surface ; elle était donc peu aérée. La numération des bactéries dans ces eaux en a donné 58320 par centimètre cube.

En résumé, dans les conditions de nos expériences, pour les eaux d'égout sur lesquelles nous avons opéré et qui étaient relativement concentrées, le débit convenable a été de 3 à 4 mètres cubes par mètre carré et par jour.

On sait que lorsque les champs bactériens ont été mis dans de mauvaises conditions de fonctionnement, par exemple lorsqu'on leur a demandé d'épurer des volumes d'eau supérieurs à leur capacité, comme nous l'avons fait dans les expériences précédentes, ils ont souvent quelque peine à retrouver leur activité antérieure. Les organismes oxydants, notamment les nitrificateurs, envahis dans ce cas par d'autres ferments, doivent, en effet, lutter pour reprendre leur prédominance, qui caractérise un champ bactérien en bon fonctionnement.

Il était donc nécessaire de vérifier si, après les arrosages excessifs de plus de 5 mètres cubes par mètre carré, le lit bactérien de tourbe, mis de nouveau au régime normal, opérait une épuration satisfaisante. C'est ce que nous avons fait : en ramenant à 3 mètres cubes par mètre carré le débit journalier, l'épuration est redevenue aussi complète que précédemment ; voici quelques chiffres obtenus pendant cette nouvelle période :

	13 juillet.		19 juillet.		9 août.	
Volume passé par mètre carré et par 24 heures.	2500 litres.		3000 litres.		3000 litres.	
	avant.	après.	avant.	après.	avant.	après.
Par litre, en milligr.						
Azote ammoniacal	22,5	0	24,4	0	23,8	0
— organique	10,4	1,8	11,2	2,0	12,1	1,9
— nitrique	0	12,5	0	13,1	0	13,4
Oxydabilité par le permanganate en milieu acide	87	11,1	102	12,0	106	11,5
Oxydabilité par le permanganate en milieu alcalin . . .	75	9,5	83	9,7	88	8,8

Dans la pratique, le volume des eaux d'égout à épurer est loin d'être constant. Après des orages, par exemple, il augmente dans des proportions considérables. Cette faculté des lits bactériens de tourbe de pouvoir recevoir momentanément des arrosages très copieux, sans que la marche ultérieure de l'épuration soit compromise, constitue un avantage sérieux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La concentration des eaux qui ont servi à nos essais est rarement dépassée, dans les eaux résiduaires des villes qui possèdent le système d'égouts unitaires dans lequel les eaux de pluie et les eaux de lavages des rues sont réunies aux eaux ménagères, aux eaux vannes et aux eaux industrielles. Avec le système séparatif, où les eaux vannes et les matières de vidange sont à épurer seules, la concentration est notablement plus grande, mais le volume est plus faible et le débit de l'arrosage peut être réduit.

Nos recherches antérieures sur la nitrification nous ont montré qu'il était possible de faire nitrifier, sur des lits de tourbe, des solutions ammoniacales d'une concentration que n'atteignent, en aucun cas, les eaux d'égout. Cependant, nous avons essayé l'épuration d'eaux très chargées et, dans ce but, nous avons enrichi artificiellement les eaux d'égout ordinaires, avec du purin provenant d'étables de vaches. Les chiffres suivants montrent les résultats obtenus avec ce liquide.

Volume épuré par mètre carré et par jour.	20 août. Eau d'égout additionnée de 5 p. 100 de purin. 2500 litres.		27 août. Eau d'égout additionnée de 10 p. 100 de purin. 2500 litres.	
	avant.	après.	avant.	après.
Par litre, en milligr.				
Azote ammoniacal	42,4	0	88,5	4,1
— organique	15,2	3,2	16,4	5,0
— nitrique	0	32,5	0	66,5
Oxydabilité par le permanganate en milieu acide	156	15,1	208	19,5
Oxydabilité par le permanganate en milieu alcalin	140	12,1	193	18,1

Les effluents étaient limpides, inodores et imputrescibles, bien que la proportion de matière organique résiduelle fût encore assez élevée.

Cependant, les débits étaient encore considérables. On peut espérer que des eaux encore plus chargées pourraient être épurées, si l'on réduisait l'intensité des arrosages. M. Pottevin, qui s'est inspiré de nos premières recherches, pour essayer de son côté l'emploi de la tourbe pour l'épuration des eaux d'égout, a obtenu de très bons résultats avec des eaux artificiellement chargées par leur mélange avec des matières de vidange (1).

On voit, par tout ce qui précède, que les lits bactériens de tourbe ont une capacité épurante très grande, qui est au moins 4 fois supérieure à celle qu'on a obtenue avec d'autres matériaux, comme les escarbilles ou scories de houille, par exemple. Pour l'épuration des mêmes volumes d'eaux résiduaires, des espaces 4 fois moins étendus suffiraient donc, dans les cas où l'on substituerait

(1) *Comptes rendus*, t. CXLIX, p. 768.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la tourbe à ces matériaux, d'où une économie considérable dans les frais d'installation. D'autre part, la capacité épurante des lits bactériens constituée par de la tourbe est très souple, car ceux-ci se prêtent à des variations considérables des eaux à épurer, soit au point de vue de leur volume, soit à celui de leur concentration. Ce point a une importance pratique très grande, car les eaux d'égout, fournies par une grande ville, subissent des variations énormes en volume et en concentration. En période sèche, elles sont relativement peu abondantes, mais très concentrées. En temps pluvieux, elles sont, au contraire, abondantes et diluées. Leur volume peut ainsi passer en peu de temps du simple au double, notamment après des orages. On est alors obligé de ménager, dans les installations d'épuration biologique, des champs épurants spéciaux qui ne fonctionnent qu'au moment des crues et que l'on appelle lits d'orages. Avec les lits bactériens de tourbe, nous ne pensons pas que ces lits soient nécessaires; d'où encore une économie dans la superficie de l'installation.

Afin de rechercher si le pouvoir épurateur d'un lit bactérien de tourbe ne s'épuisait pas, après un service continu et prolongé, nous avons poursuivi l'expérience sans interruption pendant plus de sept mois. Au bout de ce temps l'épuration était aussi satisfaisante qu'au début. On peut s'en rendre compte par l'examen des chiffres suivants, obtenus cinq mois après ceux qui sont donnés plus haut. Ils ont été obtenus avec un débit maintenu constant, correspondant à 3 mètres cubes par mètre carré de surface et par jour.

	Azote						Oxydabilité par le permanganate en milieu acide.	
	ammoniacal.		organique.		nitrique.			
Dates.	avant.	après.	avant.	après.	avant.	après.	avant.	après.
6 novembre . . .	51,00	0	6,0	2,8	0	25,3	100	10,0
7 — . . .	48,7	0	6,2	3,0	0	29,4	94	13,8
8 — . . .	46,3	0	9,3	3,2	0	28,1	112	11,4
9 — . . .	47,2	0	4,0	3,1	0	29,7	110	13,2
11 — . . .	47,0	0	7,9	3,1	0	29,9	112	8,4
12 — . . .	45,4	0	6,7	3,7	0	25,0	106	16,2
13 — . . .	39,3	0	7,0	2,9	0	21,6	92	12,6
14 — . . .	34,3	0	6,4	3,0	0	16,8	97	14,8
15 — . . .	33,6	0	3,9	2,7	0	23,7	100	13,8
16 — . . .	34,7	0	2,8	2,1	0	22,1	101	14,8

Au point de vue bactériologique, l'épuration est également toujours satisfaisante. La numération des bactéries, effectuée sur des échantillons prélevés pendant cette période, a donné les nombres suivants au bout de quatorze jours :

Avant passage 200 000, après 99.

Il ne nous a pas semblé qu'au bout d'une expérience continuée aussi longtemps, la tourbe se colmatât sensiblement et perdît de sa perméabilité. Il est vrai que les eaux à épurer étaient bien décantées en fosse septique. D'ailleurs, la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tourbe, agissant, à cause de sa porosité, à la façon d'un filtre, le colmatage se limiterait en pratique aux parties tout à fait superficielles, et il suffirait, pour remettre en état un lit bactérien qui se serait ainsi colmaté, d'en remplacer la couche supérieure par de la tourbe fraîche.

Coloration des eaux. — Innocuité de la matière humique.

L'examen des chiffres qui expriment le résultat des analyses, portant sur les eaux épurées par le passage sur lit de tourbe, montrent très nettement que ces eaux sont très suffisamment épurées, lorsque le débit de l'arrosage reste dans les limites normales, c'est-à-dire n'est pas supérieur à 3 ou 4 mètres cubes par mètre carré. Cependant, on pourra remarquer qu'il y subsiste toujours un peu de matière organique, qui se manifeste à l'analyse par un léger résidu d'azote organique et par une petite oxydabilité par le permanganate. Cette matière organique donne d'ailleurs à ces eaux une très faible coloration ambrée, perceptible surtout lorsqu'on les examine sous une grande épaisseur. Cette coloration ne s'affaiblit pas par un passage plus lent à travers le lit épurateur, elle tendrait plutôt à s'accentuer. La matière organique à laquelle il faut l'attribuer provient, presque exclusivement, de la tourbe elle-même, qui cède toujours à l'eau, avec laquelle on la met en contact, des traces de sa matière organique. Celle-ci est surtout formée par de l'humate de chaux qui, dissous dans l'eau, n'a aucun inconvénient au point de vue de l'hygiène. Elle est, en effet, absolument imputrescible, car les microorganismes n'ont pour ainsi dire pas de prise sur elle. Cela se comprend aisément, si l'on songe qu'elle n'est en réalité que le résidu du long et complexe travail de tous les ferments, qui ont épuisé leur action sur les matières végétales, aboutissant ainsi à la formation des matières humiques qui constituent la tourbe. Un processus semblable se poursuit d'ailleurs, dans tous les sols, pour y former l'humus, qui se dissout en faible quantité dans les eaux qui les délavent. Aussi, les eaux naturelles de source ou de ruissellement, ainsi que toutes les eaux de rivière, contiennent de petites quantités d'humates, ou crénates, comme l'a constaté H. Sainte-Claire Deville (1). Certains grands fleuves de l'Amérique équatoriale ont des eaux noires (aguas negras), et cette coloration apparaît brun jaunâtre sur un échantillon prélevé dans un verre (2). D'après de Humboldt, ces eaux seraient « les plus belles, les plus claires, et les plus agréables au goût »; les indigènes les boivent de préférence.

Enfin beaucoup d'eaux de drainage sont elles-mêmes colorées en jaune par des quantités sensibles d'humates, surtout celles qui proviennent de terrains

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXIII, 3e série.
(2) Müntz et Marcano, *Comptes rendus*, t. CVII, p. 908.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bien fumés. Lawes et Gilbert (1) ont constaté que la proportion de carbone organique qu'elles tiennent en dissolution était généralement de 2 milligrammes par litre, pour les terres de Rothamsted et qu'elle pouvait dépasser 5 milligrammes par litre; l'azote organique peut s'y rencontrer à raison de plus de 1 milligramme par litre.

De nombreux exemples analogues pourraient encore être cités. Ils montrent que la matière humique en solution dans l'eau ne lui communique aucune nocivité. Cette matière étant inaltérable, et ne se prêtant pas à la nutrition des microorganismes, a perdu toute son action nuisible, n'étant plus un bouillon de culture. L'eau épurée sur le lit de tourbe est dans ce cas, les traces de matières humiques qu'elle tient en dissolution et qui lui donnent sa couleur légèrement ambrée, sont de même nature, et analogues en proportion à celles que l'on observe dans beaucoup d'eaux de drainage, à celles qui proviennent des tourbières, qui sont toujours colorées et qui cependant servent, sans inconvénients, à l'alimentation de l'homme et des animaux.

Déperdition de l'azote au cours de l'épuration.

Après cette digression sur la nature et l'influence des produits humiques persistant dans les eaux, revenons aux résultats contenus dans le tableau précédent.

Si l'on examine les chiffres qui s'y trouvent au point de vue des proportions d'azote qu'elles contiennent, on peut remarquer qu'une partie seulement de l'azote ammoniacal et organique qui disparaît au cours de l'épuration se retrouve à l'état nitrique. Au cours de nos recherches sur la nitrification intensive, nous avons toujours constaté que lorsqu'on faisait nitrifier sur des lits de tourbe des solutions de sels ammoniacaux purs, la totalité ou la presque totalité de l'azote ammoniacal se retrouvait à l'état nitrique; les pertes d'azote, quand il y en avait, étaient toujours très petites. La nitrification est le seul phénomène biologique qui intervienne dans ce cas. Il n'en est pas de même avec l'eau d'égout; on n'y rencontre pas seulement des sels ammoniacaux, mais aussi des matières organiques carbonées. Les actions oxydantes ne sont donc pas dues exclusivement aux bactéries nitrifiantes. Une grande multiplicité d'autres organismes interviennent, qui brûlent, en même temps que la matière carbonée, les combinaisons azotées, en déversant l'azote à l'état gazeux dans l'atmosphère, comme dans une combustion ignée.

Cette élimination de l'azote est considérable. Elle correspond, non seulement à la totalité de l'azote organique, qui n'a pas été transformé par les fer-

(1) *Rothamsted Memoirs*. Vol. V, p. 93.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ments anaérobies de la fosse septique, mais encore à une proportion importante de l'azote ammoniacal.

Le tableau suivant montre, d'après les expériences rapportées plus haut, la proportion de cet azote disparu :

Pour 100 d'azote dans l'eau sortant des fosses septiques :

Dates.	Débit. litres.	Azote ammoniacal.	Azote organique.	Azote nitrifié dans l'eau épurée.	Azote non retrouvé dans l'eau épurée.
27 mai	3 000	71,4	28,6	29,6	64,6
28 —	3 200	74,7	25,3	41,3	53,3
30 —	3 200	62,4	37,6	33,4	61,7
5 juin. . . .	4 000	61,3	38,7	32,2	59,6
7 —	4 000	61,0	39,0	26,9	67,2
8 —	4 300	68,5	31,5	26,4	60,1
13 —	5 000	62,3	37,3	25,7	48,9
17 —	5 350	65,8	34,2	8,8	41,3
13 juillet . . .	2 500	68,4	31,6	38,0	56,3
19 — . . .	3 000	68,5	31,5	36,8	57,6
9 août. . . .	3 000	66,3	33,7	37,3	57,4
20 —	2 500	73,6	26,4	56,4	37,8
27 —	2 500	84,4	15,6	63,4	27,9

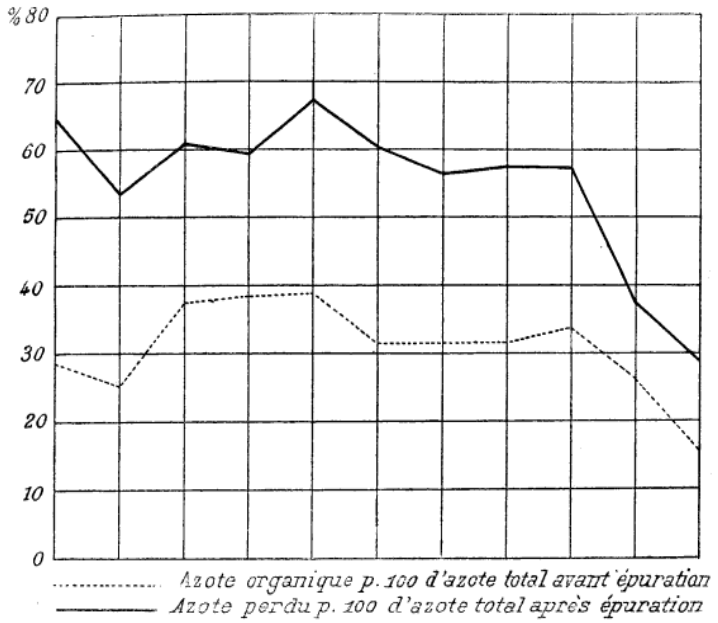
Ces chiffres montrent bien que l'azote perdu pendant l'épuration est toujours en proportion plus grande que l'azote organique dans l'eau sortant des fosses septiques. Des quantités importantes de l'azote ammoniacal, jusqu'à 50 p. 100, sont donc également la proie des organismes oxydants autres que les bactéries nitrifiantes.

Les expériences ont été effectuées dans des conditions de température bien comparables. La température s'est, en effet, maintenue assez élevée, oscillant entre 19 et 21°. Cependant les quantités d'azote gazéifiées sont assez variables, elles ont été particulièrement réduites avec les débits élevés de 5 000 litres et surtout de 5 350 litres. Mais, par contre, la nitrification a été en même temps moins avancée et des résidus d'azote organique et ammoniacal se trouvaient dans l'effluent du lit de tourbe. Le degré moins accentué de l'épuration explique dans ce dernier cas les pertes moindres d'azote.

Si l'on élimine les chiffres du 13 et du 17 juin, correspondant à des débits tout à fait exceptionnels, supérieurs à 5000 litres et si l'on représente les chiffres obtenus pour l'azote organique dans l'eau avant l'épuration, telle qu'elle sort des fosses septiques, et l'azote perdu dans l'eau épurée, on obtient les deux courbes ci-contre (graphique 1). Il est visible que ces deux courbes présentent un parallélisme très net. L'élimination de l'azote est d'autant plus considérable que l'azote organique est plus abondant. Les ferments nitrificateurs, qui opèrent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une transformation intégrale de l'ammoniaque en nitrates, lorsque la matière organique est absente, se trouvent en concurrence avec les bactéries banales de la combustion, qui peuvent prendre la prédominance et éliminer de notables quantités d'azote à l'état libre, lorsque la matière carbonée est abondante. Nous



Graphique I.

avons placé, dans le tableau suivant, en regard des chiffres qui expriment les pertes d'azote, le rapport, à l'azote ammoniacal, de la matière organique totale, ou plutôt de l'oxygène qu'elle cède au permanganate à l'ébullition, en solution acide. L'influence de la matière organique sur le phénomène qui nous occupe apparaît ainsi bien en évidence.

Dates.	Débits. litres.	Rapport $\frac{\text{Oxydab. en mil. acide.}}{\text{Azote ammoniacal.}}$	Pertes d'azote p. 100 d'azote total.
27 mai.	3000	4,25	64,6
28 —	3200	4,26	53,3
30 —	3200	4,19	61,7
5 juin.	4000	5,41	59,6
7 —	4000	4,57	67,2
8 —	4300	4,32	60,1
13 juillet.	2500	3,87	56,5
19 —	3000	4,18	57,6
9 août	3000	4,31	57,4
20 —	2500	3,68	37,8
27 —	2500	2,33	27,9

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce tableau peut être représenté par le graphique ci-contre (graphique 2), qui montre, plus frappante encore, l'influence de la matière carbonée sur le taux de l'azote perdu au cours de l'épuration.



Graphique II.

Pour la série d'expériences faites au mois de novembre, on a obtenu avec un débit de 3 mètres cubes par mètre carré :

Pour 100 d'azote dans l'eau à épurer :

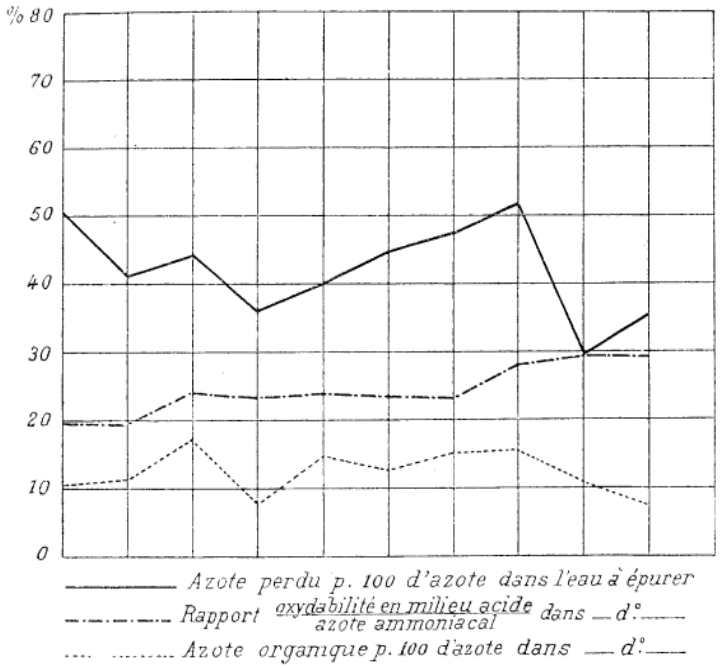
Dates.	Azote ammoniacal.	Azote organique.	Rapport $\frac{\text{Az oxyd. en mil. acide}}{\text{Az ammoniacal.}}$	Azote nitrifié.	Azote perdu.
6 novembre . . .	89,5	10,5	1,96	44,4	50,7
7 — . . .	88,7	11,3	1,93	53,5	41,0
8 — . . .	83,0	17,0	2,10	50,2	44,1
9 — . . .	92,2	7,8	2,33	58,0	35,9
11 — . . .	85,6	14,4	2,38	54,5	39,9
12 — . . .	87,1	12,9	2,33	48,0	44,9
13 — . . .	85,0	15,0	2,32	46,4	47,3
14 — . . .	84,4	15,6	2,81	41,1	51,6
15 — . . .	89,6	10,4	2,95	63,2	29,6
16 — . . .	92,5	7,5	2,91	58,4	35,5

Ces chiffres sont figurés par le graphique ci-contre (graphique 3). L'influence de la matière organique paraît moins nette, mais il faut remarquer que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les variations de cette dernière sont peu accentuées, et, par conséquent, les variations des pertes d'azote sont surtout accidentelles.

Ces résultats ayant été obtenus à une autre époque de l'année, et la température étant à ce moment notablement plus faible, généralement de 12 à 15°, ils ne peuvent guère se comparer à ceux obtenus précédemment; mais on peut remarquer que les pertes d'azote y sont sensiblement moindres et que les eaux d'égout étaient plus riches en ammoniaque, plus pauvres en azote organique et



Graphique III.

ainsi relativement moins chargées de matières carbonées. Cette coïncidence corrobore les conclusions formulées plus haut.

Nous nous sommes demandé si ces grandes quantités d'azote qui ne se trouvent plus à l'analyse dans l'effluent épuré, étaient réellement dégagées ou si elles ne s'étaient pas fixées, au moins partiellement, sur la tourbe du lit épurateur, par suite de l'activité des microorganismes. Il est permis de supposer, en effet, que ceux-ci, pour former leurs tissus, aient emprunté aux liquides de l'azote dissous, qui serait resté après leur mort à l'état de matière organique insoluble.

Au moment où notre colonne a cessé de servir aux expériences d'épuration de l'eau d'égout, c'est-à-dire au bout de sept mois de fonctionnement continu,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nous en avons extrait la tourbe et nous avons échantillonné séparément la partie supérieure, de 0 à 0m,20 de profondeur, puis les niveaux suivants de 0m,20 à 0m,70, de 0m,70 à 1m,20, de 1m,20 à 1m,70 et nous avons analysé, au point de vue de l'azote, les lits ainsi obtenus, comparativement avec un échantillon de même tourbe, mais n'ayant pas servi aux expériences et ayant été conservé comme témoin. Dans le but d'éliminer les erreurs qui auraient pu être introduites par le fait de l'incorporation de calcaire au début de l'expérience, on a déterminé la proportion des cendres dans ces derniers échantillons et les résultats de l'analyse ont été rapportés à la matière organique de la tourbe. Les voici :

	Azote de la matière organique sèche.
De 0 m. à 0m,20.	3,34 p. 100.
De 0m,20 à 0m,70.	3,17 —
De 0m,70 à 1m,20.	3,03 —
De 1m,20 à 1m,70.	3,04 —
Tourbe témoin	2,96 —

Il y a donc eu de petites quantités de matières organiques azotées retenues par la tourbe, mais elles sont peu importantes. Calculons à combien elles correspondent par mètre carré de surface, pour un lit de tourbe ayant 1m,70 d'épaisseur, en tenant compte de ce fait que nous avons déterminé qu'un mètre cube de ce lit de tourbe contient 225 kilogrammes de matière organique sèche.

	Par mètre carré de surface.	
	Poids de la tourbe.	Poids d'azote retenu.
	kgr.	kgr.
De 0 m. à 0m,20.	45	0,171
De 0m,20 à 0m,70.	112,5	0,236
De 0m,70 à 1m,20.	112,5	0,079
De 1m,20 à 1m,70.	112,5	0,090
Total.	382,5	0,576

La tourbe a donc retenu 0kg,576 d'azote, par mètre carré de surface, au bout de sept mois de fonctionnement. Si l'on considère qu'il a passé sur ce lit de tourbe une moyenne journalière de 2m,500 d'eau d'égout, on peut établir le tableau suivant qui résume tout ce qui précède :

	Azote contenu dans l'eau d'égout.	Azote non retrouvé dans l'eau épurée.	Azote retenu par la tourbe.
	kil.	kil.	kil.
Pour la période de 7 mois. . .	15,750	9,450	0,576
Par mètre cube d'eau d'égout. .	0,030	0,018	0,001,1

La proportion de matières azotées retenues par la tourbe correspond à peu près à celle des matières azotées insolubles que l'eau d'égout contenait encore en suspension au sortir des fosses septiques, et qui ont été arrêtées par simple

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

filtration mécanique, presque exclusivement dans les parties supérieures du lit épurateur. Presque tout l'azote dont nous constatons la disparition dans l'effluent épuré a donc été déversé dans l'atmosphère sous forme d'azote gazeux. Nous pouvons donc conclure que, dans les solutions chargées de matières organiques, il intervient en même temps que les bactéries nitrifiantes d'autres ferments oxydants, qui manifestent leur action par une élimination de l'azote à l'état libre, élimination qui est d'autant plus importante que l'ammoniaque se trouve accompagnée de plus de matières carbonées.

L'épuration des eaux d'égout est donc un phénomène biologique d'une extrême complexité et dont l'allure est variable avec la composition, elle-même si changeante, de milieu, donnant la prédominance tantôt à telles espèces bactériennes, tantôt à telles autres.

III. — DU ROLE ET DE L'UTILITÉ DES FOSSES SEPTIQUES

Pour la réalisation des expériences précédentes, notre appareil comportait des fosses septiques. Nous avions imité en cela la plupart des installations d'épuration par le système biologique. Ce sont des bassins profonds, où l'eau d'égout séjourne, forme un milieu réducteur et devient le siège de fermentations putrides.

Les divers observateurs ne sont pas d'accord sur le rôle et même sur l'utilité de ces fosses septiques. Il est généralement admis que les eaux résiduaires, qui sont chargées de matières minérales et organiques en suspension, doivent subir une décantation préalable, avant leur épandage sur les lits bactériens oxydants. Sans cette précaution, ceux-ci ne tarderaient pas, en effet, à se colmater, à perdre leur perméabilité, et, par suite, leur pouvoir épurant, si l'on permettait aux boues volumineuses et aux grossiers fragments que les eaux résiduaires charrient de venir s'y déposer. Les fosses septiques sont donc en même temps des bassins de décantation et à ce dernier titre, leur utilité est incontestable.

Mais leur action en tant que provoquant des modifications chimiques est-elle bien démontrée?

On a admis qu'elles sont le siège de fermentations anaérobies très actives, qui aboutissent à la solubilisation des matières organiques en suspension et à une gazéification partielle de celles qui sont déjà en solution. Ces fermentations modifieraient en même temps la nature des matières azotées dissoutes, de façon à faciliter le travail ultérieur des lits oxydants. De ce chef, les fosses septiques joueraient un rôle important, en faisant disparaître par leur solubilisation les boues organiques, dont l'évacuation est un problème difficile de l'application de l'épuration bactérienne, et en intervenant pour une part notable dans la minéralisation des substances dissoutes. Ces notions ont été admises par la plupart des savants et des ingénieurs sanitaires qui se sont occupés d'épuration bactérienne,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

notamment en Angleterre, et on peut dire que toutes les applications actuelles de ce système comportent des fosses septiques, dont on considère le travail anaérobique comme indispensable. Mais cette opinion, qu'a partagée M. Calmette (1), à la suite de ces expériences de la Madeleine, n'est pas toujours admise et d'autres savants considèrent que la fosse septique n'est qu'un bassin de sédimentation, où les phénomènes de gazéification et de dissolution sont négligeables. Ainsi M. Vincey (2) soutient cette dernière thèse, en tirant ses arguments des expériences de M. Calmette lui-même, de M. Johnson, à Colombus (Ohio, États-Unis) et d'essais effectués à Clichy aux environs de Paris par M. Bezault (3). M. Johnson et M. Bezault sont d'ailleurs, comme M. Calmette, partisans de la fosse septique.

En réalité, les réactions dont les fosses septiques sont le siège sont d'une très grande complexité et d'allure différente, selon la nature des eaux résiduaires qu'elles ont à traiter. Aussi les effets qui s'y manifestent sont-ils très variables, ce qui explique la discordance des conclusions des divers observateurs. Une expérience isolée ne peut pas donner une solution générale de la question. Les résultats ne s'appliquent qu'à l'eau de composition particulière sur laquelle elle a porté.

Les recherches que nous avons entreprises sur l'épuration des eaux d'égout ont eu surtout pour but l'établissement d'un lit oxydant d'une très grande activité, qui a été réalisé par de la tourbe, ce lit étant précédé, comme nous l'avons exposé plus haut, de fosses septiques. Mais, à un moment donné de nos études, nous avons été amenés à nous demander dans quelle mesure ces fosses septiques étaient utiles, pour la bonne marche de l'oxydation ultérieure, et quelle était l'importance des phénomènes de dissolution et de gazéification qui s'y effectuaient. Nous nous proposons d'exposer les recherches que nous avons poursuivies dans ce sens, mais en spécifiant bien que les résultats qu'elles nous ont fournis ne s'étendent qu'à des eaux de nature semblable à celles sur lesquelles nos expériences ont porté.

Modification de la composition des eaux d'égout au sein des fosses septiques.

L'appareil qui nous a servi a été décrit plus haut en détail (fig. 1). Il comportait d'abord une grande bâche où l'eau d'égout était déversée chaque jour; de là, celle-ci passait d'une façon continue et avec une vitesse déterminée dans 3 touries de 60 litres, où elle se trouvait isolée de l'atmosphère, pour se déverser ensuite sur la colonne de tourbe.

(1) *Annales de l'Institut Pasteur*, t. XIX, p. 529. — *Épuration biologique et chimique des eaux d'égout*, t. I et II.

(2) *Bulletin* de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale, décembre 1907.

(3) *Bulletin* de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale, janvier 1908.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La bâche avait une capacité de 600 litres. L'eau d'égout s'en écoulait à raison de 300 litres par jour. Chaque jour, on y rajoutait de l'eau d'égout, de façon à la maintenir sensiblement pleine. D'autre part on y laissait s'accumuler les dépôts. Elle constituait donc une fosse septique ouverte, analogue à celles qui servent pratiquement. En réalité, l'eau d'égout y séjournait environ trente-cinq à quarante heures, période plus longue que celle pendant laquelle elle séjourne dans les fosses septiques normales et qui est d'environ vingt-quatre heures. Les touries qui venaient ensuite et que l'eau d'égout mettait environ dix-huit heures à traverser, prolongeaient encore l'action de la fosse septique et étaient destinées à rendre plus frappantes les modifications qui pourraient se produire, dans les matières en suspension et en solution, au cours de la fermentation anaérobie.

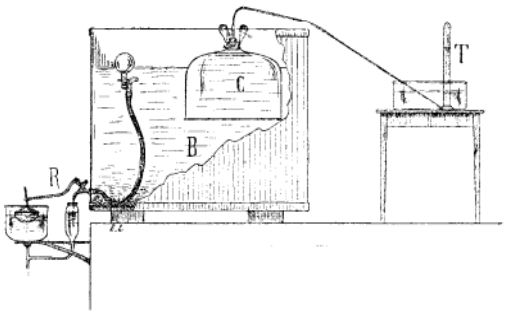


Fig. 2.

Sur la bâche on avait disposé une cloche C (fig. 2) retournée, dont la section avait été déterminée et dont on connaissait ainsi l'importance par rapport à la surface totale de la bâche. Cette cloche était destinée à recueillir une partie aliquote des gaz dégagés au sein des liquides séjournant dans cette bâche. En enfonçant la cloche dans la bâche, on faisait passer ces gaz dans le tube gradué T pour les mesurer et prélever des échantillons pour l'analyse. Les gaz dégagés dans les touries pouvaient être également recueillis et mesurés sur les cloches v (fig. 1).

Durant cette même période, on a examiné la composition des eaux d'égout, tant au moment du prélèvement (eau d'égout brute), qu'aux divers stades du passage dans les fosses septiques et après l'épuration sur le lit bactérien. On pouvait ainsi saisir les modifications que produisait le séjour en milieu réducteur, tant dans la constitution chimique que dans les faits de séparation mécanique.

Afin d'éliminer les incertitudes résultant de la variabilité de composition de l'eau d'égout, nous avons fait porter nos observations sur une période de temps assez prolongée, en effectuant l'analyse chaque jour, afin d'obtenir une moyenne. Les chiffres suivants se rapportent à une expérience qui a été pour-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

suivie du 5 au 19 novembre, soit pendant 13 jours. Nous exposons d'abord les résultats d'une première série d'analyses qui ont été faites, comme il est d'usage, sur l'eau filtrée, et indiquant, par conséquent, les modifications subies par les matières en dissolution. Ils sont exprimés en milligrammes par litre d'eau.

1° Azote ammoniacal dans l'eau d'égout

Dates.	brute.	après passage dans la bâche (1re fosse septique) à ciel ouvert.	après passage dans les touries fosse septique fermée).	après passage sur la colonne de tourbe.
5 novembre. . .	30,2 / 30,2	45,9	»	»
6 — . . .	28,1	44,5	51,0	0
7 — . . .	25,2 / 25,2	42,8	48,7	0
8 — . . .	23,5	42,8	46,5	0
9 — . . .	32,5 / 32,5	41,2	47,2	0
11 — . . .	24,6 / 24,6	42,8	47,0	0
12 — . . .	21,6 / 21,6	35,0	45,4	0
13 — . . .	20,2 / 20,2	33,3	39,5	0
14 — . . .	24,6 / 24,6	31,4	34,5	0
15 — . . .	23,5 / 23,5	31,1	33,6	0
16 — . . .	21,8	33,3	34,7	0

2° Azote organique dans l'eau d'égout

Dates.	brute.	après passage dans la bâche (1re fosse septique à ciel ouvert.	après passage dans les touries (fosse septique fermée).	après passage sur la colonne.
5 novembre. . .	19,0 / 19,0	5,2	»	»
6 — . . .	31,8	9,8	6,0	2,8
7 — . . .	29,1 / 29,1	12,6	6,2	3,0
8 — . . .	17,4	3,7	9,5	3,2
9 — . . .	14,0 / 14,0	5,9	4,0	3,1
11 — . . .	18,0 / 18,0	5,5	7,9	3,1
12 — . . .	12,6 / 12,6	6,4	6,7	3,7
13 — . . .	15,5 / 15,5	5,9	7,0	2,9
14 — . . .	15,7 / 15,6	4,1	6,4	3,0
15 — . . .	17,4 / 17,4	8,7	3,9	2,7
16 — . . .	15,2	5,3	2,8	2,1

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dates.	3° Oxydabilité par le permanganate en milieu acide. Eau d'égout brute.	après le passage dans la bâche (1re fosse septique à ciel ouvert).	après le passage dans les touries (fosse septique fermée.	après le passage sur la colonne.
5 novembre. . .	142 / 142	66	»	»
6 — . . .	165	127	100	10,0
7 . . .	130 / 130	103	94	15.8
8 . . .	100	99	112	11,4
9 — . . .	117 / 117	107	110	15,2
11 — . . .	101 / 101	94	112	8,4
12 — . . .	68 / 68	92	106	16,2
13 — . . .	102 / 102	73	92	12,6
14 — . . .	106 / 106	77	97	14,8
15 — . . .	110 / 110	99	100	15,8
16 — . . .	114	81	101	14,8
18 — . . .	97 / 79	85	90	12,2
19 — . . .	126 / 126	83	96	11,6

Il ne convient pas d'examiner ces chiffres isolément, les liquides prélevés avant et après ne se correspondant pas toujours directement. C'est la moyenne seule qui est à considérer, roulant sur une période prolongée.

Cette moyenne conduit aux résultats suivants :

	Eau d'égout brute. mgr.	Après le passage dans la bâche (1re fosse septique) à ciel ouvert. mgr.	Après le passage dans les touries (fosse septique) fermée. mgr.	Après le passage sur la colonne. mgr.
Azote organique.	18,3	6,6	6,0	3,0
— ammoniacal.	25,2	38,5	42,8	0
— nitrique.	0	0	0	25,2
Oxydabilité par le permanganate en milieu acide. . .	112,0	91,2	100,8	13,2

Il convient ici, pour la discussion des chiffres, d'insister sur ce fait que les eaux, malgré le dépôt des matières grossières, avaient toujours en suspension des matériaux fins, ce qui constitue le louche de ces liquides, mais que les chiffres donnés ont été obtenus avec ces eaux soigneusement filtrées, suivant l'usage, et ne comprennent donc que les éléments réellement dissous.

Les chiffres donnant l'oxydabilité et qui indiquent approximativement, ou

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plutôt comparativement, la proportion des matières organiques dissoutes, montrent qu'il y a eu, avec l'eau d'égout employée, une notable diminution au sein de la première fosse septique, puis un léger relèvement dans les suivantes. Il semblerait que de la matière carbonée qui existait à l'état soluble pendant le passage dans la bâche a disparu et qu'il s'en est dissous au sein des touries.

On peut expliquer ces faits de la façon suivante : Il se développe dans l'eau d'égout mise en milieu réducteur des ferments anaérobies en très grand nombre, qui insolubilisent, pour former leurs propres tissus, de la matière organique déjà dissoute, et qui s'attaquent ensuite aux matières carbonées en suspension qu'ils solubilisent. Le dosage de la matière organique dissoute ne rend compte que de la résultante de ces deux phénomènes contraires. Au début de l'action des fosses septiques, c'est la fixation des matières carbonées dissoutes, par les ferments, qui l'emporte; ce n'est qu'ensuite qu'il est possible de constater la solubilisation des matières en suspension. En tout cas, ce dernier phénomène a été, dans nos expériences, de faible importance.

Par contre, les proportions de l'azote organique dissous et de l'azote ammoniacal subiront des variations considérables, puisque les deux tiers du premier se sont transformés en ammoniaque, et cette transformation a été d'autant plus accentuée que le séjour dans les fosses septiques a été plus prolongé.

Si nous considérons la totalité de l'azote dissous, organique et ammoniacal, nous trouvons :

Dans l'eau d'égout brute.	$43^{mgr},5$
Après la 1re fosse septique	$45^{mgr},1$
Après la fosse septique à action exagérée.	$48^{mgr},5$

Il y a donc en outre, pendant la fermentation anaérobie, de l'eau d'égout une dissolution à l'état ammoniacal d'une petite partie de l'azote des matières en suspension, s'accentuant également avec la durée de cette fermentation anaérobie.

Dans une autre série d'expériences, qui a duré 11 jours, les analyses ont porté à la fois sur l'eau telle quelle, c'est-à-dire louche avec les matières ténues qu'elle tient en suspension, et sur l'eau filtrée, c'est-à-dire ne contenant que des éléments dissous. On peut suivre ainsi les progrès de la décantation dans les fosses septiques, en même temps que quelques-unes des transformations qui s'y opèrent. Voici les résultats obtenus, exprimés en milligrammes par litre d'eau :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DATES.	OXYDABILITÉ ACIDE.						AZOTE ORGANIQUE.					
	EAU à l'arrivée.		EAU après séjour dans la bâche.		EAU après séjour dans les touries.		EAU à l'arrivée.		EAU après séjour dans la bâche.		EAU après séjour dans les touries.	
	Filtrée.	Non filtrée.	Filtrée.	Non filtrée.	Filtrée.	Non filtrée.	Filtrée.	Non filtrée.	Filtrée.	Non filtrée.	Filtrée.	Non filtrée.
9 novembre.	»	»	107	115	»	»	»	»	»	»	»	»
11 —	»	»	94	119	112	113	»	»	5,5	15,4	7,9	12,4
12 —	»	»	92	104	106	115	»	»	6,4	16,0	6,7	12,8
13 —	102 102	226 226	73	109	92	104	15,5 15,5	31,9 31,9	5,9	15,4	7,0	12,0
14 —	106 106	170 170	77	108	97	107	15,7 15,7	85,7 85,7	4,1	14,1	6,4	11,4
15 —	110 110	200 200	99	107	100	104	17,4 17,4	34,7 34,7	8,7	14,8	3,9	7,8
16 —	114	236	81	102	101	110	15,2	32,0	5,3	13,2	2,8	9,5
18 —	97 97	180 180	85	112	90	111	»	»	»	»	»	»
19 —	126 126	230 230	83	109	96	113	»	»	»	»	»	»

Si l'on fait la moyenne de tous ces chiffres, on obtient le tableau suivant, qui résume le précédent en y joignant l'azote ammoniacal :

	Eau brute.		Après la 1re fosse septique.		Après la 2e fosse septique.	
	Matière en solution.	Matière en suspension.	Matière en solution.	Matière en suspension.	Matière en solution.	Matière en suspension.
Oxydabilité par le permanganate en milieu acide.	108,7	95,7	87,9	21,5	99,2	10,4
Azote organique.	16,1	32	6,0	8,8	5,8	5,2
Azote ammoniacal.	23,9	43,5	»	»	40,2	»

Les matières carbonées et azotées en suspension dans l'eau brute, en proportions importantes, ne se retrouvent pas en solution après le passage dans la grande bâche. La gazéification étant peu importante, comme nous le verrons tout à l'heure, ces matières en suspension se sont déposées pour former des boues, ce qui a surtout lieu au début : il ne s'en est pas déposé d'une façon sensible dans les touries. Là, l'oxydabilité correspondant aux matières dissoutes a, en effet, augmenté dans la même proportion qu'a décru celle correspondant aux matières en suspension. Il en est de même pour l'azote. D'après les résultats obtenus précédemment, il s'est dissous, au sein des touries, 3 milligr. 7 par litre de l'azote des matières en suspension, quantité qui est égale aux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3 milligr. 6 d'azote que contiennent en moins ces matières en suspension, après passage dans les touries.

Les phénomènes de dissolution en fosse septique, bien que faibles, n'ont donc pas été négligeables, avec l'eau d'égout sur laquelle nos observations ont porté.

On sait, d'autre part, qu'il se dégage des gaz pendant cette fermentation anaérobie. Quelle est l'importance de cette destruction des matières organiques? Nous avons constaté qu'elle était faible, puisque, dans nos essais, la quantité de gaz dégagé n'a pas dépassé en moyenne 0 cc. 55 pour chaque litre d'eau passé par les fosses septiques. Ces gaz, outre une petite quantité d'acide carbonique, étaient constitués par un mélange, à parties sensiblement égales, de formène et d'azote. Ils représentent donc, en poids, par litre d'eau d'égout :

Carbone	$0^{mgr},15$
Azote	$0^{mgr},35$

Soit à peine $\frac{1}{300}$ pour le carbone et $\frac{1}{100}$ pour l'azote, de ce qui existe primitivement dans l'eau.

Dans nos expériences, le travail de solubilisation et de gazéification par les fosses septiques a donc été très réduit. Le rôle de ces fosses s'est borné à opérer une décantation des matières en suspension et la transformation des deux tiers de l'azote organique en azote ammoniacal.

Ce dernier effet semblerait devoir exercer une action utile sur l'épuration ultérieure, car on sait avec quelle rapidité l'ammoniaque est nitrifiée. Mais nous avons cru devoir vérifier si, en réalité, cette dernière modification de la composition des eaux est utile à l'épuration sur le champ oxydant de tourbe.

Épuration sans fosses septiques.

Dans ce but, nous avons supprimé, dans la mesure possible, l'action de la fosse septique en réduisant la capacité de la bâche alimentant le lit de tourbe aux dimensions strictement nécessaires, pour assurer, d'une façon ininterrompue, un débit régulier. L'eau d'égout n'y séjournait que quelques heures, y déposait les matériaux les plus grossiers et, la bâche se vidant journellement, on ne permettait pas la production du pied de cuve abondant de ferments anaérobies, qui caractérise la fosse septique en activité. Aussi, l'eau qui en sortait était-elle peu différente de celle qui était puisée dans l'égout collecteur. Sa couleur était jaunâtre et non noirâtre, comme celle qui sort des fosses septiques. Elle n'avait pas non plus l'odeur qui caractérise les milieux anaérobies. Il ne s'en dégageait pas de bulles gazeuses. (La fig. 3 indique le dispositif qui fut ainsi adopté pour cette nouvelle série d'expériences.)

L'eau d'égout étant déversée à raison de 3 000 litres par mètre carré et par jour sur le lit de tourbe, l'épuration n'a pas été moins parfaite que lorsque les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

eaux avaient séjourné dans les fosses septiques. C'est ce que montrent les chiffres suivants, qui ont été obtenus pendant une période de 6 jours, après 15 autres jours de fonctionnement préliminaire, avec le même régime. Ils sont

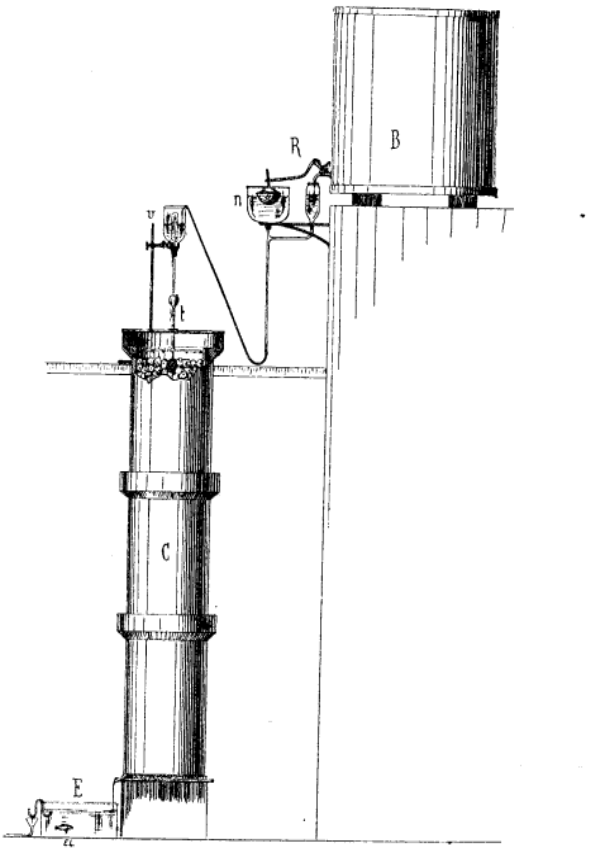


Fig. 3.

exprimés en milligrammes par litre d'eau. L'azote ammoniacal étant entièrement soluble, il n'y avait pas lieu d'en faire le dosage à la fois sur l'eau non filtrée et sur l'eau filtrée. Il en est de même pour l'azote nitrique.

Au bout de vingt-cinq jours de fonctionnement, le lit de tourbe ne présentait aucun indice de colmatage, et il ne s'y était pas formé d'amas glaireux de zooglées et de soufre.

L'épuration a donc été aussi parfaite que lorsqu'on avait fait passer au préalable les liquides dans des fosses septiques. En particulier, la proportion d'azote organique ayant résisté aux agents oxydants n'était pas plus considérable, bien que cet azote n'ait pas été préalablement soumis à l'action des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Eau d'égout :		9 Déc.	10 Déc.	11 Déc.	12 Déc.	13 Déc.	14 Déc.
Oxydabilité en milieu acide.							
A l'arrivée. . .	Filtrée. . . .	86 96	76	92 100	106	132	80
	Non filtrée. .	138 184	126	184 124	816	880	184
Après la bâche.	Filtrée. . . .	70	60	70	78	102	64
	Non filtrée. .	142	114	114	128	132	132
Après la colonne épuratrice. .		7,4	8,2	8,4	10,8	8,6	10,0
Azote organique.							
A l'arrivée. . .	Filtrée. . . .	3,9 15,7	14,8	18,8 15,9	11,8	18,8	10,6
	Non filtrée. .	7,3 27,4	21,5	30,8 27,1	82,3	116,2	24,6
Après la bâche.	Filtrée. . . .	1,4	1,7	12,6	12,0	12,1	15,1
	Non filtrée. .	3,1	14,5	19,9	21,0	20,5	22,4
Après la colonne épuratrice. .		3,0	1,2	1,5	1,1	1,4	1,3
Azote ammoniacal.							
A l'arrivée		16,8 19,6	17,1	14,8 10,4	17,9	23,2	12,9
Après la bâche.		18,2	24,1	18,2	18,2	19,3	14,0
Après la colonne épuratrice. . .		0	0	0	0	0	0
Azote nitrique.							
Après la colonne épuratrice. . .		16,8	13,7	16,2	14,1	16,2	13,1

Si l'on fait la moyenne de ces chiffres, on obtient le tableau suivant :

	Eau brute.		Eau sortant de la bâche.		Eau sortant de la colonne de tourbe.
	En solution.	En suspension.	En solution.	En suspension.	
Azote ammoniacal.	16,6	0	18,7	0	0
Azote organique.	13,8	28,3	9,1	7,8	1,6
Azote nitrique	0	0	0	0	15,0
Oxydabilité par le permanganate en milieu acide. . .	96,0	233,5	74,0	56,3	8,9

microbes anaérobies. Cet azote semble d'ailleurs appartenir à des noyaux très réfractaires aux actions microbiennes, car il en subsiste toujours, quelle que soit l'intensité de l'épuration. Mais sa présence, comme nous l'avons indiqué plus haut, ne constitue pas une nuisance de l'eau épurée, qui est et reste imputrescible.

Il résulte de ces expériences que le rôle utile des fosses septiques, du moins quand l'oxydation a lieu sur un lit de tourbe, et pour l'eau de composition analogue à celle que nous avons étudiée, consiste surtout à opérer la décantation des matières non dissoutes. Comme la construction de ces fosses est coûteuse, et qu'elles occupent des surfaces notables, on peut donc chercher à réduire leur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

importance et s'attacher uniquement à étudier leur établissement en vue du dégrossissage des eaux à épurer, évitant ainsi l'immobilisation de grandes surfaces et des dépenses considérables.

IV. — Conclusions

Indications pratiques pour l'établissement des lits bactériens de tourbe.

Au cours de ce travail, nous avons montré que les lits bactériens de tourbe possédaient une activité bien plus grande que ceux qui sont constitués par les matériaux utilisés jusqu'à présent. Nous avons vu, en effet, qu'ils pouvaient épurer d'une façon satisfaisante jusqu'à 4 mètres d'eau d'égout de composition moyenne par mètre carré et par jour; qu'ils pouvaient, en outre, traiter des eaux résiduaires extrêmement chargées. Cette grande capacité épurante permettrait, dans la pratique, de réduire, d'une façon considérable, dans les installations d'épuration bactérienne, les surfaces réservées aux champs oxydants. De plus, nous avons vu, qu'avec ce système, les fosses septiques pouvaient être réduites au minimum, ne servant, en réalité, que de bassins de décantation.

Il résulte de ces diverses constatations que des surfaces relativement restreintes peuvent arriver à épurer de grandes masses d'eaux d'égout comme celles de Paris.

Nous avons décrit en détail la préparation de la tourbe, telle que nous l'avons effectuée dans nos expériences. Il nous paraît cependant utile d'insister à nouveau sur ce point et de préciser le mode opératoire pour l'installation des lits bactériens de tourbe, en vue de l'application sur une grande échelle.

On choisira de préférence de la tourbe un peu mousseuse, analogue à celle qui constitue la partie supérieure des tourbières du Nord de la France, mais dont les morceaux n'ont pas une tendance à s'émietter, soit à sec, soit au contact de l'eau. Ces morceaux doivent toujours garder leur forme anguleuse, ce que réalisent un grand nombre de tourbes. Il faudra rejeter la tourbe exclusivement fibreuse, connue sous le nom de tourbe litière ou de Hollande, dont les fibres se désagrègent spontanément et formeraient des lits imperméables au bout de peu de temps. Il ne faut pas admettre non plus la tourbe malaxée avec de l'eau, puis comprimée en briquettes en vue de l'utilisation pour le chauffage. Cette dernière s'effrite, en effet, au contact de l'eau et finit par former également une masse peu perméable. Au contraire, la tourbe un peu mousseuse, découpée en place au moyen d'un louchet à bras, ou d'un louchet mécanique, comme on procède en Picardie, résiste à l'action de l'eau et conserve indéfiniment sa cohésion.

Cette tourbe sera divisée en morceaux de la grosseur d'une noix ou d'un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

œuf, aussi anguleux que possible. Dans le cas où elle serait complètement sèche, comme celle sur laquelle nous avons opéré au laboratoire, il serait nécessaire de l'immerger pendant un temps assez long, 4 ou 5 jours au moins, pour l'humecter complètement. Sans cette précaution, les fragments de tourbe, s'humectant une fois en place, se gonfleraient notablement. La poussée considérable qui en résulterait serait de nature à compromettre la solidité des murs limitant les champs bactériens. Mais, en pratique, ce n'est pas à de la tourbe sèche que l'on s'adresserait, mais à de la tourbe simplement ressuyée, telle quelle est quelques jours après son extraction. Il suffit dans ce cas, après l'avoir réduite en fragments, de l'étaler sur une aire, sur une épaisseur de 40 à 50 centimètres, de l'additionner de craie pulvérisée ou d'une terre crayeuse à raison de 20 à 25 kilogrammes par mètre cube, et de quelques kilos de terreau de jardinier, et d'arroser le tout de façon à favoriser l'incorporation de la craie et du terreau, ce que l'on effectue par des pelletages.

Au cours de nos expériences, nous avons cru utile, pour développer les ferments nitrificateurs, d'alimenter d'abord le lit bactérien avec une solution faible de sulfate d'ammoniaque. Dans la pratique, cette précaution n'est pas nécessaire, et la mise en train se fera avec l'eau d'égout elle-même. Les arrosages seront d'abord modérés, 4 à 500 litres par jour et par mètre carré. Lorsque l'on constatera que l'épuration est complète, c'est-à-dire au bout d'environ une semaine, on pourra porter à 3 et 4 mètres cubes, par mètre carré de surface, le débit journalier de l'eau épurée. Les systèmes de distribution de l'eau à la surface de la tourbe sont nombreux. On adoptera un de ceux qui fonctionnent à intermittences rapprochées.

D'après les observations que nous avons poursuivies pendant environ deux ans, nous avons la conviction qu'en appliquant judicieusement le procédé dont nous venons de donner les principes et les résultats généraux, on arrivera à établir des lits bactériens d'une activité beaucoup plus grande que ceux qui avaient été préconisés jusqu'à ce jour.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CONFÉRENCES SUR L'AVIATION

par **M. le commandant Renard** (1)

4e CONFÉRENCE (2)

L'air considéré comme support (*suite*). — La sustentation oblique. — Moyens divers d'améliorer la qualité sustentatrice. — Moyens pratiques de réaliser la sustentation oblique.

Messieurs,

Dans notre dernière réunion, nous avons commencé l'étude de l'air considéré comme un support. Nous allons continuer cette étude aujourd'hui. Vous vous rappelez que la première question que nous nous sommes posée, d'ailleurs bien naturelle, c'est de savoir quel est le travail dynamique qu'il faut dépenser pour soutenir un poids déterminé, en d'autres termes, avoir le rapport de travail dynamique nécessaire à la sustentation, au poids à soutenir.

Ce rapport, en désignant le travail par la lettre T, et le poids à soutenir par la lettre P, est représenté par $\frac{T}{P}$. Examinez ce qui se passe dans le système orthoptère, qui consiste à se soutenir par l'abaissement de haut en bas de plans horizontaux. On l'appelle orthoptère, parce que les surfaces sustentatrices sont frappées perpendiculairement par le courant d'air. En examinant ce qui se passe, nous avons vu que ce rapport n'est pas une quantité constante pour un appareil donné, mais est tout simplement égal à la vitesse avec laquelle on abaisse le sustentateur. Il est pourtant très intéressant d'avoir ce rapport, de savoir combien il faudra dépenser de chevaux pour soutenir un poids déterminé et nous voyons que ce n'est pas une caractéristique de l'appareil.

En résolvant quelques équations, nous sommes arrivés à reconnaître que la

(1) Voir les *Bulletins* de janvier et de février 1909.
(2) Faite le 6 février.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

caractéristique d'un sustentateur est bien une fonction de T et de P, mais que ce n'est pas $\frac{T}{P}$, mais $\frac{T^2}{P^3}$, le rapport du carré du travail au cube du poids à soutenir. Cette fraction $\frac{T^2}{P^3}$ ne dépend que des données de l'appareil et pour un sustentateur orthoptère, elle est constante, quelle que soit l'allure à laquelle vous fassiez battre les ailes. Ce qu'on doit considérer comme la caractéristique d'un sustentateur orthoptère, c'est le rapport du carré du travail au cube du poids à soutenir, ou l'inverse de ce rapport, constant l'un comme l'autre.

Eh bien, ce qui est vrai pour le système orthoptère est vrai pour tous les systèmes possibles de sustentateurs que nous allons voir aujourd'hui. Dans tous, le rapport du carré du travail dynamique nécessaire à la sustentation, au cube du poids soutenu est constant et ne dépend que de l'appareil lui-même. C'est sa caractéristique au point de vue de la sustentation par le plus lourd que l'air. C'est facile à voir.

Comment avons-nous trouvé que c'était $\frac{T}{P^3}$ qui était constant ? D'une manière très simple : l'expression de P est le produit, par le carré de la vitesse, d'une quantité dépendant de la forme et des dimensions de la surface sustentatrice, et cela, parce que nous avons vu dans la première conférence que d'une manière générale la résistance de l'air au mouvement d'un corps quelconque était proportionnelle au carré de la vitesse.

Pour avoir le travail, nous avons multiplié l'effort qui est égal au poids par le chemin parcouru. Si nous considérons ce qui se passe pendant l'unité de temps, ce chemin parcouru n'est autre que la vitesse ; aussi, l'expression du travail montre que celui-ci augmente avec la vitesse, proportionnellement, non pas au carré, mais au cube.

Du moment que la vitesse intervient au carré dans l'expression du poids et au cube dans l'expression du travail, si nous élevons le travail au carré, l'expression de T^2 contiendra le carré de V^3, c'est-à-dire V^6. Si nous élevons le poids au cube, P^3 renfermera le cube du carré de la vitesse, c'est-à-dire encore V^6, et ce V^6 disparaîtra si on fait le quotient de T^2 par P^3. Pour faire disparaître la vitesse, nous avons donc élevé le travail au carré, le poids au cube, ce qui introduit V à la sixième puissance et le fait disparaître de la formule.

Eh bien, ce qui est vrai pour le sustentateur orthoptère est vrai pour tous les sustentateurs. Ce n'est pas aussi évident que pour l'orthoptère, mais on peut l'admettre d'une manière générale, sans s'astreindre à une démonstration particulière pour chaque système de sustentateur qu'il conviendrait d'étudier.

En effet, quel que soit le mode de sustentation, il faudra toujours faire manœuvrer les surfaces sustentatrices dans un sens ou dans l'autre, horizonta-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lement, verticalement, en rond ou en ligne droite, cela n'a pas d'importance, avec une certaine vitesse. L'effort obtenu, quel que soit le mouvement, sera toujours proportionnel au carré de la vitesse. C'est une loi générale constatée par la chute verticale, par le manège, par tous les procédés connus.

Par conséquent, quelle que soit la manière dont on s'y prenne, avec un sustentateur quelconque, l'effort utile sera proportionnel au carré de la vitesse. Il est évident que le travail par unité de temps sera proportionnel au cube de cette vitesse, il dépendra de la vitesse avec laquelle vous abaisserez le sustentateur, mais quelle que soit cette vitesse, le travail sera proportionnel au cube de la vitesse et l'effort au carré. Par conséquent, en élevant le travail au cube et l'effort au carré, nous aurons V^6 dans les deux termes, le rapport sera constant, et quel que soit le système de sustentateur, $\frac{^3T}{P^2}$ est la caractéristique de sa valeur.

Nous avons vu que cette expression $\frac{T^2}{P^2}$ était dans le cas du système orthoptère égale $\frac{1}{KS}$, K étant le coefficient fondamental de la résistance de l'air et S la surface du sustentateur. Écrivons de nouveau cette formule :

$$\frac{T^2}{P^2} = \frac{1}{KS}.$$

Cette formule ne parlait pas bien à l'esprit. Nous l'avons transformée en multipliant les deux termes par P. Nous avons eu alors $\left(\frac{T}{P}\right)^2 = \frac{1}{K} \times \frac{P}{S}$. Cette manière d'écrire la formule permet d'en faire une interprétation plus claire et plus commode, que je vous rappelle en raison de son importance. Elle est toujours la même dans tous les systèmes.

Nous voyons que le carré d'une certaine fraction est égal au produit de deux autres. Qu'est-ce que ces fractions? La première, $\frac{T}{P}$, c'est le rapport que nous cherchons à avoir, le rapport du travail dynamique dépensé au poids soutenu. Dans le système orthoptère, ce n'est autre chose que la vitesse d'abaissement du sustentateur. Dans un système quelconque, c'est le quotient du travail par unité de temps divisé par la force, c'est en d'autres termes la projection sur la direction de la force, du chemin parcouru. Par définition, le travail est en effet égal au produit de la force par la projection du chemin parcouru sur la direction de la force. Par conséquent, le quotient du travail par la force est un chemin parcouru, et comme il s'agit de ce qui se passe dans l'unité de temps, c'est une vitesse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quand il s'agit du système orthoptère, c'est là une vitesse réelle d'abaissement des plans sustentateurs. Mais pour un système quelconque, $\frac{T}{P}$ représente ce que nous appellerons la *vitesse fictive d'ascension*. Dans un sustentateur, quel qu'il soit, hélicoptère, orthoptère, tout ce que vous voudrez, il y a toujours un travail dépensé pour soutenir un poids donné, et ce travail est le même que celui qui serait nécessaire pour élever, au moyen d'un treuil, d'une poulie, de toute autre machine élévatoire, le poids de l'appareil avec une certaine vitesse que nous appellerons vitesse fictive d'ascension. Plus cette vitesse sera grande, plus le sustentateur sera mauvais, plus elle sera faible, plus il sera bon. Ainsi, il faudra, si nous avons un sustentateur qui a une vitesse fictive d'ascension de 10 mètres, dépenser, simplement pour nous soutenir, le même travail que s'il s'agissait de s'élever à la vitesse de 10 mètres par seconde. Quel que soit le sustentateur, nous aurons une vitesse fictive d'ascension égale au rapport $\frac{T}{P}$.

Passons au deuxième membre : $\frac{1}{K} \times \frac{P}{S} \cdot \frac{P}{S}$ est une donnée importante, c'est le quotient du poids par la surface sustentatrice, en d'autres termes, *la charge par mètre carré*, et nous déduisons de ceci que, dans le système orthoptère, le carré de la vitesse fictive d'ascension est égal à l'inverse du coefficient de la résistance de l'air multiplié par la charge par mètre carré.

Si nous extrayons la racine, il vient

$$\frac{T}{P} = \sqrt{\frac{1}{K}} \sqrt{\frac{P}{S}}.$$

Il résulte de l'inspection de cette formule que si nous voulions dans le système orthoptère améliorer notre appareil, diminuer la vitesse fictive d'ascension, avoir moins de puissance à dépenser pour soutenir un poids déterminé, nous n'avons qu'une ressource : $\sqrt{\frac{1}{K}}$ est en effet un nombre constant, c'est environ 3,65. Nous n'avons qu'un seul moyen à notre disposition, c'est de diminuer $\frac{P}{S}$.

Pour diminuer une fraction, il n'y a que deux procédés : diminuer le numérateur ou augmenter le dénominateur. Le numérateur, nous ne pouvons pas y toucher, c'est le poids à enlever, c'est une des données du problème.

Que pouvons-nous faire pour améliorer le résultat dans ce système? Nous ne pouvons qu'augmenter la surface sustentatrice, de manière à diminuer la charge par mètre carré de cette surface.

Quand on fait le calcul, on arrive à voir qu'avec des charges par mètre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

carré très faibles, on est condamné à des vitesses d'ascension considérables. Avec une charge de 500 grammes, on serait condamné à des vitesses de $2^m,59$ par seconde; avec 10 kilogrammes par mètre carré, la vitesse fictive d'ascension est de $11^m,53$; avec une charge de 100 kilogrammes, de $36^m,50$.

Je vous ai fait remarquer cela d'une manière générale; puis, nous avons appliqué ce calcul à certains oiseaux, dont le poids et la surface avaient été observés avec un soin extrême par Mouillard, et nous avons vu que les volateurs très petits, par exemple des chauves-souris, des hirondelles, seraient condamnés à avoir des vitesses fictives d'ascension déjà considérables, quelque chose comme 3 ou 4 mètres par seconde, le vautour, près de 10 mètres, tandis que nous autres hommes, quand nous essayons d'escalader des montagnes, nous arrivons à faire... $0^m,10$ par seconde d'ascension. Il n'y a pas de raison de croire que ces animaux sont organisés d'une manière supérieure à nous au point de vue de leurs muscles : ils sont supérieurs peut-être, mais il n'y a pas des différences de 1 à 100. Pour expliquer leur vol, il faudrait qu'ils soient cent fois plus forts que nous ne le sommes. Ce n'est pas vraisemblable. Il doit y avoir autre chose.

Cette autre chose, c'est la qualité *sustentatrice*. C'est d'elle surtout que nous nous occuperons aujourd'hui. Mais avant d'entrer dans l'objet de la conférence de ce jour, je vais de nouveau bien vous la définir, de manière que nous sachions bien où nous allons.

Étant donnés deux sustentateurs; l'un, moyennant un travail T, soulève un poids P, grâce à une surface sustentatrice S. Un autre sustentateur moyennant un travail T′ soulève un poids P′ et a une surface sustentatrice S′. Le premier est du système orthoptère, auquel s'applique la formule

$$\left(\frac{T}{P}\right)^2 = \frac{1}{K} \times \frac{P}{S}.$$

L'autre, on peut toujours écrire sa formule sous une forme analogue. $\left(\frac{T'}{P'}\right)^2$ est toujours égal au produit de $\frac{P'}{S'}$ par un certain coefficient que je ne connais pas, qui dépend de la nature de l'appareil, de sa constitution.

La fraction $\frac{T^2}{P_3}$ étant la caractéristique de la valeur de l'appareil, c'est une constante pour tout sustentateur. J'ai toujours le droit de faire passer mon P′ du dénominateur du premier membre dans le numérateur du second, et j'aurai ainsi une formule de la même forme que pour un sustentateur orthoptère.

Eh bien, pour vous définir la qualité sustentatrice, je suppose que les deux sustentateurs exigent le même travail pour soutenir le même poids, en d'autres

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

termes que la vitesse fictive d'ascension soit la même dans les deux cas. S'ils ne sont pas de même espèce, il y aura quelque chose de différent : ce sera $\frac{P}{S}$; mais comme j'ai supposé que $\frac{T}{P}$ est le même que $\frac{T'}{P'}$, on aura $\frac{1}{K} \times \frac{P}{S} = \frac{1}{\gamma} \times \frac{P'}{S'}$.

J'ai appelé qualité sustentatrice le rapport $\frac{\frac{P'}{S'}}{\frac{P}{S}} = \frac{\gamma}{K} = Q$. C'est-à-dire que si le deuxième sustentateur, par exemple, a une charge deux fois plus forte par mètre carré que dans le système orthoptère, il sera deux fois meilleur, parce qu'il pourra tolérer une charge deux fois plus forte sans exiger plus de travail.

Revenons à la formule $Q = \frac{\gamma}{K}$.

Qu'est-ce que je fais quand je remplace un sustentateur orthoptère par un sustentateur d'une autre qualité sustentatrice? Cela revient à remplacer le coefficient de la résistance de l'air, K par un autre nombre γ, et plus il sera grand, plus la qualité sustentatrice sera considérable. Mais γ, je ne sais pas à quoi il correspond. Peu importe, je constate qu'avec un même travail, j'ai plus d'effet utile, c'est tout ce qu'il me faut.

Cela revient au même résultat que si nous étions les maîtres d'augmenter le coefficient de la résistance de l'air. Plus on faisait d'expériences, plus ce malheureux coefficient avait l'air de diminuer. Cela prouve que le système orthoptère était plus mauvais que ce que nous croyions. Les coefficients se sont rapprochés de la vérité, mais les gens qui raisonnent là-dessus, avec le coefficient 0,075 trouvent le système orthoptère plus mauvais que ceux qui raisonnaient avec 0,120. Quoi qu'il en soit, l'augmentation de la qualité sustentatrice nous fait le même effet que si nous avions trouvé un secret merveilleux pour augmenter le coefficient de la résistance de l'air.

On peut envisager cette question des qualités sustentatrices de différentes manières. On peut dire qu'à surface égale, le poids soulevé est supérieur pour un même travail. On peut dire aussi qu'on a besoin d'une surface moindre pour soutenir un poids déterminé avec un travail donné. Si la charge par mètre carré reste au contraire la même, qu'est-ce qui va changer? La vitesse fictive d'ascension qui sera divisée par racine carrée de la qualité sustentatrice; on aura alors moins de travail à dépenser.

***

Après avoir vu ce qu'était la qualité sustentatrice, nous allons voir les moyens à employer pour l'améliorer. Le grand moyen auquel on a songé depuis cent ans, peut-être davantage, c'est le *vol oblique*. Il consiste à attaquer

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la surface sustentatrice sous un petit angle, et à la lécher par un courant d'air qui ne soit pas normal, mais oblique, comme le montre la figure 1.

AB représente la tranche du sustentateur. Au lieu de le faire frapper perpendiculairement par le courant, on le fait attaquer très obliquement et on désigne généralement par α l'angle que fait le filet d'air incident avec la surface sustentatrice.

Depuis longtemps, on se doutait que cet angle jouait un rôle dans la question, et les aviateurs du XIXe siècle se sont partagés jusque vers les dix dernières années en deux camps ennemis irréconciliables, qui s'appelaient les partisans du sinus simple et ceux du sinus carré.

Quand un filet d'air vient frapper sur un sustentateur oblique, il y a deux

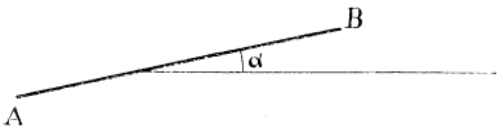


Fig. 1.

espèces d'efforts : le premier est tangentiel au plan, il ne nous intéresse pas pour le moment, car il ne se traduit que par des frottements qui ralentissent la marche, mais sont sans influence sur la sustentation. Il y a en outre un effort normal au plan. Cet effort, que je désigne par la lettre N et que la figure 2 représente en CN, est presque vertical si α est petit. Il a donc une composante verticale CV presque égale à lui-même. Cet effort normal est donc fort intéressant au point de vue de la sustentation. Or, les partisans du sinus simple disaient que cet effort normal était proportionnel au sinus de l'angle de l'incidence, et les autres au carré de ce même sinus. C'est une question qui n'a pas l'air très passionnante : on s'est anathématisé cependant entre adversaires, pas très nombreux — une vingtaine dans le monde entier — qui connaissaient la question. Ils étaient partagés en deux camps égaux vers 1880. Que voulez-vous faire, disaient les uns, avec un tel? il n'est pas des nôtres : il croit au sinus carré; et tel autre est un ignorant, disait-on ailleurs : il croit au sinus simple.

Les partisans du sinus carré avaient pour eux une forte autorité, celle de Newton. Je ne l'ai pas lu dans le texte lui-même, mais on l'a imprimé dans tous les traités, cela doit être vrai, il y a quelqu'un qui a dû le voir une première fois. Ils appuyaient en outre leurs affirmations sur un raisonnement mathématique que je vais vous exposer. (Voir fig. 2.)

On a représenté avec un trait la tranche du plan attaqué par un filet d'air. Il arrive horizontalement suivant l'indication de la flèche, et α est l'angle d'incidence du filet d'air.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le raisonnement des partisans du sinus carré était celui-ci : S'il y a sustentation, CV la force sustentatrice est égale à P. D'autre part, le triangle NCV donne $CV = CN \cos \alpha$, ou $P = N \cos \alpha$.

Comme on suppose *a priori* que l'angle est très petit, on peut admettre que $\cos \alpha$ voisin de 1.

Les partisans du sinus carré disaient : voilà notre plan sustentateur oblique frappé par un courant d'air animé d'une certaine vitesse V. Je la décompose en deux : une tangentielle au plan sustentateur, et une vitesse qui lui est normale. Le rectangle CDEF donne la décomposition des vitesses; la composante parallèle au plan est égale à ED. La composante normale est égale à EF soit à CE sin α, ou V sin α. La composante parallèle au plan n'intervient que pour les frottements, que pour gêner la marche de l'appareil. Elle n'intervient pas pour la sustentation. Elle fait de plus un angle très petit avec l'horizontale et sa composante verticale est très faible, par conséquent, nous la négligeons au point de vue de la sustentation et nous ne considérons que la composante normale.

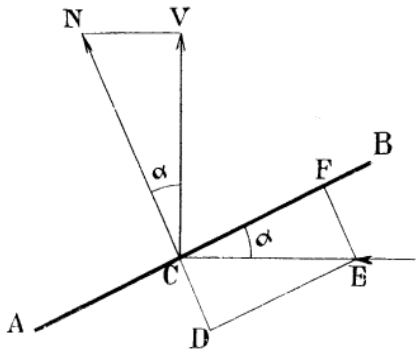


Fig. 2.

On disait : puisque la projection de la vitesse suivant la normale est égale à V sin α, les choses se passent de la même façon qu'avec le système orthoptère, mais avec cette différence que le plan, au lieu d'être frappé par un courant d'air de vitesse V, est frappé par un courant normal de vitesse égale V sin α, et on écrivait donc, sans se douter qu'on faisait quelque chose d'illicite :

$$N = KSV^2 \sin^2 \alpha$$

V sin α représente la projection de la vitesse suivant une normale au plan, et par conséquent, la vitesse incidente normale. Nous avions donc bien la résistance normale donnée par la formule ci-dessus.

Quant au travail, c'est extrêmement simple : il est égal à l'effort multiplié par la projection du chemin parcouru sur la direction de la force.

Qu'est-ce que la projection du chemin parcouru dans la direction de la force ? Ce n'est autre chose que V sin α, c'est cette longueur qui est la projection de la vitesse sur la direction de la normale au plan sustentateur. Pour avoir le travail, je n'ai qu'à faire ceci : à multiplier N, ou P qui lui est sensiblement égal, par V sin α.

Nous avons donc comme expression du travail : $T = KSV^3 \sin^3 \alpha$.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Formons l'expression $\frac{T^2}{P^3}$ en supposant $P = N = KSV^2 \sin^2 \alpha$.

il vient

$$\frac{T^2}{P^2} = \frac{K^2 S^2 V^6 \sin^6 \alpha}{K^3 S^3 V^6 \sin^6 \alpha} = \frac{1}{KS}.$$

Non seulement V^6 disparaît, mais $\sin^6 \alpha$ disparaît aussi. En sorte que le résultat est le même que dans le système orthoptère.

J'ai donc aussi $\left(\frac{T}{P}\right)^6 = \frac{1}{K} \times \frac{P}{S}$.

Je retombe sur la même formule que dans le système orthoptère.

Eh bien, ce n'est pas consolant, cette manière de raisonner. Heureusement que ce n'est pas vrai. Quelle en serait la conséquence? C'est que l'attaque oblique ne permet de rien gagner du tout, puisque vous arrivez à une caractéristique du sustentateur oblique qui est la même que celle du sustentateur orthoptère. Et pourtant, cela paraît bien raisonnable de décomposer une vitesse en ses deux composantes.

Eh bien, non! ce n'est pas raisonnable. Vous n'avez pas le droit de dire que l'effet du filet d'air qui vient frapper obliquement une surface est le même que si vous aviez deux vitesses, l'une tangentielle et l'autre perpendiculaire. Il y a des cas où on ne peut pas ainsi décomposer les vitesses. En cinématique, oui; mais quand vous voulez faire de la dynamique, il n'en est plus de même. Si vous tirez avec un fusil sur une planche normalement, vous pénétrez dans votre planche d'une certaine profondeur, suivant la vitesse de la balle et sa masse. Eh bien, si vous tirez obliquement, est-ce que vous avez le droit de dire : l'effet va être le même que si j'avais deux balles, tirées l'une perpendiculairement et l'autre tangentiellement à la planche, par conséquent, la balle va faire un trou normal? Non. Elle fera un trou oblique, ce qui n'arrivera pas si vous prenez une balle tirant normalement avec une vitesse réduite. Vous n'avez donc pas le droit de faire des hypothèses de ce genre.

La preuve qu'on n'a pas ce droit, on peut la tirer de ce fait: c'est que ce raisonnement (en admettant qu'on ne trouve pas le cheveu mathématique qui le rend faux, c'est-à-dire la pétition de principe du commencement: tout se passera comme si les deux vitesses étaient séparées l'une de l'autre), c'est que ce raisonnement vous conduit à cette conclusion que l'attaque oblique ne donne pas d'avantages. On ne saurait donc pas comment s'y prendre pour faire mieux que dans le système orthoptère. On ne peut pas expliquer comment les oiseaux volent avec la puissance dont ils sont munis, et nous ne pourrions pas arriver à faire des appareils d'aviation, à moins d'avoir des moteurs d'une légèreté invraisemblable. Par conséquent, si on peut faire quelque chose avec le système de l'attaque oblique, si l'on peut arriver ainsi à d'autres résultats que ceux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du système orthoptère, c'est que la loi du sinus carré est fausse, car avec elle on ne gagnerait rien.

Nous allons voir maintenant, avec les partisans du sinus simple, comment on a avantage à admettre cette formule plutôt que l'autre; ou plutôt, nous n'allons pas faire d'hypothèse *a priori*: nous allons reprendre le même raisonnement en ne supposant rien du tout sur la nature de la fonction qui donne la valeur de la résistance dans le sens normal au plan, ou fonction de l'angle α. Nous dirons donc simplement que cette résistance est fonction de α. La figure 3 ressemble formidablement à la figure 2, mais elle en diffère un peu néanmoins.

J'ai, comme précédemment, suivant AB, la ligne qui représente le plan sustentateur. Voici le filet d'air EC qui l'attaque suivant un angle α. Eh bien, je ne fais aucune hypothèse. Je dis simplement que l'incidence de cet air contre le plan déterminera une certaine force CF, dont j'ignore la grandeur et la direction, je ne préjuge rien sur elle. Cette force aura deux composantes: l'une parallèle au plan représentée par la longueur CD, et une autre perpendiculaire, représentée par la longueur CN, force normale.

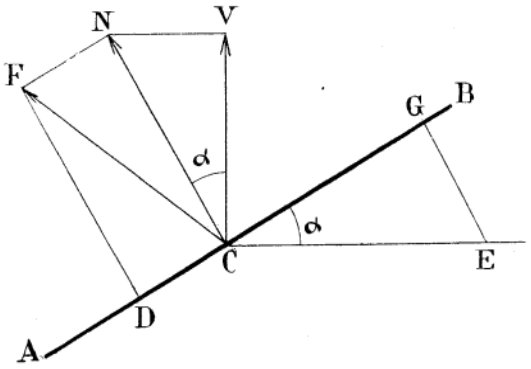


Fig. 3.

Vous voyez, d'après la figure, qu'il y a très peu de différence entre la force normale N et le poids P de l'appareil représenté par CV. Par conséquent, nous admettons que s'il y a équilibre, on aura :

$$P = N.$$

Maintenant, quelle est la valeur de N? Je dirai qu'elle est égale à KSV^2, multiplié par quelque chose qui dépend de l'angle α et que j'appelle $f(\alpha)$.

Quant au travail, celui-ci est égal comme toujours au produit de la force N multipliée par la projection du chemin parcouru sur la direction de la force. Or, cette projection, j'ai le droit de dire qu'elle est égale à V sin α, car ici, c'est de la pure géométrie: la projection EG du chemin parcouru pendant l'unité de temps est égale à la vitesse V représentée par CE, multipliée par sin α. Le travail est donc égal à NV sin $\alpha = T$.

En reprenant l'expression de : $N = KSV^2 f(\alpha)$, on a $T = KSV^3 f(\alpha) \sin \alpha$.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Vous voyez que j'ai V^3 comme précédemment, mais j'ai sin α dans l'expression du travail et pas dans l'expression de la force normale. En formant la fraction $\frac{T^2}{P^3}$ on a :

$$\frac{T^2}{P^3} = \frac{K^2 S^2 V^6 f^2(\alpha) \sin^2\alpha}{K^3 S^3 V^6 f^3(\alpha)} = \frac{1}{KS} \frac{\sin^2\alpha}{f(\alpha)}$$

Il reste donc comme dans le cas du système orthoptère $\frac{1}{KS}$, mais quelque chose de plus : $\frac{\sin^2\alpha}{f(\alpha)}$.

Si je mets ma formule sous la forme de tout à l'heure, je fais ressortir la vitesse fictive d'ascension et la charge par mètre carré, j'ai :

$$\left(\frac{T}{P}\right)^2 = \frac{1}{K} \times \frac{P}{S} \times \frac{\sin^2\alpha}{f(\alpha)}.$$

Alors, ma formule n'est plus la même que dans le système orthoptère, l'angle intervient ; elle se compose de la première partie : $\frac{1}{K} \times \frac{P}{S}$ mais modifiée par un facteur nouveau $\frac{\sin^2\alpha}{f(\alpha)}$.

Nous ne savons pas quelle est cette fonction de α, nous allons le deviner. Il y a un fait d'expérience : c'est que l'attaque oblique améliore la qualité sustentatrice. Quelle doit être pour cela la forme de la fonction de α? C'est une fonction dont le terme prépondérant pour les petits angles contient une puissance plus ou moins élevée de cet angle ou de son sinus, ou de sa tangente, qui pour les petits angles diffèrent très peu l'un de l'autre.

Si, comme l'admettaient les partisans du sinus carré, nous disons $f(\alpha) = \sin^2\alpha$, on a $\frac{\sin^2\alpha}{f(\alpha)} = 1$.

Nous retombons sur notre formule de tout à l'heure, nous ne gagnons rien. Mais si nous avons $f(\alpha) = \sin\alpha$, que va-t-il arriver? On aura $\frac{\sin^2\alpha}{f(\alpha)} = \sin\alpha$. Quelle est la conséquence? C'est que nous aurons :

$$\left(\frac{T}{P}\right)^2 = \frac{1}{K} \times \frac{P}{S} \sin\alpha.$$

Quand l'angle α tend vers 0, sin α diminue ; par conséquent, en réduisant la valeur de l'angle α, nous arrivons à diminuer notre vitesse fictive d'ascension, nous arrivons à la réduire théoriquement à zéro.

En admettant la théorie du $\sin^2$, nous ne gagnons rien du tout à faire de l'attaque oblique, tandis qu'en admettant la théorie du sinus simple, nous y

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gagnons énormément; la qualité sustentatrice augmente en raison inverse, en somme, du sin α. Par conséquent, quand α tend vers O, la qualité sustentatrice augmente indéfiniment.

On pourrait avoir une sustentation qui ne coûterait rien, pour ainsi dire. Vous voyez l'importance de cette discussion, qui paraissait très théorique et oiseuse il y a une trentaine d'années. Il n'est pas nécessaire, pour avoir ces avantages, que fonction de α soit égale à sin α, il suffit que cette fonction de α contienne le sinus ou l'arc en une série plus ou moins compliquée, mais de manière que le terme prépondérant soit du premier degré, ou au moins d'un degré inférieur au deuxième, de manière que α reste à une puissance supérieure dans le numérateur que dans le dénominateur et que, par conséquent, la fraction tende vers zéro quand l'angle d'attaque tendra lui-même vers zéro.

Nous admettons donc provisoirement qu'on peut soutenir un aéroplane et que, pour que ce soit possible, il faut une formule de ce genre, il faut que la fonction de α soit du genre de sin α. Nous n'en sommes pas réduits à une démonstration indirecte. Il y a des gens qui ont cherché à déterminer par l'expérience la loi de variation des composantes de la résistance de l'air, et en particulier de la composante normale avec l'angle d'attaque. On exprime cette loi de fonction de α par une formule qu'il faut que vous connaissiez. On l'appelle N_α la composante normale lorsque l'angle d'attaque est α, et N_{90} cette même composante lorsque l'angle d'attaque est égal à 90°.

Dans le deuxième cas, la résistance est égale à KSV^2.

Dans le premier cas, celui de l'attaque oblique, on a KSV^2 multiplié par une fonction de α, fonction inconnue.

Cette fonction par définition est égale à $\frac{N_\alpha}{N_{90}}$.

Les expérimentateurs ont cherché à avoir le rapport entre la composante normale, quand l'angle d'incidence est α et cette même composante quand il est de 90°.

Il y a un certain nombre de formules proposées. Je vais vous en indiquer quelques-unes.

Les partisans du sinus carré disaient à leurs adversaires, partisans du sinus simple: Votre loi ne peut pas être exacte, attendu qu'il faut bien qu'en admettant que vous ayez une certaine fonction de α, elle vous donne l'unité quand α est égal à 90°; or, si $f(\alpha)$ est égale à sinus α tout court, cela ne cadre pas avec les résultats de l'expérience. On constate en effet que si $N_{90} = KSV^2$, pour un angle α de faible valeur N_α est différent de KSV^2 sin α, il se rapproche sensiblement du double de cette valeur. Ou si N_α est égal à $2KSV^2$ sin α, comme l'expérience le fait constater à peu près pour les petits angles, on aura

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

$\frac{N_\alpha}{N_{90}} = 2 \sin \alpha$, ce qui pour $\alpha = 90^\circ$ donnerait $\frac{N_{90}}{N_{90}} = 2$. C'est évidemment faux; et tel était l'argument des partisans du sinus carré.

Cela prouve simplement qu'*a priori*, il n'y a pas de raison de dire que ce soit sin α tout court. L'important est que le terme prépondérant soit pour les petits angles proportionnel à sin α. Un certain nombre d'expériences ont été faites et, parmi elles, les plus intéressantes sont celles du lieutenant de vaisseau Thibaud et celles du colonel Duchemin.

On a cherché à traduire ces expériences par des formules. Voici celle du colonel Duchemin :

$$\frac{N_\alpha}{N_{90}} = \frac{2 \sin \alpha}{1 + \sin^2 \alpha}.$$

Quand les angles sont très petits, le dénominateur est très voisin de l'unité, et on a à peu près 2 sin α. Quand l'angle est égal à 90°, qu'est-ce que vous avez?

Le dénominateur est égal à 2 et la formule donne simplement l'unité. Pour les petits angles, les seuls qui nous intéressent, la formule de Duchemin se réduit pratiquement à 2 sin α.

Le colonel Renard a une formule un peu différente :

$$\frac{N_\alpha}{N_{90}} = \sin \alpha \left[a - (a-1) \sin^2 \alpha\right].$$

Dans cette formule, entre un certain coefficient a. Cet a, le colonel est mort sans l'avoir exactement déterminé; il hésitait entre la valeur de 1,67 et celle de 2. Si nous prenons la valeur de 2, cela se rapproche de la formule de Duchemin, parce que nous avons alors : sin α $(2 - \sin^2 \alpha)$. Le terme principal sera 2 sin α, corrigé par un terme soustractif égal à $\sin^3 \alpha$, terme qui n'aura qu'une valeur insignifiante pour les petits angles, et qui pour $\alpha = 90^\circ$ donne à la fonction la valeur 1, comme il convient.

Il y a encore beaucoup d'autres formules dont je ne parle pas. On s'est ingénié à en trouver un grand nombre. Je dois en mentionner une qui est due à M. Soreau, un ancien officier d'artillerie qui s'occupe beaucoup de ces questions d'aviation et de résistance de l'air. Il a voulu tenir compte de l'allongement de la surface sustentatrice. Il a donné deux formules; l'une générale, assez compliquée; l'autre plus simple, et qui suffit pour les petits angles. La voici :

$$\frac{N_\alpha}{N^{90}} = \sin \alpha \left[1 + (1+m)^2\right].$$

Dans cette formule, m est égal à $\frac{l-h}{l+h}$, $2l$ étant la largeur du plan sustentateur dans le sens perpendiculaire à la marche, et $2h$ sa dimension dans le sens de la marche. M. Soreau a eu le mérite de chercher à tenir compte de la forme de la surface sustentatrice, tandis que les autres ne s'en sont pas inquiétés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La figure 4 est un diagramme extrait de l'ouvrage de M. Eiffel, que je vous ai cité plusieurs fois, dans lequel on a voulu faire connaître quelles étaient les différentes formules qui avaient été proposées pour $f(\alpha)$ ou le rapport $\frac{N_\alpha}{N_{90}}$.

Il y a des courbes qui sont très divergentes, qui sont tout à fait en bas, tandis que les autres forment un groupe assez compact; toutes celles qui forment un groupe compact représentent des formules qui donnent pour les petits angles la loi du sinus simple ou à peu près.

La courbe marquée I est du colonel Renard; le II est du colonel Duchemin; elles diffèrent pas mal dans les grands angles, mais dans les petits angles, elles sont coïncidentes. Comme ce ne sont que les petits angles qui nous intéressent, on ne va même jamais à 20°, on peut dire que ces formules se réduisent pratiquement à 2 sin α, et c'est à peu près tout ce que nous avons besoin de retenir.

M. Eiffel a eu l'idée de proposer une formule très empirique, simple, qui peut rendre compte de la chose. Cette formule, au lieu d'être représentée par une courbe, est représentée par deux lignes droites. Il n'y a évidemment pas de fonction qui se comporte comme cela. Pour α compris entre 0 et 30°, la formule est $f(\alpha) = \frac{\alpha}{30}$; et entre 30° et 90°, on aurait $f(\alpha) = 1$.

Cette formule n'est peut-être pas plus mauvaise qu'une autre, parce que dans les angles qui peuvent nous intéresser, elle fait partie du même paquet que la formule de Duchemin et celle du colonel Renard, que les bonnes qui sont bien groupées pour l'origine et qui dominent les autres.

Par conséquent, comme moyen mnémotechnique, vous pouvez retenir que la formule de $\frac{N_\alpha}{N_{90}}$ est tout simplement $\frac{\alpha}{30}$; elle ne représente pas exactement le phénomène, mais peut servir à se le rappeler.

Il est intéressant de se rendre compte de ce que devient la qualité sustentatrice quand on adopte telle ou telle valeur de $f(\alpha)$. On arrive à trouver que cette qualité est égale à $\frac{f(\alpha)}{\sin^2\alpha}$; elle augmente donc considérablement avec l'angle si l'on admet que $f(\alpha)$ contient un terme prépondérant en sin α. C'est aujourd'hui admis par tout le monde, et il y a une centaine d'années à peu près que les spécialistes s'en doutaient, bien que les partisans du sinus carré ne voulussent pas l'admettre.

Vers 1890, on a beaucoup parlé de cette question en France, à la suite du voyage d'un savant américain très distingué, Langley, mort il y a quelques années, qui avait fait des expériences très remarquables sur la résistance de l'air au plan oblique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

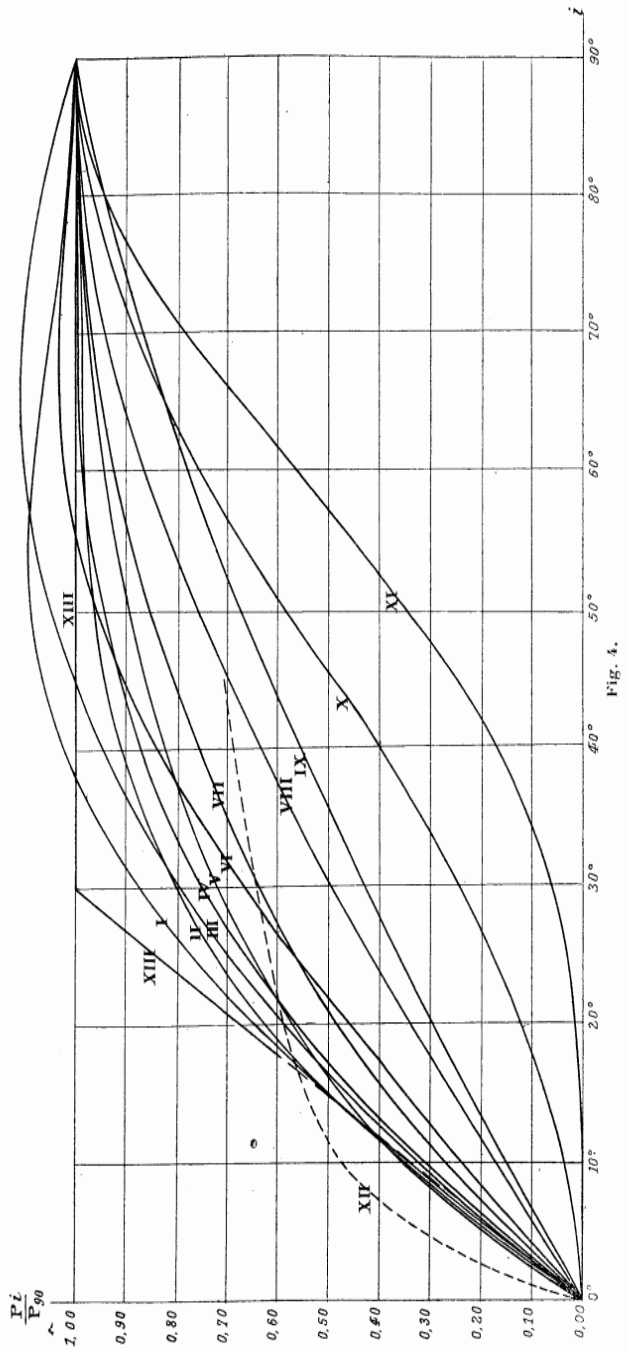


Fig. 4.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il avait présenté la chose d'une façon un peu différente de celle à laquelle on était habitué en Europe : au lieu de considérer l'attaque du plan oblique, il considérait surtout, — c'est ce qui avait le plus frappé l'opinion des gens qui n'avaient jamais étudié la question, — il considérait la chute d'un plan horizontal, suivant la verticale. Ce plan met un certain temps à tomber. Si en même temps qu'il tombe, il se déplace horizontalement, sa durée de chute augmente d'une façon extrême; par conséquent, disait Langley, la vitesse horizontale empêche un plan de tomber. Cela lui semblait assez mystérieux, il ne s'expliquait pas au juste pourquoi, mais il disait : plus il marche vite, plus il a de difficulté à tomber; s'il avait une vitesse infinie, il ne tomberait pas.

Ces déclarations ont produit en Europe beaucoup d'émotion parmi les savants; on en a parlé à l'Académie des sciences, cela a ouvert des horizons nouveaux. Ils étaient nouveaux pour des gens qui ne s'étaient pas occupés de ces questions, mais non pour les gens au courant.

Qu'est-ce qu'un plan qui, en même temps qu'il tombe, est animé d'une vitesse horizontale? Il a un double mouvement : vertical et horizontal, d'où il résulte un mouvement incliné. Quand la vitesse horizontale est grande, le mouvement résultant du plan est très peu incliné sur l'horizon; au lieu de rencontrer des filets normaux, il rencontre des filets obliques et plus sa vitesse est grande, plus il a un sinus d'angle d'attaque qui va en diminuant.

Cette considération d'un plan qui choit et en même temps est animé d'une vitesse horizontale est exactement la même que celle d'un plan oblique, qu'on connaissait en France depuis le commencement du XIXe siècle.

Les expériences de Langley sont du reste très remarquables, c'est une mine de renseignements précieux, où toutes les causes d'erreurs ont été éliminées avec le plus grand soin. Mais il croyait avoir découvert quelque chose de très nouveau. Or, quand il est venu à causer de la question avec le colonel Renard, celui-ci n'a pas eu de peine à lui démontrer qu'il avait enfoncé des portes largement ouvertes, en croyant découvrir les avantages de l'attaque oblique. Ils sont morts tous les deux. On peut dire qu'au point de vue moral ils avaient une égale valeur : le colonel Renard avait pris toutes les précautions pour ne pas blesser l'amour-propre du savant américain, et celui-ci n'a pas été froissé de voir quelqu'un connaître des principes qu'il croyait avoir découverts, et quelque temps après il disait à un savant européen : « Je regrette de ne pas avoir connu plus tôt le colonel Renard; si j'avais pu l'entretenir en temps utile, je me serais évité deux années de travail. »

Ce qu'il y a de certain d'après tout ce qui précède, c'est que l'attaque oblique est une chose excellente, qui ne peut qu'améliorer la qualité sustentatrice. Nous verrons, quand nous parlerons des aéroplanes, pourquoi on ne peut pas

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aller jusqu'à l'angle zéro; mais nous trouvons dès maintenant que le meilleur moyen d'améliorer les qualités sustentatrices, c'est de faire de l'attaque oblique. Et pourtant, il y a d'autres considérations à envisager, c'est que la forme du sustentateur doit intervenir. L'amélioration résultant de l'attaque oblique est d'autant plus grande que le plan est plus allongé dans le sens perpendiculaire à la marche.

Si je prends un rectangle, si je le fais marcher obliquement dans le sens de sa plus grande dimension, je n'obtiendrai qu'un mauvais résultat. Si les oiseaux marchaient avec leurs ailes en arrière, ils se soutiendraient moins bien qu'en déployant leurs ailes et en se donnant de l'envergure. Je vais vous fournir la constatation de ce fait au moyen d'une des expériences de chute de Langley.

On peut se rendre compte de la chose de la manière suivante : voici une figure schématique (fig. 5) qui représente ce qui se passe lorsqu'un plan oblique est attaqué par des filets d'air. Supposez que ce plan-là ait un grand allongement perpendiculaire au plan du tableau. Les filets sont déviés, comme dans le cas d'un plan normal, mais pas de la même manière. Ceux du haut éprouvent une grande difficulté à trouver leur chemin pour passer près du point A, tandis que les autres vont simplement dévier avec une certaine douceur, pour passer du côté du point B.

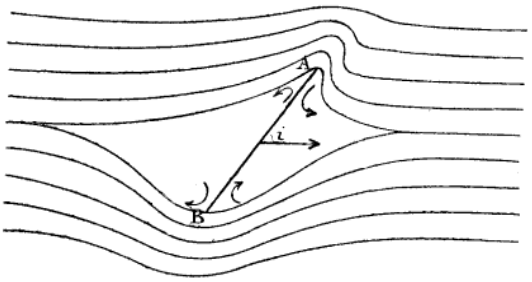


Fig. 5.

Si vous faites pivoter ce plan AB pour le rapprocher de l'horizontale, les filets de dessous seront déviés progressivement; on ne les attaquera pas brutalement, mais on leur demandera de changer de direction d'une façon continue, tandis que dans le haut ils ont une grande difficulté à trouver leur chemin. Quand nous avons un plan qui se présente d'une façon très allongée dans le sens perpendiculaire à la marche, tous les filets sont condamnés à faire ce que nous venons de voir, c'est-à-dire ce redressement vers le haut, ou cette incurvation vers le bas, mais très peu peuvent s'échapper par les bords latéraux, qui n'ont que très peu d'influence. Si au contraire le plan est très allongé dans le sens du mouvement, les filets d'air, au lieu de dégringoler le long du plan oblique, vont s'échapper par la droite et la gauche, parce qu'ils sont beaucoup plus près du bord dans ces directions.

L'effet ne sera pas le même : les filets, étant très près du bord du plan, échappent par la droite et la gauche et il n'y aura pas grande différence dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ce cas avec l'action orthoptère. Un long plan ainsi incliné AB (fig. 6) se comportera à peu près comme une série de gradins A'CDEFGH. B', l'effet sera le même que celui de l'ensemble des petits plans verticaux tels que CD, EF, etc., et la résistance horizontale sera égale à KsV^2, s étant la somme des surfaces de ces plans verticaux : si S est la surface du plan oblong AB, et α son inclinaison. On aura $s = S \sin \alpha$, et la résistance horizontale OM sera par suite égale à $KSV^2 \sin \alpha$. Quant à sa composante suivante ON, elle est égale à OM sin α et par conséquent à $KSV^2 \sin^2 \alpha$. Avec les plans inclinés très allongés dans le sens de la marche, on a donc la loi du sinus carré, et par suite ce genre de vol ne présente aucun avantage sur le vol orthoptère. Aussi, on n'a jamais vu les oiseaux planeurs disposer leurs ailes dans ce sens, sauf pour des manœuvres exceptionnelles.

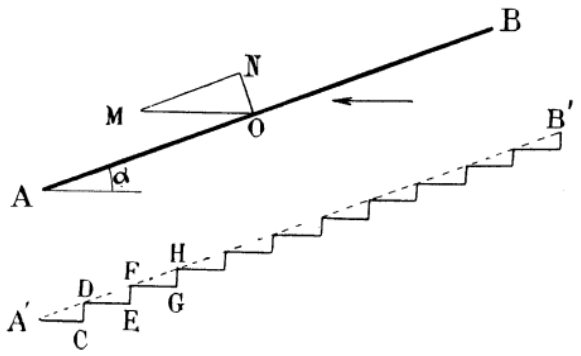


Fig. 6.

Ces résultats sont confirmés par des expériences de Langley. La figure 7 donne le tracé de trois courbes : l'une représente la résistance d'un plan de 76 centimètres sur 12; 76 dans le sens perpendiculaire au mouvement, et 12 dans le sens parallèle. Vous voyez une courbe qui ressemble énormément à celles du colonel Renard. On voit que la courbe représente à peu près la fonction sinus a.

La courbe suivante est relative à un plan carré de 30 centimètres sur 30. Vous voyez qu'aux petits angles c'est moins avantageux.

La troisième courbe est relative à un plan dont le long côté est parallèle au mouvement; elle est encore bien moins avantageuse.

Par conséquent, les avantages de la formule du sinus simple ou de formules qui s'en rapprochent, ne s'obtiennent que lorsque vous avez une grande dimension dans le sens transversal à la marche, que vous avez de l'envergure. Le bon sens populaire avait vu cela depuis longtemps ; il y a des siècles qu'on apprécie les qualités volatrices d'un oiseau d'après son envergure. C'est cela qui est le vrai criterium.

Enfin, voici des expériences plus concluantes encore (fig. 8). C'est une expérience de Langley, expérience de chute ; il faisait tomber des plans en les animant d'une grande vitesse horizontale : les abscisses de la courbe sont proportionnelles à la vitesse, tandis que les ordonnées sont proportion-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nelles au temps employé pour la chute. Vous voyez sur la figure de gauche, qui est relative à un plan très allongé dans le sens transversal, que, quand la vitesse horizontale était faible, la chute était rapide; que, quand la vitesse devenait un peu plus grande, cela tombait un peu moins vite, et que, quand la vitesse était considérable, cela tombait d'une manière infiniment plus lente.

La figure supérieure de droite est relative à la même expérience faite avec

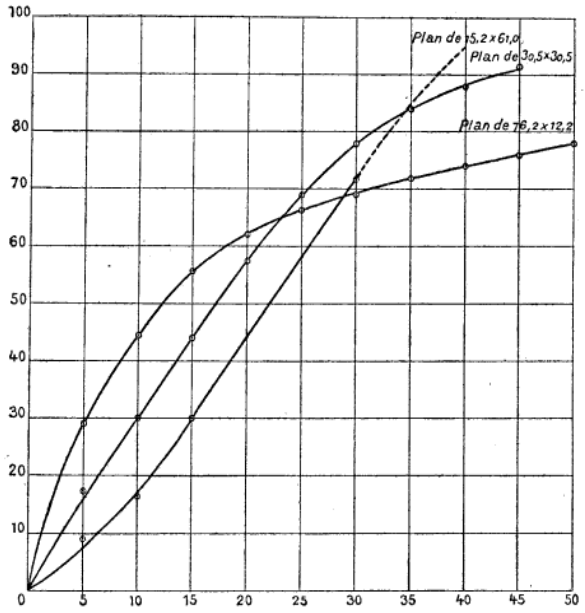


Fig. 7.

un plan moins allongé dans le sens transversal. On voit que l'augmentation du temps de chute avec la vitesse horizontale est moins grande.

La troisième figure est la plus suggestive : la courbe A est relative à un plan très allongé dans le sens perpendiculaire à la marche, la courbe B à un plan beaucoup moins allongé, et la courbe C à un plan allongé dans le sens de la marche.

Vous voyez le résultat obtenu : vitesse de chute ralentie dans la courbe A, moins dans B et moins dans C. Quand on diminue l'envergure, qu'on prend son allongement dans le sens du mouvement, on ne bénéficie plus de la qualité sustentatrice supérieure due à l'attaque oblique.

Le bénéfice est beaucoup plus considérable, vous le voyez au moyen de cette figure, dans le premier cas que dans le second, et dans le second que dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le troisième. Retenez donc ceci comme conclusion de tout ce qui précède : le meilleur moyen d'avoir de la qualité sustentatrice, c'est d'avoir une attaque oblique, et elle est d'autant plus efficace et donne des résultats d'autant meilleurs

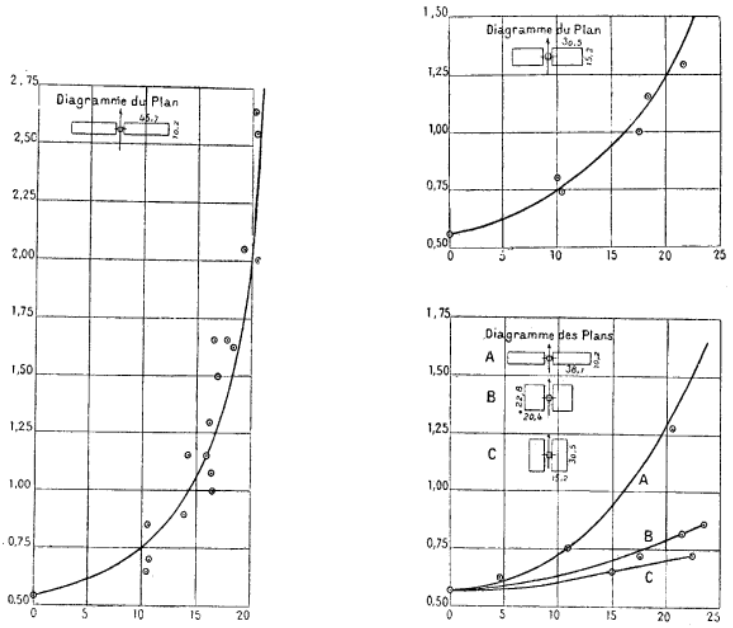


Fig. 8.

qu'on a des surfaces sustentatrices qui sont plus développées dans le sens perpendiculaire à la marche.

Le deuxième moyen est donc d'avoir de l'envergure. Il y en a un troisième, — je regrette ici de ne pas être précis, — c'est de donner aux ailes, aux sustentateurs, une surface non pas plane, mais courbe, légèrement concave vers le bas. C'est la pratique constante des aviateurs d'aujourd'hui, et l'expérience prouve qu'ils ont raison. Mais pourquoi ? On ne le sait pas très bien. Dans tous les cas, au lieu de prendre pour la section de la surface attaquée obliquement une droite AB (fig. 9), on emploie des courbes plus ou moins prononcées. Il y en a qui sont symétriques comme CD, et d'autres qui ont une forme dans le genre de EF, avec courbure beaucoup plus prononcée du côté de l'avant. Ce qui manque pour traiter avec précision cette question, ce sont les expériences méthodiques. Nous en avons un certain nombre pour les plans orthogonaux, pour les plans obliques, mais pas pour les courbes. Seulement, on en a d'un homme de premier ordre, mort victime de son zèle pour l'aviation : Lilienthal, qui a été le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

premier à attirer sérieusement l'attention sur l'avantage de la courbure du sustentateur. Le sustentateur qu'il employait avait une flèche de 1/12 de la corde; dans d'autres, il s'est contenté de 1/24. Ceux qu'il a expérimentés le plus souvent avaient des flèches de 1/12. Il a fait des expériences assez nombreuses, mais je crois que, par certains côtés, elles sont très sujettes à caution, parce qu'elles donnent des résultats assez étranges. Il appelait angle d'attaque l'angle du filet d'air avec la corde de son sustentateur et non pas avec la tangente en D ou F à l'élément initial; il s'arrange de manière à ce que les filets d'air arrivent tangentiellement à cet élément.

Lilienthal a mesuré la réaction d'un sustentateur courbe pour diverses incidences, et il a donné un tableau de la composante normale et de la composante tangentielle en fonction de l'angle d'attaque. Cette dernière composante devrait, semble-t-il, toujours être dirigée vers l'arrière. Or, Lilienthal a trouvé que pour certains angles cette composante tangentielle était dirigée vers l'avant.

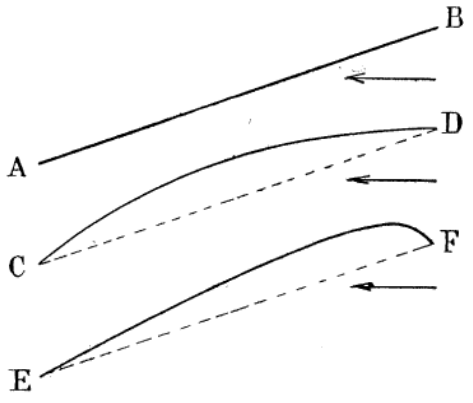


Fig. 9.

C'est une de ces choses sur lesquelles beaucoup d'aviateurs sont sceptiques; en admettant ce fait, on arriverait à conclure que lorsqu'on est frappé par un courant d'air horizontal, on peut avoir une composante qui vous entraîne en avant, c'est-à-dire obtenir un avancement gratuit, par le seul jeu du remous de l'air dans la concavité du sustentateur.

Je me refuse à y croire, jusqu'à nouvel ordre.

Lilienthal a fait des expériences de 0 à 90°, mais aussi des expériences à incidence négative, c'est-à-dire qu'il présentait sa surface sustentatrice de manière que la corde, au lieu d'être inclinée l'avant vers le haut, soit inclinée de manière que l'arrière soit plus haut que l'avant, et malgré cela, il a obtenu encore un certain effet sustentateur.

Dans ce cas, ce n'est pas absolument invraisemblable. Il est certain qu'il perdait quelque chose en avant, mais il est possible que le filet d'air vienne frapper la partie arrière et lui donner une certaine sustentation.

Ce n'est pas un moyen à indiquer, mais ce qui paraît absolument certain, c'est que les ailes courbes ont un avantage réel. Je ne peux pas dire quel est cet avantage, il n'a jamais été bien mesuré. Je dois toutefois vous citer un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

calcul qui a été fait par le colonel Renard, d'après Lilienthal; en appliquant la théorie de la qualité sustentatrice à des résultats expérimentaux indiqués par Lilienthal, il aurait trouvé la qualité sustentatrice formidable de 192, c'est-à-dire que cette aile de Lilienthal, dans les conditions où il se trouvait dans ses expériences, pouvait, avec un travail donné, avec une vitesse fictive d'ascension donnée, porter 192 fois plus par mètre carré que le plan orthogonal. C'est là quelque chose d'énorme : quand on a 20 fois plus, on s'estime content, mais passer à 192, c'est tout à fait extraordinaire.

Doit-on prendre comme exacts les résultats donnés par Lilienthal? Je n'en sais rien, mais c'est encore une raison de plus pour militer en faveur de cette création d'un laboratoire, dont je vous parlais dans une conférence antérieure. Voilà un point très important et que nous connaissons fort mal. Nous savons bien qu'on a des qualités sustentatrices meilleures à l'aide de sustentateurs courbes, mais on ne sait pas comment il faut les disposer et de combien la courbure augmente ces qualités. Il serait très important de l'élucider. Il faudra faire beaucoup d'expériences avec des aéroplanes avant de les connaître, parce que quand vous avez expérimenté deux aéroplanes différents, un meilleur que l'autre, il y a trente-six choses qui changent: ce n'est pas le même moteur, la même hélice, ce n'est pas le même sustentateur : l'un est monoplan, l'autre bi-plan; ils peuvent être maniés par des aviateurs plus ou moins habiles; tandis que quand vous avez dans les mêmes conditions mesuré les effets de deux sustentateurs avec un courant d'air d'une même vitesse, vous savez ce que vous avez fait et vous pouvez tirer des conclusions très utiles pour l'avenir.

Eh bien, nous venons de constater une importante lacune dans la science aéronautique. Il y a là certainement un des points les plus intéressants à élucider : savoir ce qu'on gagne à adopter des sustentateurs courbes. Quoi qu'il en soit, avec l'attaque oblique et avec les grandes envergures, les ailes courbes constituent un des moyens d'améliorer la qualité sustentatrice. C'est encore obscur, mais on en sait assez pour être convaincu qu'on y gagne quelque chose. Je ne puis en dire davantage, dans l'état actuel de la science.

*
* *

Il y a aussi une question très intéressante dans le cas de la sustentation oblique : c'est la position du centre de pression. Lorsque vous présentez un plan à un courant d'air perpendiculaire, si ce plan est symétrique, comme un rectangle, le centre de pression est évidemment au centre de figure du plan. Si maintenant vous le présentiez obliquement et si vous vous reportez à la figure 3 où on voyait les filets d'air qui se déviaient, ceux qui ont dévié vers le haut ont une trajectoire beaucoup plus déformée que ceux qui ont été déviés

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vers le bas; ils doivent donc donner naissance à une réaction plus grande, et par conséquent, la pression doit s'exercer avec plus de force sur la partie antérieure du sustentateur que sur la partie postérieure. Le centre de pression doit donc être vers l'avant.

Eh bien, où est-il? On a fait des expériences assez peu nombreuses et on est arrivé, en somme, à deux formules: celle de Joëssel et celle de M. Soreau. Je vous les donne toutes les deux, je ne vous les garantis pas d'une manière absolue. Je ne sais pas au juste comment ont été exécutées les expériences de Joëssel; quant à celles de M. Soreau, elles ont été faites dans l'eau et elles cadrent assez bien avec celles de Langley, faites dans l'air.

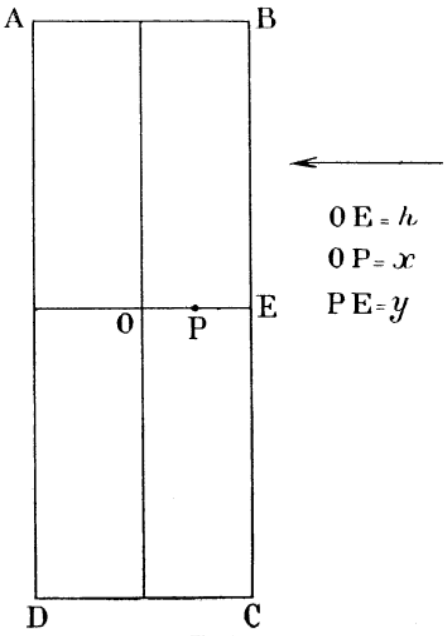


Fig. 10.

Soit un rectangle : A B C D (fig. 10) dont les grands côtés sont perpendiculaires au mouvement. Son centre de gravité est en O à l'intersection des deux médianes. Soit P la position du centre de pression. Par raison de symétrie, il est situé sur la petite médiane et sa position est définie par sa distance $OP = x$, au centre de figure, ou par sa distance $PE = y$ au bord antérieur du rectangle. Ce qui est intéressant à connaître c'est le rapport $\frac{x}{h}$ de la distance OP à OE, moitié de la petite médiane ou du petit côté du rectangle. On peut aussi mesurer $\frac{y}{h}$; on a d'ailleurs évidemment : $\frac{x}{h} + \frac{y}{h} = 1$.

La formule de Joëssel est la suivante :

$$\frac{y}{h} = 0{,}39 + 0{,}61 \sin \alpha$$

ou

$$\frac{x}{h} = 0{,}61 (1 - \sin \alpha).$$

Ce qu'il y a d'un peu étrange dans cette formule, c'est que si α était nul, le centre de pression serait à $0{,}61\ h$ en avant du centre de figure.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La formule de M. Soreau est la suivante:

$$\frac{x}{h} = \frac{1}{2(1+2tg\alpha)}.$$

La formule de M. Soreau déduite d'expériences dans l'eau cadre assez bien avec les résultats obtenus par Langley dans l'air, mais cette coïncidence a été vérifiée par des angles assez grands, et ce sont les petits qui sont intéressants.

Il faut retenir une chose: c'est que quand un angle d'attaque diminue, le centre de pression avance, et cette considération a un grand intérêt au point de vue de la stabilité des aéroplanes. Qu'est-ce que la stabilité? C'est un état permanent qui résulte de ce que toutes les forces se font équilibre: le poids est appliqué au centre de gravité qui ne bouge pas; mais ce qui bouge, c'est le centre de pression. Quand l'inclinaison vient à varier, le centre de pression se déplace, et on est fondé à voir dans ces déplacements du centre de pression une des principales causes de l'instabilité des aéroplanes, la cause des accidents qui ont marqué les débuts des premiers essais qui ont été faits. Maintenant, on a l'air de s'être garé contre ces difficultés-là, mais c'est encore une raison en faveur de l'envergure et de la faible dimension des surfaces sustentatrices dans le sens du mouvement.

Quelle que soit la vraie formule des déplacements du centre de pression, ce qu'il y a de certain, en effet, c'est que ces déplacements sont proportionnels à la largeur du rectangle, à la dimension du sustentateur dans le sens de la marche. Et alors, plus cette dimension sera petite en valeur absolue, moins nous aurons de déplacement. La valeur relative de ce déplacement restera la même. Admettons avec Joëssel qu'elle varie de 0 à 61 p. 100. Si c'est 61 p. 100 d'un mètre, ce sera deux fois moins grave que si c'est 61 p. 100 de deux mètres.

Par conséquent, si vous avez avantage, au point de vue des qualités sustentatrices, à avoir de grandes envergures et de faibles longueurs dans le sens de la marche, vous avez des avantages du même ordre au point de vue de la stabilité: plus votre rectangle sustentateur sera étroit dans le sens de la marche, moins vous aurez de déplacement du centre de pression.

Quant aux sustentateurs courbes, il paraît que leur centre de pression se déplace d'une manière plus fantastique, si on en croit les expériences faites par les ingénieurs allemands : ce centre serait tantôt en avant, tantôt en arrière, tantôt au milieu. Il est extraordinaire qu'on ne culbute pas avec des centres de pression aussi capricieux. Je suis sceptique sur la précision de ces indications, et c'est encore une question qu'il y aurait grand intérêt à élucider au laboratoire.

*
* *

Nous venons donc de voir, et nous en sommes convaincus, que pour amé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

liorer la qualité sustentatrice il faut donner de l'obliquité, de l'envergure et de la courbure au sustentateur. Quels sont les moyens qu'on a pratiquement à sa disposition pour réaliser ces desiderata? Il y en a deux qu'on peut caractériser par une épithète : la sustentation *indépendante* de la marche horizontale et la sustentation *dépendante* de la marche; c'est-à-dire que vous avez des appareils d'aviation qui peuvent se soutenir sans marcher horizontalement, sans avoir de vitesse, et d'autres qui ne peuvent se soutenir qu'au moyen de la vitesse horizontale. Les aéroplanes constituent la deuxième catégorie, et les autres : orthoptères, hélicoptères, cherchent à réaliser la sustentation indépendante. Il est certain qu'au point de vue du fonctionnement pratique, il serait préférable d'avoir la sustentation indépendante : c'est une gêne pour un aviateur d'être obligé de ne pouvoir partir et atterrir que dans de vastes espaces, comme le champ de manœuvres d'Issy ou le camp d'Auvours; c'est un gros inconvénient, mais il est compensé par une meilleure qualité sustentatrice que dans les systèmes à sustentation indépendante, et c'est pour cela que le présent et l'avenir sont aux aéroplanes.

Je voudrais néanmoins vous dire quelques mots de la sustentation indépendante. Pour un aéroplane, d'après ce que nous avons vu, il suffit de promener à grande vitesse des sustentateurs obliques, ayant une grande envergure et une certaine courbure. Mais pour faire de la sustentation indépendante sans avoir l'obligation de faire de la vitesse horizontale en même temps, il y a un certain nombre d'appareils. On peut en proposer des quantités, le système orthoptère en est un; nous savons d'ailleurs qu'il est mauvais. Parmi tous les autres, il n'y en qu'un de bon : le système hélicoptère, qui consiste à faire tourner une hélice à axe vertical.

Si vous voulez faire tourner une hélice à axe vertical, le résultat obtenu, c'est qu'en vertu de l'égalité de l'action et de la réaction, vous ferez tourner en sens inverse votre hélicoptère. Ce qu'on peut obtenir en effet, grâce au moteur, c'est un déplacement relatif de l'appareil et de l'hélice, mais lequel des deux gardera une orientation invariable? En général, ni l'un, ni l'autre. En fait, vous ne savez pas ce que vous aurez. On corrige ce défaut capital par deux moyens : l'un approximatif et l'autre parfait.

Le moyen approximatif consiste à munir l'appareil de plans verticaux qui par leur résistance ralentissent le mouvement de rotation de l'hélicoptère, mais ne s'y opposent pas absolument.

Mais il y a un moyen plus parfait, qui consiste à avoir une paire d'hélices tournant à la même vitesse en sens inverse : la réaction de l'une détruit celle de l'autre, et par conséquent, on est sûr qu'on n'a pas de mouvement de rotation de l'appareil. C'est comme cela que sont conçus la plupart des hélicop-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tères, ceux qui ont marché. On obvie ainsi au premier défaut de ces engins.

Mais, ce qu'il y a d'intéressant, c'est de savoir ce qu'on peut obtenir comme sustentation, au moyen d'une hélice, et de le comparer à ce qu'on peut obtenir d'un aéroplane. Au moyen d'une hélice, le rendement est moins bon. Il y a deux formules fondamentales. Nous tombons toujours sur la fraction $\frac{T^2}{P^3}$ comme caractéristique d'un sustentateur, qu'il soit du genre orthoptère, aéroplane ou hélicoptère.

Supposons une hélice à axe vertical. Au moyen d'une expérience, on peut mesurer deux choses : d'une part, la poussée P, et, d'autre part, le travail T nécessaires pour la produire. La poussée est donnée par la formule :

$$P = \lambda n^2 x^4.$$

Pour des hélices semblables, λ est un coefficient qui dépend de la forme des hélices, de leur qualité; on peut l'améliorer plus ou moins; n est le nombre de tours d'hélice par seconde, et x le rayon de l'hélice.

Pourquoi cette proportionnalité : n^2 et x^4? C'est tout simplement une expression de la proportionnalité de la résistance de l'air à la surface, d'une part, et au carré de la vitesse, d'autre part.

Pour deux hélices semblables, les surfaces sont proportionnelles au carré des dimensions homologues, au carré du rayon, c'est-à-dire à x^2

Quant à la vitesse, qu'est-ce qu'elle est? Elle est d'abord proportionnelle au nombre de tours par seconde. Par conséquent, le carré de la vitesse sera proportionnel au carré du nombre de tours par seconde, c'est-à-dire à n^2, mais le chemin parcouru pendant un tour est égal à $2\pi x$.

Par conséquent, le chemin parcouru pendant un tour est proportionnel à x, le nombre de tours est proportionnel à n, le chemin parcouru pendant une seconde est proportionnel à n d'une part, et à x, d'autre part. La résistance de l'air par unité de surface, qui est proportionnelle au carré de la vitesse, sera, par suite, proportionnelle aux carrés de n et de x, soit à n^2x^2. Comme la surface elle-même est proportionnelle à x^2 pour des hélices semblables, la résistance sur l'ensemble de l'hélice sera proportionnelle à $x^2 \times n^2x^2$ soit à n^2x^4 comme l'indique la formule.

Quant au travail T, il est donné par une autre formule :

$$T = \theta n^3 x^5$$

Pour l'obtenir, en effet, nous multiplions l'effort par la projection sur la direction de l'effort du chemin parcouru. Ce chemin parcouru, il est proportionnel au nombre de tours et au rayon de l'hélice. Par conséquent, n intervient une fois de plus, et x également.

Donc, au lieu d'avoir n à la deuxième puissance, nous l'avons à la troisième;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et au lieu d'avoir x à la quatrième puissance, nous l'avons à la cinquième.

Pour avoir entre T et P une relation indépendante de la vitesse, il faut comme toujours élever le travail au carré, et la poussée au cube.

Nous tombons encore sur une valeur constante de $\frac{T^2}{P^3}$.

Nous allons avoir en effet :

$$\frac{T^2}{P^3} = \frac{\theta^2 n^6 x^{10}}{\lambda^3 n^6 x^{12}} = \frac{\theta^2}{\lambda^3 x^2}.$$

D'où l'on peut tirer

$$P^3 = \frac{\lambda^3}{\theta^2} x^2 T^2$$

et

$$P = \frac{\lambda}{\theta^{\frac{2}{3}}} x^{\frac{2}{3}} T^{\frac{2}{3}}$$

et en posant : $\zeta = \frac{\lambda}{\theta^{\frac{2}{3}}}$ on a finalement $P = \zeta x^{\frac{2}{3}} T^{\frac{2}{3}}$.

Le colonel Renard a fait des expériences au moyen d'appareils que je vous ai déjà projetés, pour avoir la valeur de ce coefficient ζ, qui est une indication de l'efficacité sustentatrice d'un type d'hélice. Au lieu de donner les résultats numériques de ces recherches, je préfère vous en indiquer les conséquences telles qu'il les a lui-même déduites.

Lorsqu'on opère avec une hélice sustentatrice, il est toujours possible de trouver un plan mince orthogonal équivalent, c'est-à-dire ayant la même valeur du rapporrt $\frac{T^2}{P^3}$, en d'autres termes, exigeant le même travail pour obtenir la même poussée.

On appréciera alors la qualité sustentatrice d'une hélice par le rapport entre la surface du plan orthogonal et la surface de l'hélice. Plus ce rapport sera grand, plus l'hélice sera avantageuse. C'est comme pour tous les sustentateurs : si un sustentateur peut faire le même effet avec une surface quatre fois plus petite qu'un autre, il est quatre fois meilleur.

Mais il y a une différence en ce qui concerne les hélices : ce qu'on considère comme surface d'une hélice, ce n'est pas la surface de ses ailes, mais celle du cercle décrit, balayé par l'hélice. Pourquoi prend-on ce cercle comme surface, au lieu de prendre les ailes? Il y a deux raisons : la première, c'est une raison pratique. Au point de vue de l'encombrement, ce qui vous gêne, ce n'est pas la grandeur des ailes d'une hélice, mais le chemin qu'il faut leur laisser libre. Mais, il y a une autre raison d'ordre mécanique, c'est que la qualité d'une hélice sustentatrice ne dépend pas du tout du nombre de ses ailes, ni de leur largeur ; il faut qu'il y en ait au moins deux ; mais qu'il y en ait deux, quatre, le résultat est le même. Que vous donniez ou non aux hélices un grand développement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans le sens transversal à leur mouvement, c'est-à-dire dans le sens de la circonférence, c'est exactement la même chose. Ce qui intervient comme qualité d'une hélice, c'est la surface du cercle balayé, et c'est le pas. Vous savez ce qu'est que le pas : c'est la quantité dont on avancerait par tour si l'hélice se vissait dans l'air, comme une vis dans son écrou. Ce qui est intéressant, c'est le rapport du pas au diamètre maximum, et il y a des expériences du colonel Renard d'où il a conclu que la qualité d'une hélice varie considérablement avec le rapport du pas au diamètre. Aussi est-il arrivé à cette conclusion que la meilleure hélice qu'il ait expérimentée avait une qualité de 1,14 ; elle était 1,14 fois meilleure, non pas par rapport au plan de même surface que ses ailes, mais au plan de même surface que le cercle balayé. Ce n'est pas énorme, c'est peu de chose à côté des qualités des aéroplanes.

En poussant plus loin ses études, il est arrivé à conclure que la qualité sustentatrice d'une hélice ne dépasserait jamais 6. Je ne veux pas faire le calcul auquel il s'est livré pour cela, ce serait trop compliqué.

Quoi qu'on fasse, on n'arrivera jamais à faire avec une hélice mieux que six fois ce qu'on ferait avec un plan orthogonal égal au cercle balayé. Par conséquent, on ne peut pas faire énormément de chose avec les hélices. On a de moins bonnes qualités sustentatrices qu'avec les aéroplanes. Eh ! mon Dieu, c'est naturel à penser, parce que, ce qu'on rencontre, c'est toujours à peu près le même air qui a été frappé par une palette, et quand on fait du 200, du 600 tours par minute, il n'a pas le temps de s'en aller, ce n'est pas de l'air neuf ou renouvelé comme quand on s'avance librement au moyen d'un aéroplane.

Quoi qu'il en soit, il est intéressant de savoir ce qu'on peut porter avec des hélices aériennes sustentatrices, et le colonel Renard est arrivé à une formule sur le maximum possible. Cette formule est assez curieuse : Le maximum de ce que peut porter en l'air une hélice à axe vertical est proportionnel à la troisième puissance de la qualité, en raison inverse de la sixième puissance du poids par cheval du moteur, et en raison inverse de la deuxième puissance du poids d'une hélice du même type d'un mètre de diamètre. Quand on calcule d'après ces éléments, on voit qu'avec des hélices du type expérimenté par le colonel Renard, et avec des moteurs pesant 10 kilogrammes par cheval, ce qu'on peut enlever avec des hélices, c'est 160 grammes. Ce n'est pas grand'chose.

Avec des moteurs de 5 kilogrammes par cheval, c'est $10^{kg},300$; si le moteur ne pèse que 3 kilogrammes par cheval, on peut enlever 220 kilogrammes ; avec 2 kilogrammes pour le poids du cheval, le poids soulevé peut atteindre 2 500 kilogrammes.

Quand on en sera là, quand on aura des moteurs qui ne pèseront que 2 kilogrammes par cheval, il ne sera pas déraisonnable de joindre aux aéroplanes des hélices sustentatrices. Cela rendra les départs et les atterrissages

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

très faciles. Ce sera, il est vrai, un gaspillage de force ; au point de vue de la marche prolongée dans l'air, nous ne considérons l'hélice sustentatrice que comme un moyen défectueux ; mais au point de vue du départ et de l'atterrissage, elle peut rendre des services très appréciables ; quand nous l'aurons fait marcher au cours d'un long voyage une demi-heure en tout, cela n'absorbera

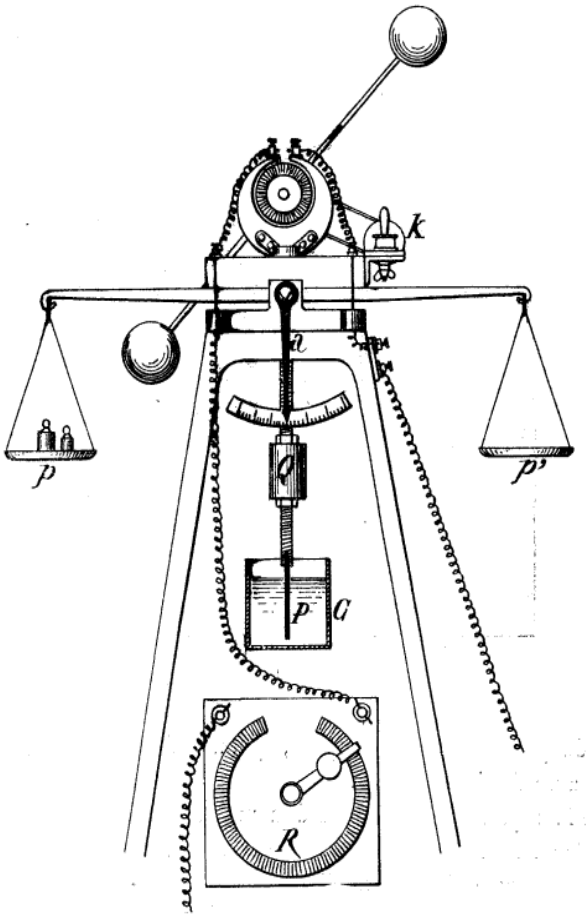


Fig. 11. — Balance dynamométrique du colonel *Renard*.

pas notre provision d'essence, et ce ne sera pas un emploi déraisonnable. Dans tous les cas, avec la légèreté actuelle des moteurs et la qualité actuelle des hélices, on ne peut porter qu'un poids insuffisant.

Seulement, il y a de l'espoir, comme c'est en raison inverse de la sixième puissance du poids du moteur, quand le moteur diminue, on est certain de pouvoir gagner beaucoup pour les hélices sustentatrices. La qualité des hélices

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

augmentera aussi, puisque les meilleures ont 1,14 et qu'on peut arriver à une qualité de 6. On pourrait théoriquement par le seul accroissement de la qualité arriver à multiplier par 200 le poids que peut porter une hélice. Par conséquent, si nous arrivions demain à augmenter les qualités des hélices, à les porter à leur valeur maxima, au lieu de pouvoir, avec un moteur de 5 kilogrammes par cheval, enlever 10^{kg}300, on pourrait en enlever 200 fois plus, soit 2060 kilogrammes.

Il y a donc espoir, par une augmentation de la qualité des hélices, par une

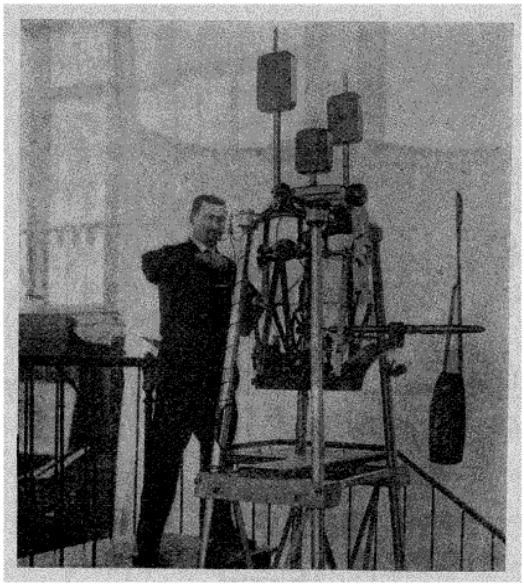


Fig. 12.

diminution du poids du cheval-vapeur, qu'on puisse arriver à des résultats appréciables avec des hélicoptères.

La figure 11 représente la balance dynamométrique du colonel Ch. Renard déjà présentée au cours de la deuxième conférence. Vous vous en rappelez le principe. La dynamo qui actionne l'objet à essayer est portée par un plateau oscillant. Lorsqu'on envoie le courant, la dynamo prend un mouvement de rotation ainsi que l'objet à essayer, mais par suite de la réaction, le plateau mobile et tout ce qu'il porte tend à tourner en sens inverse. Au moyen de poids placés en p, on ramène la balance à sa position initiale. Le produit du poids par le bras de levier du plateau p donne un couple égal au couple résistant, et connaissant le nombre de tours au moyen d'un compteur, on peut calculer le coefficient de résistance de l'objet essayé, ainsi que le travail absorbé par son mouvement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette balance, telle qu'elle est là, ne pouvait pas permettre de faire des études sur les hélices. Voici comment elle a été modifiée (fig. 12).

Ce qu'il faut remarquer, c'est que cette balance est suspendue autour de deux axes perpendiculaires entre eux. Il y en a un parallèle à l'axe de l'hélice et l'autre est perpendiculaire à cet axe, si bien que quand on met l'appareil en mouvement, il se produit un double déplacement de tout le bâtis : d'une part, en sens inverse du mouvement de rotation de l'hélice ; et, d'autre part, la poussée produite par l'hélice fait reculer la machine en arrière. A chacun des deux axes d'oscillation correspond un plateau de balance. En y plaçant des poids convenables, on peut ramener l'appareil à sa position de repos, ce que l'on constate au moyen de deux aiguilles qu'on ramène à zéro. On peut ainsi mesurer d'une part le couple moteur, et d'autre part la poussée de l'hélice. On arrive donc à la fois à avoir le travail qu'il faut dépenser pour mettre l'hélice en mouvement, et l'effort que l'hélice exerce suivant son axe. Eh bien, le résultat de ces expériences est représenté par la figure 13. C'est une courbe dont les abscisses sont proportionnelles au rapport du pas de l'hélice à son diamètre, et dont les ordonnées sont proportionnelles à la qualité.

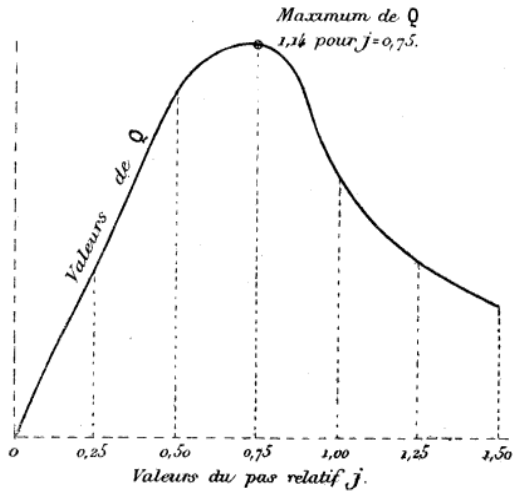


Fig. 13.

La valeur de celle-ci est d'abord nulle pour un pas nul; puis, elle augmente rapidement. On est arrivé au maximum pour un pas égal à 75 p. 100 du diamètre, avec une qualité de 1,14. Une telle hélice est donc équivalente à un plan orthogonal d'une surface égale à celle du cercle balayé multipliée par 1,14. Cette mesure ne s'applique évidemment qu'au type d'hélice essayé, et nous avons vu qu'on peut espérer mieux.

Nous en avons fini avec la question de l'air considéré comme support. Vous pouvez en retenir ceci : le système orthoptère ne vaut rien, car son emploi condamne à exagérer d'une manière énorme la surface sustentatrice. Pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

faire quelque chose de pratique comme sustentation, il faut augmenter la qualité sustentatrice. Les moyens fondamentaux sont : l'attaque oblique, l'envergure, la courbure des ailes. Pour l'attaque oblique, on a pu préciser; pour l'envergure, on est à peu près fixé; pour la courbure, on ne le sait pas bien ; on sait que cela vaut mieux, mais c'est encore plutôt du sentiment que le résultat de l'expérience. Pour réaliser la sustentation oblique, on peut choisir entre la manière indépendante grâce à laquelle on n'est pas obligé de marcher en avant pour se soutenir, et la manière dépendante qui n'est effective qu'à la condition de marcher horizontalement. La manière dépendante est plus incommode, mais elle a un meilleur rendement au point de vue mécanique : avec moins de travail, on peut obtenir la même sustentation.

En employant le système de la sustentation indépendante, par l'amélioration des hélices, d'une part, et du moteur, d'autre part, on pourra arriver à en tirer quelque avantage. Je ne crois pas que les hélices sustentatrices supplanteront un jour les aéroplanes, mais elles serviront utilement dans les manœuvres de départ et d'atterrissage.

Nous considérerons dans la prochaine séance l'air comme un point d'appui pour un propulseur, auquel nous demanderons, non pas de rester immobile comme on le demande à un sustentateur, mais de nous entraîner avec une vitesse horizontale plus ou moins grande.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTES DE CHIMIE

Par M. Jules Garçon

A TRAVERS SCIENCES ET INDUSTRIES CHIMIQUES :

Généralités. — Sur le monopole des allumettes. — Sur le monopole des tabacs. — Chimie analytique.
Produits minéraux. — Sur l'oxygène.
Métaux et métallurgie. — Sur l'aluminium. — Sur l'étain. — Le thorium. — Sur le fer galvanisé.
Chaux, ciments et plâtres. — Essai du plâtre.
Résines et vernis. — Solubilité des copals. — L'industrie du caoutchouc. — Défauts des vernissages.
Corps gras. — L'action détersive du savon.
Hydrates de carbone. — Les gommes du Soudan.
Industries textiles. — Le lavage des laines et les sous-produits. — Préparation de la fourrure artificielle. — Sur le mercerisage.
Matières colorantes. — Coloris floraux.
Chimie végétale et agricole. — La tourbe. — Les insecticides.
Chimie médicale et hygiénique. — L'ionothérapie. — Produits médicamenteux.

MONOPOLE DES ALLUMETTES

Les manufactures d'allumettes sont au nombre de six, appartenant toutes à l'État; elles sont situées à Pantin-Aubervilliers, Marseille, Trélazé (Maine-et-Loire), Bègles (Gironde), Aix en Provence, Saintines (Oise). Des ateliers de construction, à Limoges, sont chargés de la confection d'une partie de l'outillage de ces établissements.

Il a été fabriqué durant l'année 1907 une quantité de 39 292 807 080 allumettes, supérieure de 1 258 504 620 à la fabrication de l'année précédente. La répartition entre les diverses catégories comprend :

1° Allumettes en bois au sesquisulfure de phosphore s'enflammant sur toutes les surfaces, 24 258 733 940.

2° Allumettes dites de sûreté : (1) Allumettes en bois au phosphore amorphe soufrées 10 038 567 500. (2) Allumettes en bois au phosphore amorphe suédoises, 2 191 990 000. (3) Allumettes en bois au phosphore amorphe tisons 905 280 000.

3° Allumettes en cire : 1 628 236 180. — Total : 38 034 302 460 allumettes.

Il a été confectionné en outre en 1907, à la manufacture de Pantin, 44 000 frottoirs et 15 310 flacons de poudre spéciale pour alimenter les frottoirs.

Pour ces fabrications, il a été employé : 42 454 679 000 allumettes blanches, dont 6 877 115 000 ont été produites à la manufacture de Saintines par le débitage de 4 358 mètres cubes de bois en grume; 905 747 kilogrammes de soufre; 34 301 kilogrammes de sesquisulfure de phosphore; 10 787 kilogrammes de phosphore amorphe; 288 968 kilogrammes de chlorate de potasse; 74 170 kilogrammes de colle forte;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

29 376 kilogrammes de gomme du Sénégal; 58 973 000 mètres linéaires de bougie filée préparée à la manufacture de Marseille qui, en 1907, a employé à cet usage 37 132 kilogrammes de coton et 125 678 kilogrammes de stéarine et de cire.

Le personnel comprenait 23 agents commissionnés, 110 préposés; le personnel ouvrier se composait de 586 hommes et de 1 223 femmes empyloés à titre permanent: 138 hommes et 293 femmes à titre temporaire.

SUR LE MONOPOLE DES TABACS

L'exploitation du monopole des tabacs, en 1907, a donné lieu à 472 millions de recettes contre 85 millions 700 000 de dépenses nettes.

La production du tabac indigène constitue pour l'agriculture nationale une source importante de revenus; elle est autorisée dans 24 départements.

Pour la récolte de 1907, qui a été livrée en 1908, le nombre de planteurs a été de 52 366; le nombre d'hectares cultivés de 15 661; les quantités de tabac livrées, donnant lieu à payement, de 20 335 943 kilogrammes, ayant une valeur de 19 454 533 fr. Le prix moyen d'achat des cent kilogrammes est de 95 fr. 66. Le rendement en poids à l'hectare a été de 1 298 kilogrammes, et le rendement en argent de 1 242 fr. 22.

Les manufactures sont au nombre de 20; elles appartiennent toutes à l'État, qui possède à Limoges des ateliers spéciaux chargés de la confection d'une partie de l'outillage des divers établissements.

CHIMIE ANALYTIQUE

L'hypobromite de sodium est le réactif de l'acide hippurique. *MM. W. H. Dehn et S. H. Scott* l'ont essayé sur un grand nombre de composés phénoliques, de dérivés phénoliques, de composés aromatiques et d'alcaloïdes, et ils relèvent toute une série de colorations caractéristiques, que l'on trouvera dans le numéro 9 du Journal de l'*American chemical Society* (reproduit dans les *Chemical News* du 23 octobre 1908).

SUR L'OXYGÈNE

La préparation industrielle de l'oxygène se fait aujourd'hui soit par électrolyse de l'eau, soit par séparation de l'air liquéfié par les procédés Linde et Claude. Le procédé Linde produit par unité de machine 20 à 50 mètres cubes d'oxygène à l'heure; le procédé Claude 50 à 100 mètres cubes. L'appareil Linde le plus puissant est installé pour l'extraction de l'azote (375 mètres cubes à l'heure) à l'usine de la cyanamide calcique de Odda, en Norvège.

Les quatre usines de la Société Linde sont celles de Hollriegelsgreuth, près Munich (750 mètres cubes par jour), Berlin (625), Dusseldorf Reisholz (750), Mulheim sur Ruhr (capacité de production de 1 200).

A Aubervilliers, l'usine Bardot applique le procédé Linde. Deux usines sont en construction à Hambourg et à Gleiswitz pour une production de 500 mètres cubes. La quantité d'oxygène fabriqué par les procédés Linde est évaluée à 3,325 mètres cubes par jour, soit 1 000 000 de mètres cubes par an (d'après la *Revue des éclairages*, numéro de février).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SUR L'ALUMINIUM

D'après *Fr. Fillinger* (*Pharm. Zentralb.*), les feuilles d'aluminium ne perdent pas de poids après une ébullition d'une demi-heure dans le lait, et la perte est très minime dans le lait aigri. L'aluminium n'est attaqué ni par le vin blanc ou rouge, ni par des dissolutions à 10 p. 100 de chlorures de sodium ou de potassium, d'iodure de potassium, de sulfate de potassium, de nitrate de sodium ou de calcium. Mais les solutions de bicarbonate de sodium, de chlorure de calcium, de sulfate de calcium ou de magnésium, les eaux minérales l'attaquent fortement.

SUR L'ÉTAIN

M. L. Giraud (*Bulletin de la Société des ingénieurs civils*, n° de janvier 1909, p. 47 à 117) donne une excellente monographie sur l'étain de Pérak dans les Federated Malay States. Ceux-ci fournissent les 60 p. 100 de la production mondiale, et l'Etat de Pérak à lui seul les 31 p. 100. La monographie traite surtout des gisements, des prospections, des méthodes d'exploitation, de la préparation mécanique du minerai, de son traitement dans les fonderies chinoises; une bibliographie intéressante termine cette monographie :

J. Errington de la Croix. Les mines d'étain de Pérak, 1883. — J. de Morgan. Exploration de la presqu'île malaise, 1886. — Charleton. Tin. London, 1884. — J. de Morgan. Note sur la géologie et sur l'industrie minière du royaume de Perak et des pays voisins (ex-Annales des mines, mars 1886). — Octave J.-A. Collet. L'étain, étude minière et politique sur les États fédérés malais, Bruxelles, 1904. — Mixing Enactement n° 17 of 1904, State of Perak, Kuala Lumpur, 1904. — D. Pascal et E. Gervais. Un gîte d'étain remarquable dans la presqu'île de Malacca (ex-Bulletin de la Société des anciens Elèves de l'École des mineurs d'Alais, décembre 1905). — Ralph Stokes, Malay tin-field, Singapour, 1906. — Conway Belfield. Handbook of the Federated Malay States, London, 1906. — J. B. Scrivenor. Geologist's report of progress, Kuala Lumpur, 1907. — Manuel of statistice relating to the Federated Malay States, Kuala Lumpur, 1907. — E. Gervais. Étude sur la vallée calcaire de Kinta (ex-Bulletin des anciens Élèves de l'École des mineurs d'Alais, septembre 1907). — Sydney Fawns. Tin deposito of the World. — Journal of the federated Malay States Museums, Kuala Lumpur.

LE THORIUM

Le thorium, d'après *M. H. von Bolton* (*Zeitschrift für Elektrochemie*, 20 nov. 1908, t. XIV, p. 768), se prépare en chlorurant le bioxyde ou thorine par un courant à chaud de tétrachlorure de carbone, puis en réduisant le chlorure de thorium par le sodium, dans un creuset de fer porté au rouge. Le thorium fond à 1 450°. Sa d. = 12,16. Il a la couleur et la ductilité du platine.

On sait que M. Chauvenet (*Comptes Rendus*, t. CXLVII, 1908, p. 1046) prépare le chlorure de thorium par action de l'oxychlorure de carbone sur la thorine. MM. C. Matignon et Delépine ont utilisé, soit un mélange d'oxyde de carbone et de chlore, soit le tétrachlorure de carbone seul ou mélangé au chlore, soit mieux un mélange de chlore et de chlorure de soufre (*ibidem*, p. 1292).

Il n'existe pas de composés aussi hygroscopique que le chlorure de thorium, lorsqu'il contient des impuretés. Le chlorure pur est un corps très maniable.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SUR LE FER GALVANISÉ

Jusqu'ici le principal défaut que présentent les objets zingués à chaud, soit par trempe dans un bain de fusion, soit même par shérardisation au gris de zinc, c'est de présenter des gerçures dès qu'on les courbe.

Le galvanisage électrolytique offre en principe bien des avantages: régularité du dépôt, donc économie de zinc sur le procédé à chaud; économie de combustible; faible adhérence de la couche de zinc. Mais la réalisation, par contre, malgré les nombreux procédés proposés, n'a pas donné les résultats espérés; l'enduit est gris et mat.

M. Carl Richter aurait obtenu d'excellents résultats au moyen d'une électrolyte de sulfate de zinc et de sulfate d'ammoniaque, rendue acide avec 3 p. 100 d'acide sulfurique.

ESSAI DU PLATRE

M. Krum Chaar a communiqué, à la réunion de 1908 de l'Union Allemande du plâtre, une méthode rapide d'essai du plâtre, que M. Fr. Marre résume dans la *Revue générale de chimie* (numéro du 21 mars 1909, p. 116).

« Dans l'appréciation d'un plâtre commercial, quatre facteurs physiques entrent en jeu, la teneur en substance active et inactive, le rapport de l'eau au plâtre pendant le gâchage, la finesse, la température de durcissement.

Ces différents agents physiques dépendent eux-mêmes de la teneur, de l'échantillon soumis à l'appréciation, en chacune des six modifications que peut contenir le plâtre du commerce. En effet, certaines de ces modifications sont actives, d'autres inactives; chacune d'elles comporte pour le gâchage un rapport eau-plâtre caractéristique; à chacune d'elles correspond, pour la prise, un dégagement de chaleur et une élévation de température également caractéristiques; chacune d'elles, enfin, possède des propriétés physiques spéciales qui jouent leur rôle dans l'ensemble.

Les six modifications que l'on trouve dans les types courants de plâtre commercial sont : 1° le plâtre cru, c'est-à-dire le sulfate de chaux à deux molécules d'eau (SO^4Ca, $2H^2O$), 2° le plâtre à enduit normal (SO^4Ca, $1/2\ H^2O$), qui se forme à 120; 3° le plâtre anhydre, qui est formé entre 190° et 500°; 4° le plâtre à enduit dit cuit à mort, qui se forme au-dessus de 300°; 5° le plâtre dit à aire de repous, qui se forme au-dessus de 500°; 6° le plâtre dit cuit à mort qui ne fait plus prise, et se forme à la température du rouge blanc.

Les trois dernières modifications sont celles de l'anhydrite proprement dite.

Le plâtre cru n'a aucune affinité pour l'eau. Le plâtre à enduit normal, gâché avec l'eau, durcit en reprenant l'eau qu'il a perdue, mais ce durcissement et cette hydratation ne se produisent que par gâchage avec de l'eau liquide.

Le rapport de l'eau au plâtre, pendant le gâchage, varie pour le plâtre normal et suivant la finesse, de 100/150 à 100/160; l'expérience démontre que le poids du litre et le poids spécifique varient parallèlement en raison directe de la quantité de plâtre nécessaire au gâchage. Le durcissement du plâtre à enduit est accompagné d'un dégagement de chaleur très caractéristique. Le mélange plâtre et eau ne s'échauffe que faiblement pendant le premier quart d'heure; puis il se produit soudain un fort dégagement de chaleur de courte durée. Le temps de prise est d'environ 40 à 60 minutes, et l'élévation de température est de 10° à 20°. Chauffé à 190°, le plâtre normal perd sa dernière demi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

molécule d'eau et devient l'anhydrite soluble de Van'thoff. Pour cette modification, le rapport de l'eau au plâtre pendant le gâchage n'est que de 100/120; c'est-à-dire que ce gâchage demande une quantité de plâtre plus faible que précédemment. Lorsque cette formation est terminée, la prise a lieu comme celle du plâtre normal, mais elle est plus rapide (30 à 40 minutes) et comporte une élévation de température plus grande que celle du plâtre normal. A l'air humide, le plâtre anhydride fixe 1/2 H^2O pour former le demi-hydrate.

On voit ainsi que sont actifs : le plâtre à enduit normal, le plâtre anhydre de Van'thoff et le plâtre à aire de repous. Sont au contraire inactifs : le plâtre cru, le plâtre à enduit cuit à mort, et le plâtre à aire de repous cuit à mort. La teneur en eau de l'échantillon, le rapport eau-plâtre pendant le gâchage, et le dégagement de chaleur pendant la prise permettront d'apprécier en quelles proportions entrent, dans le plâtre soumis à l'examen, les six modifications qui viennent d'être décrites; et d'en déduire la valeur technique de ce plâtre. Il suffira donc de déterminer ces trois quantités pour remplacer l'analyse et les essais de résistance. »

SOLUBILITÉ DES COPALS

Un tableau très intéressant de la solubilité des différents copals Kauri de la Nouvelle-Zélande est donné par *M. Ch. Coffignier* dans le Bulletin de la Société chimique, 1909, p. 294.

Ce tableau donne les insolubles pour cent trouvés par ébullition.

	Kauri blonde.	Kauri brune.	Kauri busch.	Kauri busch récolte.
Alcool éthylique.	6,6	35,8	12,3	4,20
— méthylique	46,9	61,9	47,3	34,20
— amylique	Soluble.	Soluble.	Soluble.	Soluble.
Éther ordinaire	61,8	60,7	55,1	51,10
Chloroforme.	54,4	58,7	50,7	43,40
Benzène.	66,7	70,6	61,7	57,60
Acétone	8,9	38,7	20,7	11,30
Essence de térébenthine. .	77,5	73,6	72,9	63,09
Aldéhyde benzoïque. . . .	Soluble.	Soluble.	Soluble.	Soluble.
Aniline.	Soluble.	Soluble.	Soluble.	Soluble.
Acétate d'amyle	Soluble.	2,0	Soluble.	Soluble.
Tétrachlorure de carbone.	81,1	77,3	71,9	63,00

Le procédé de préparation des vernis au copal par dissolution dans l'alcool amylique et l'essence de térébenthine, de *M. Ach. Livache* est exposé dans le numéro d'avril 1909, au *Moniteur Scientifique*, p. 278; c'est la reproduction du mémoire paru dans le numéro de juin de notre bulletin, p. 822; et nos notes de chimie l'avaient résumé (numéro de mai, p. 710) d'après la communication à l'Académie des sciences d'avril 1908.

L'INDUSTRIE DU CAOUTCHOUC

M. Boutaric en a fait l'objet d'une conférence récente à la Société des Ingénieurs civils.

L'industrie livre des produits qui varient continuellement. Ces variations sont sous la dépendance de nombreux facteurs. La nature des divers végétaux qui produisent le *latex*, les régions diverses dans lesquelles a lieu la récolte, constituent un premier fac-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

teur des variations. A celui-ci viennent s'ajouter les différences provenant de l'âge des arbres, de leur végétation plus ou moins riche, de la composition du sol, de la nature du climat et de l'époque de la récolte.

Dans le *latex*, les variations de composition chimique de ses trois constituants : résine, caoutchouc, et véhicule aqueux et salin, correspondent aux trois constituants du lait ordinaire, beurre, caséine, et petit lait.

En second lieu, le *latex* subit, sur place, une *coagulation* de l'ensemble résines-caoutchouc, qui constitue un second facteur de variation. Victor Henry a montré que le même *latex* peut donner des produits de valeurs très différentes, suivant qu'il est *bien* ou *mal* coagulé. Entre ces deux mesures, *bien* ou *mal*, il y a place pour toute une gamme de nuances, de telle sorte qu'un morceau de caoutchouc brut n'est jamais semblable à son voisin.

Victor Henry a eu l'heureuse idée de cinématographier les mouvements browniens des globules de caoutchouc d'une goutte de latex soumise à l'action du produit coagulant.

En troisième lieu, la matière est fréquemment adultérée. Il est impossible d'avoir des renseignements exacts sur ses origines, sur sa date de récolte et sur son mode de coagulation. Le magasinage, les actions de l'air, de la chaleur, de la température viennent s'ajouter à ce troisième facteur de variation.

Les opérations successives de l'industrie du caoutchouc sont le déchiquetage, le mastiquage, le calandrage, enfin la dissolution. Elles influent à leur tour sur l'état physique, en sorte que la mise au point de la matière fabriquée est un nouveau facteur de variation.

Enfin la dernière opération, c'est-à-dire la vulcanisation par le soufre à des températures comprises entre 120° et 150°, varie de conditions selon l'espèce de gomme. Après vulcanisation, des modifications nouvelles dans la constitution continuent à intervenir. Par exemple : les conditions de magasinage, de température, d'éclairement, constituent un autre facteur de variations au point de vue de la conservation du caoutchouc vulcanisé.

Les résultats de la vulcanisation sont que le caoutchouc devient peu sensible aux variations de température, entre — 10° et + 100°. Après une transformation même considérable, il revient à sa forme primitive. Enfin, il n'est plus capable de se souder à lui-même. Les trois variables principales du problème de la vulcanisation sont : la quantité de soufre, la température, le temps. Carl Otto Weber, envisageant le côté chimique de ce problème, a donné, dans son ouvrage *The Chemistry of India Rubber*, des tableaux et des courbes relatives à ces trois variables.

DÉFAUTS DES VERNISSAGES

Le traité de peinture en bâtiment de *M. E.-A. Ducompe*, que son éditeur Mme veuve Charles Schmid vient de présenter à la Société, expose comme il suit les défauts des vernissages.

Les vernis, après leur application, sont sujets à certains désagréments, dont les principaux sont le fripage, les cloques ou boursouflages, le picotage ou vernis terne, les gerçures.

Le fripage peut être occasionné par un fond passé trop gras ; alors le vernis refuse et se retire, au lieu de s'étendre comme il devrait le faire. Pour l'en empêcher, il suffit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de dégraisser son fond avec du blanc d'Espagne et de l'eau, en frottant avec un chiffon de drap. — Le fripage peut venir également de l'humidité; en ce cas, il faut alors, avant de vernir, chauffer l'appartement si le travail est à l'intérieur, ou attendre un temps sec si c'est à l'extérieur.

Les cloques ou boursouflures viennent très souvent de ce que, après l'application du vernis, le soleil frappe dessus en plein. Ou encore, de ce qu'ayant passé des couches de fond sur d'anciennes peintures, ces couches n'ayant pu s'adapter ensemble ont cependant ramolli certaines parties qui se détachent du bois et forment cloque sous l'action du soleil. — Le manque de précaution dans l'emploi des teintes peut aussi occasionner des cloques. Si on ne purge pas ses brosses, en sortant du baquet, de l'eau qu'elles peuvent contenir avant de les mettre dans la tente pour les délayer et les étendre, les globules d'eau qu'elles contiennent peuvent produire autant de cloques.

Le principal remède est de bien enlever par le brûlage toutes les vieilles peintures sur lesquelles on est appelé à peindre, si on craint qu'elles n'offrent pas les garanties suffisantes pour l'application de couches nouvelles.

Le picotage peut être occasionné par l'emploi d'un vernis trop siccatif qui devient terne en séchant et occasionne des milliers de petits trous. Le picotage peut encore être occasionné par l'application du vernis sur des couches trop grasses ou sur des fonds n'étant pas assez durs.

Les gerçures avant la vétusté de la peinture dépendent soit de la mauvaise qualité des produits, soit du mauvais emploi des peintures et du vernis; car il ne faut pas oublier que le vernis doit toujours être apposé sur des fonds maigres et que si on l'applique sur des fonds gras, il est sujet à gercer.

N'employez donc jamais pour vos travaux des vernis de qualité inférieure sous prétexte de les payer moins cher; servez-vous toujours de vernis de bonne qualité et surtout recommandez bien qu'on les emploie purs et sans aucune addition d'essence; car l'essence amaigrit le vernis, lui enlève de son brillant et le pousse à se voiler.

L'ACTION DÉTERSIVE DU SAVON

Les observations de *M. V. Spring* sur l'action détersive des solutions de savon (*Archives des sciences physiques et naturelles*, numéro du 15 mars 1909, p. 229) ont un réel intérêt pratique.

On a cherché, depuis longtemps, à expliquer le pouvoir détersif des solutions de savon, c'est-à-dire la faculté qu'elles possèdent d'enlever les souillures. Les explications ont presque toutes un point de départ qui manque de simplicité, dit l'auteur, car elles envisagent les souillures que le savon emporte comme un enduit, et elles se préoccupent, avant tout, de trouver comment se liquéfient ou se résolvent les corps gras dans les solutions de savon; l'enlèvement des particules solides par les flots de liquide et par l'écume du savon ne paraît que secondaire.

Chevreul a formulé, le premier, une explication de ce genre, dans ses mémorables études sur les corps gras; son explication constitue un cercle vicieux.

Une explication plutôt mécanique, et qui n'est pas exempte d'une certaine fantaisie, a été proposée par W. S. Jevons (*Chemiker-Zeitung*, t. 2, 1878, p. 457). L'auteur admet que l'addition de savon à l'eau augmente la tension superficielle et rend le mouvement brownien des particules suspendues plus intense.

Plus tard, H.-W. Hillger (*Journal of the chemical Society*, t. 25, 1903, p. 511) a

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pensé qu'il fallait chercher la raison du pouvoir détersif du savon dans la faculté qu'il a d'émulsionner les graisses. Les solutions de savon ont le pouvoir de mouiller les corps huileux et de les amollir. Les émulsions de savon avaient déjà fait l'objet d'une étude de la part de F.-G. Donnan (*Zeitschrift für physikalische Chemie*, t. XXXI, 1899, p. 42) qui a donné la raison de leur stabilité et fait ressortir leur affinité avec les écumes.

Il y a quelques années, R. Falk (*Zeitschrift. f. phy. Chemie*, 1889, t. 31, p. 42) a donné une théorie physico-chimique qui tient compte aussi des solutions dans l'alcool, lesquelles n'ont pas la puissance des solutions aqueuses. Il y aurait lieu de considérer deux phases dans le nettoyage : la première caractérisée par la concentration du savon sur l'objet, ce qui dissoudrait le corps gras ; et la seconde par l'élimination des souillures à la suite de la production de l'écume et de l'action du rinçage.

Les auteurs de ces diverses explications paraissent avoir envisagé surtout l'action des solutions de savon sur les corps gras, et avoir regardé le problème du nettoyage comme résolu à partir du moment où la dissolution du corps gras pouvait être admise. En un mot, ils ont traité de pair deux points dont l'examen devait plutôt avoir lieu successivement. En effet, le pouvoir détersif du savon s'exerce énergiquement aussi en l'absence de tout corps gras. Pour se convaincre de la chose, il suffit d'enduire la peau, préalablement lavée à l'alcool, d'une poudre fine de peroxyde de manganèse ou de sanguine, et constater la facilité avec laquelle le nettoyage se fait à l'aide d'eau de savon tandis que l'eau pure ne produit qu'un effet très imparfait.

La question valait donc la peine d'être à nouveau examinée, en la limitant cette fois nettement à l'action des solutions de savon sur les particules de corps solides absolument privés de corps gras.

M. von Spring a mis en œuvre, d'abord, des poudres de carbone fin et pur (noir de fumée lavé), ensuite de l'acide silicique, de l'argile, de l'oxyde de fer.

En se bornant à l'action du savon sur le noir de fumée, elle s'explique par les faits suivants :

1° Le carbone (noir de fumée) hâte la décomposition d'une solution fraîche de savon dans l'eau ; il provoque, ou facilite, la formation d'un sel acide avec lequel il s'agglutine en formant une véritable combinaison d'adsorption. Celle-ci résiste à l'action de l'eau en excès, en ce sens qu'elle n'abandonne pas le savon acide.

En effet, si l'on soumet à la cataphorèse électrique une solution de savon, celle-ci se décompose lentement et l'on voit s'accumuler à l'anode des filaments blancs qui sont du savon acide. Les particules de savon acide remontent donc le courant électrique : elles sont chargées négativement. Au contraire, le noir de fumée suspendu dans l'eau marche vers la cathode. L'agglutination des deux corps rentre par conséquent dans les faits généraux souvent déjà observés lors de l'agglutination des colloïdaux.

2° Le noir de fumée, sec ou suspendu dans l'eau, forme une combinaison d'adsorption plus ou moins stable avec les corps solides, plus spécialement avec la cellulose. Le fait est prouvé, entre autres, parce qu'une suspension de noir de fumée dans l'eau abandonne tout son noir sur un filtre de papier, le filtrat n'étant plus que de l'eau claire. La combinaison colloïdale carbone-papier n'est donc pas détruite par l'eau pure.

3° Une suspension de noir de fumée dans de l'eau de savon se caractérise par la stabilité et surtout parce qu'elle traverse intégralement un filtre de papier sans rien abandonner de son carbone. Le papier n'est pas même noirci à la suite de la filtration.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cela étant posé, dit M. Spring, de qui sont les extraits textuels précédents, il devient très facile de comprendre le nettoyage exercé par le savon. Le mécanisme de cette opération n'est rien autre chose que celui des phénomènes de substitution si fréquents en chimie. En effet, si un objet sali est assimilable à une combinaison, le nettoyage devra être regardé comme étant le résultat de la substitution du savon à cet objet. Cette substitution aura lieu toutes les fois que l'affinité du savon pour la souillure l'emportera sur l'affinité de celle-ci pour le corps solide. En un mot, l'opération peut se représenter par la formule générale des substitutions $AB + C = AC + B$, et elle est toujours soumise à cette condition que la souillure forme avec le savon une combinaison colloïdale d'adsorption plus stable que celle qu'elle formerait avec un corps donné.

Enfin le savon ne se décompose pas dans l'alcool comme dans l'eau en une partie basique et en une autre acide.

Les conditions nécessaires pour la formation d'une combinaison d'adsorption avec le noir de fumée manquant donc, il est naturel qu'une solution de savon dans l'alcool ne soit pas aussi efficace qu'une solution aqueuse.

LES GOMMES DU SOUDAN

D'après une communication au ministère de l'agriculture de *M. Alland*, conseiller du commerce extérieur, les gommes du Soudan anglo-égyptien se divisent en deux classes bien distinctes : 1° La gomme provenant de l'arbre hachab ou acacia vérek ; 2° La gomme provenant de l'arbre talka ou acacia seyal.

L'arbre hachab, suivant la nature du terrain et suivant la culture, produit trois variétés : *a*) Gomme hachab du Kordofan, provenant d'arbres cultivés au Kordofan (Nil blanc) ; *b*) Gomme hachab Gédareff, provenant d'arbres cultivés au Gédareff (Nil bleu et Rahad) ; *c*) Gomme hachab Gezïreh, provenant d'arbres non cultivés, région de Semga, d'Abou-Naham.

C'est la gomme hachab du Kordofan qui est connue en Europe sous le nom de gomme arabique, sauf en Angleterre où toutes les gommes portent le nom de « arabic gum ».

Les gommes d'hachab Kordofan et d'hachab Gédareff proviennent toutes deux de l'acacia vérek cultivé.

1° ***Culture de l'hachab.*** – Au Kordofan, lorsque la saison des pluies est terminée, l'indigène commence à mettre ses arbres en culture : c'est généralement vers la fin d'octobre (l'arbre ayant encore ses feuilles) ; muni d'une hache grossière fabriquée dans le pays, il enlève de longues bandes d'écorces sur les deux faces alternes, et sur les maîtresses branches de l'arbre ; ces incisions commencent à environ 50 centimètres du sol. Trente à quarante jours après (l'arbre n'ayant plus aucune feuille), la gomme exsude, et tous les quatre à cinq jours, le paysan vient faire sa cueillette, ceci pendant toute la saison sèche ; mais dès qu'arrivent, avec les premières pluies, les bourgeons, l'exsudation de la gomme s'arrête complètement.

Plus un arbre est grand, plus la gomme est grosse. La production de la gomme commence à diminuer sur les arbres de douze à treize ans, le bois commence à brunir : à quinze ans le bois noircit et la gomme cesse de couler.

Les conditions générales pour un bon rendement de gomme peuvent se résumer en ceci : un bon terrain perméable, une saison des pluies fournissant de 30 à 50 centimètres d'eau dans l'année, puis une saison sèche pendant toute l'époque de l'exsudation.

Les arbres doivent être assez clairsemés pour permettre la libre circulation de l'air et du soleil, qui facilitent l'exsudation de la gomme. Dans les endroits marécageux, l'arbre hachab conserve presque toute l'année ses feuilles, il ne produit pas du tout de gomme.

La gomme, au commencement de la saison, est toujours dure, translucide, sans morceaux friables ; au fur et à mesure que la saison avance, la chaleur augmentant, la gomme devient friable et opaque. Les indigènes de Douem et d'Omdourman, sachant que les gommes très

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

friables ont une valeur plus grande sur certains marchés, trient des lots de gommes du Kordofan, enlèvent les morceaux foncés (akmar) et boisés et exposent cette gomme pendant soixante-dix jours au soleil; elle devient entièrement friable, mais, en même temps, elle se brise et fait beaucoup de grabeaux.

La gomme achetée dans une des villes de l'intérieur du Kordofan est expédiée à une station d'embarquement du Nil blanc : Djebelein Costi (ou Gooz-Abou-Gomah), El Douem, Facha, Choya ou Geteina.

La gomme est expédiée par steamer de Douem à Omdourman. Il arrive souvent que des marchandises restent dans l'intérieur ne pouvant descendre, faute de moyens de transport. Pour remédier à la pénurie des moyens de transport, le gouvernement anglais a commencé les études et les travaux d'un chemin de fer qui ira de Khartoum à El-Obeid, en suivant le Nil bleu par Kamelin et Wad-Medany pour rejoindre le Nil blanc à Gooz-Abou-Gomah et El-Obeid (à Kamelin se trouvera l'embranchement du chemin de fer qui doit remonter en Abyssinie); le gouvernement estime qu'avec ce chemin de fer, il pourra doubler la production de la gomme du Kordofan et amener 400000 cantars par an, soit près de 200000 sacs de 100 kilogrammes. Actuellement, la récolte annuelle de la gomme hachab du Kordofan oscille entre 150 et 200000 cantars.

2° Il est impossible de pouvoir être fixé sur l'importance de la récolte de gomme Gédareff, le gouvernement anglais dans ses statistiques ne tient compte et ne mentionne que la gomme hachab Kordofan. Les gommes hachab de Gédareff se payent généralement 10 piastres au-dessous du cours des hachab Kordofan.

3° La gomme hachab Gezïreh provient de l'acacia vérek non cultivé; la gomme, exsudant directement de l'arbre, s'imprègne de matière tinctoriale et devient plus ou moins foncée suivant le séjour plus ou moins prolongé à travers l'écorce. La gomme hachab Gezïreh, au moment de la récolte, ressemble, à s'y méprendre, à la gomme Sénégal bas du fleuve, mais sous l'influence du soleil, certains morceaux deviennent friables et modifient l'aspect de cette gomme.

La gomme hachab Gezïreh est généralement payée 15 piastres par cantar au-dessous du prix de l'hachab Kordofan.

4° La gomme talka provient de l'exsudation de deux acacias : Acacia seyal ordinaire, acacia seyal variété fistula (Soffar).

Les gommes des deux acacias seyal ordinaire et seyal fistula ne sont pas séparées par l'indigène, ne forment qu'un seul et unique type qui est la gomme talka ordinaire; la gomme est plus ou moins rouge, suivant la plus ou moins grande proportion de gomme d'acacia seyal ordinaire. Cet arbre se nomme talka rouge parce qu'il est couvert d'une sorte de duvet ou de poudre rouge, tandis que l'acacia seyal fistula est aussi nommé talka blanc à cause du duvet blanc qui couvre l'arbre; on nomme aussi la variété fistula soffar ou siffleur parce que lorsque le vent souffle dans les forêts, où se trouvent les acacias seyal fistula en majorité, on entend un petit sifflement assez strident; un insecte perce de part en part l'épine de l'acacia seyal fistula à la base: et le vent, en passant à travers ces petits trous, fait ce bruit qui a fait dénommer l'arbre soffar.

En outre des acacias déjà nommés, il y a encore au Soudan anglo-égyptien; l'acacia arabica, variété nilotica ou sount; l'acacia albida de Delile ou haraz; l'acacia suma ou campylacantha ou kakamout; l'acacia verugera ou kouk; l'acacia tortilis et l'acacia ehrenbert, arbres éparpillés dans le désert.

En résumé, la culture des arbres hachab est faite d'une façon plutôt grossière; par suite des prix bas, les indigènes exploitent leurs arbres de manière à obtenir le maximum de rendement, ce qui fait que les arbres succombent au bout de peu d'années de ce traitement à rendement intensif. Cette situation a préoccupé le gouvernement, qui cherche à remédier à cette mauvaise exploitation par les instructions que les agents forestiers fournissent aux indigènes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LE LAVAGE DES LAINES ET LES SOUS-PRODUITS

M. Paul Cognet a donné dans le *Bulletin technologique des anciens élèves d'arts et métiers* (nos d'octobre à décembre 1908 et février 1909) une étude développée sur le lavage des laines. Elle est divisée en quatre parties: le matériel et les procédés de lavage; le dégraissage par les dissolvants volatils; le désuintage et le traitement des eaux de suint; le traitement des eaux de lavage. La première partie renferme un historique.

Cette étude est trop développée pour que ces notes de chimie puissent en présenter non seulement un résumé, mais même les points principaux. Je me bornerai à indiquer que de très nombreux procédés et appareils y sont décrits, comme appareils de lavage à la main, laveuses à bacs droits, laveuses à aspersion, laveuses à bac supérieur, laveuses à grande circulation d'eau, propulseurs de laine, laveuses à bacs décanteurs, laveuses à système électrolytique, dégraissage par le sulfure de carbone à la continue, désuinteuses, extracteurs de suintines.

PRÉPARATION DE LA FOURRURE ARTIFICIELLE

Voici comment *M. Lindet* (Compte rendu des séances du Conseil d'hygiène publique et de salubrité du département de la Seine, séance du 5 mars 1909, p. 87) la décrit:

« Pour préparer de la fourrure artificielle, on fait passer dans une arçonneuse des poils de lièvre et de lapin veules, c'est-à-dire non sécrétés, non susceptibles par conséquent de constituer un véritable feutre; ces poils s'empilent plutôt qu'ils ne se feutrent, et forment ce que l'on appelle une pièce. Celle-ci est simplement superposée soit à une bande de flanelle, préparée à la gomme laque si l'on veut faire de la fourrure artificielle pour garnitures de robes, soit à un feutre de laine ayant la forme de cloche, si l'on veut faire un chapeau de fourrure. Puis la pièce et le support, juxtaposés, sont roulés dans une serviette de grosse toile d'aloès et foulés à l'eau chaude. On voit alors sous l'influence de ce foulage, les poils veules pénétrer sans se feutrer, dans le support, comme des aiguilles se piquent dans une pelote. Les fourrures sont ensuites teintes, et, si elles sont destinées à faire des chapeaux, mises dans des formes chauffées. »

SUR LE MERCERISAGE

Hübner et Pope ont montré (*Journal of the Society of Chemical Industry*, 1904, p. 404) que la production de l'éclat soyeux, au cours du mercerisage du coton, est sous la dépendance de trois facteurs: le retrait, le gonflement et la détorsion des fibres individuelles; le degré de lustre produit est considérablement influencé par l'addition de silicate de soude ou de glycérine à la lessive caustique. W. Vieweg (*Berichte*, 1908, p. 3269) a conclu que le coton absorbe dans le cas de l'addition du sel une quantité beaucoup plus élevée d'hydroxyde sodique. O. K. Miller (*Journal de la Société physico-chimique russe*, 1905, p. 361) a établi que l'absorption de la soude par la cellulose n'est pas influencée par la présence des carbonates ou des chlorures alcalins. Pour mettre la lumière dans ces données contradictoires, *M. Julius Hübner* (*Journal of the Society of Chemical Industry*, 1909, p. 228) a cherché à déterminer d'une façon précise l'action de l'addition du sel aux lessives de mercerisage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le retrait des écheveaux s'est montré beaucoup moindre que sans sel. L'affinité pour les couleurs substantives est aussi amoindrie par la présence du sel. La détorsion des fibres élémentaires est plus lente et moins complète. Le lustre soyeux souffre beaucoup de cette addition.

MATIÈRES COLORANTES DES FLEURS

Un essai d'interprétation de l'hérédité des coloris dans les plantes florales a été présenté par *M. Wheldale* à la Royal Society de Londres (Proceedings, series B, biological sciences, vol. 81, n° du 13 mars 1909, p. 44). Il a essayé de classer les couleurs jaunes, spécialement celles solubles dans l'eau, et en même temps d'établir une relation entre leur production et leur constitution ou leurs propriétés chimiques.

Czapek (*Biochemie der Pflanzen*) et Zimmermann (*Botanical microtechnique*) ont donné la classification qui suit:

A. Pigments en solution dans la sève (ils peuvent d'ailleurs cristalliser ou se précipiter lorsque l'on concentre la sève).

1. Pigments bleu-pourpre-rouge: *Anthocyanine.* (Plusieurs sous-classes.)

2. Pigments jaunes solubles: *Xanthéine.* (Plusieurs sous-classes.)

B. Pigments associés avec des corps protoplasmiques, ou *chromoplastides*. La coloration est jaune, jaune-orange, orange, orange rouge. Ces pigments sont insolubles dans l'eau.

1. *Carotine.* Hydrocarbure défini. — 2. *Xanthine.*

Voici le résumé des résultats obtenus:

L'anthocyanine, qui se rapporte à la coloration rouge de la sève des plantes, renferme plusieurs pigments distincts par l'hérédité, comme par les variations des couleurs dérivées et par les essais aux réactifs.

Il y a deux groupes de dérivés, l'un renferme un dérivé xanthéique et l'autre pas. Dans le premier groupe, l'albinisme se produit par défaut à la fois d'anthocyanine et de xanthéine; dans le second groupe, par défaut seulement d'anthocyanine.

La xanthéine, qui est le terme se rapportant à la coloration jaune de la sève, renferme plusieurs pigments distincts. C'est à prévoir si la xanthéine est un dérivé de l'anthocyanine.

Il semble évident qu'il existe une relation entre la genèse des pigments et leurs réactions chimiques.

Dans le cas des plastides, le type peut contenir de la carotine, de la xanthine, ou les deux. Les variétés de coloris se produisent par diminution dans la puissance de la production de la carotine, ou d'un des constituants de la xanthine.

L'anthocyanine peut coexister avec les chromoplastides.

LA TOURBE

La seconde partie du mémoire de *M. Hugh Ryan* sur les industries de la tourbe a paru dans les *Économic proceedings* de la Royal Dublin Society, n° d'août 1908. Elle traite surtout de l'application de la tourbe comme combustible, séchage, presses, emplois du combustible dans les industries métallurgiques, et pour produire la force motrice; et en second lieu de l'emploi de la tourbe à la préparation d'un coke avec utilisation des sous-produits; goudron, gaz, etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le mémoire se termine par une bibliographie systématique de la tourbe, pages 534 à 548. Comme exemple de la richesse de cette bibliographie, voici seulement la liste de dix périodiques spéciaux à la tourbe : Mitteilungen des Vereins zur Förderung der Moorkultur im Deutschen Reiche, Berlin; Osterreichische Moorzeitschrift, Staab; Zeitschrift für Moorkultur und Torfverwertung, Wien; Svenska Mosskulturforeningens Tidskrift, Jonköping; Schreiber's Jahresberichte, Neues über Moorkultur und Torfverwertung, Staab; Die Verhandlungsberichte der Zentralmoorkommission in Preussen; mitteilungen des Haidkulturvereins für Schleswig-Holstein; Meddelelse fra Mosindustric Foreningen, Viborg; Finska Mooskulturforeningens Arbok, Helsingfors; Hedeseskabets Tidskrift, Aarhus.

LES INSECTICIDES

En suite à nos diverses notes sur l'emploi des insecticides arsenicaux, nous donnons le résumé d'une communication que *M. Truelle* fit à la séance du 3 février 1909 à la Société Nationale d'agriculture de France (compte rendu, p. 111).

1° Les composés arsenicaux ont été employés pour la première fois aux États-Unis, dans le traitement des arbres fruitiers, en 1872, mais ils ne sont entrés réellement dans la pratique courante de l'arboriculture qu'à partir de 1888.

Les points à retenir sont :

« 2° Les composés arsenicaux les plus employés actuellement sont : le vert de Paris, l'arséniate de plomb, les arsénites de chaux et de soude. Les deux premiers sont pulvérisés isolément, ou associés à la bouillie bordelaise, les deux derniers seulement en combinaison avec cette mixture.

3° Les doses des composés arsenicaux varient selon les insectes à combattre et les végétaux à pulvériser. Les doses les plus recommandées sont : pour le vert de Paris 110 grammes par hectolitre de mixture : et pour l'arséniate de plomb 475 grammes.

4° La préparation des mixtures consiste, généralement, à faire une pâte avec le composé arsenical, et à la délayer ensuite avec le volume d'eau prescrit. On doit avoir soin, surtout quand il s'agit du vert de Paris, d'ajouter un poids de chaux suffisant pour saturer l'acide arsénieux qui, à l'état de liberté, grille ou brûle les tissus végétaux.

5° Le remplacement de l'eau par la bouillie bordelaise, proportion du sel arsenical restant la même, permet d'obtenir à la fois une action double : insecticide et fongicide.

6° Le chiffre et l'époque des pulvérisations dépendent des ravages causés par les insectes, du genre de ceux-ci et de la nature des arbres. Pour les arbres à fruits à pépins, contre la pyrale des pommes spécialement, le nombre minimum est de deux, lorsqu'il n'y a qu'une seule génération : la première aussitôt la chute des pétales, la seconde une semaine plus tard, et surtout avant que le calice ne se referme. Quand il y a deux générations, une troisième pulvérisation est nécessaire lorsque les fruits ont atteint la moitié ou les deux tiers de leur croissance. Pour les arbres à fruits à noyau, notamment contre les rhynchites, deux pulvérisations sont indispensables : la première lors de l'apparition des feuilles, la seconde au moment où la chute du calice laisse à nu le fruit embryonnaire; une troisième est facultative, une semaine plus tard.

7° Les composés arsenicaux étant très vénéneux, il faut entourer leur emploi de toutes les précautions possibles. Tous les récipients qui les contiennent doivent être bien étiquetés, et tenus sous clef, et les divers ustensiles servant aux manipulations soigneusement lavés aussitôt celles-ci terminées,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

8° Le danger dû à la présence de l'arsenic sur les fruits, ou disséminé sur les herbes au-dessous des arbres, ne paraît, d'après les expériences de Riley et de Cook, guère à redouter ni pour les hommes, ni pour les animaux, parce que les fruits, d'une part, les herbes, d'autre part, ou sont indemnes d'arsenic, ou n'en retiennent qu'une quantité négligeable pour le volume ingéré en une seule fois.

9° Les avantages des pulvérisations arsenicales sur le rendement des pommiers en fruits sains et commerciaux, selon que les arbres ont été traités ou non, se traduisent par un grand écart dans le pourcentage, en faveur des premiers. D'après les expériences effectuées en divers États de l'Union, les moyennes de ces écarts, dans les mêmes vergers, oscillent entre 32 et 60 p. 100.

Conclusion : L'emploi des composés arsenicaux en arboriculture présente une somme d'avantages telle sur ses dangers éventuels, que son autorisation devrait être accordée sous condition d'une très sévère réglementation. »

Autres insecticides. — Le polysulfure de calcium est employé depuis de longues années par M. le docteur Coutant pour la destruction des insectes nuisibles (conférence du 28 janvier 1909 à la Société nationale d'horticulture). Les insectes qui ne lui résistent pas sont les kermès du poirier, les pucerons lanigènes des pommiers, les pucerons des pêchers, des rosiers, des fèves, les insectes nuisibles de la vigne. M. Opoix, le jardinier en chef du Luxembourg, emploie aussi une mixture sulfureuse. — On sait que le sulfure de baryum a été préconisé également.

L'IONOTHÉRAPIE

Dans la *Revue scientifique* du 27 mars, p. 397, M. le docteur *Ch. Schmitt* nous entretient de la médication électroionique, c'est-à-dire de l'introduction dans l'organisme de médicaments ionisables au moyen du courant électrique.

Dès l'an 34 de notre ère, Scribonicus Largus conseillait aux rhumatisants et aux goutteux de se baigner en compagnie de torpilles et de gymnotes. Vers le milieu du XVIII[e] siècle, l'abbé Nollet en France, Bianchi et Privati en Italie, firent quelques essais concluants. En 1802, Rossi introduisit du mercure à travers la peau dénudée au moyen d'un vésicatoire. Fabré-Palaprat, Klenke, Hassenstein, Richardson, Remak, Breer et Munck s'occupèrent de la question en 1885, mais ne furent guère plus heureux. L'Académie s'occupa des travaux de Brondel d'Alger, mais Dujardin-Beaumetz nia la possibilité de l'introduction médicamenteuse électrolytique, l'épiderme passant pour être imperméable aux solutions aqueuses.

Chaque ion a une vitesse qui lui est propre. Le plus rapide est l'hydrogénion qui parcourt dans l'eau 3[cm],6 en dix minutes pour une force électromotrice de 2 volts; cette vitesse est relativement faible; aussi dans les essais physiologiques et dans la pratique médicale où il y a en outre lieu de tenir compte de la grande résistance des substances albuminoïdes, sucrées ou grasses, qui constituent le milieu cellulaire, et qui, n'étant pas ionisables, ne sont pas conductrices, faut-il faire passer le courant un temps assez long si l'on veut introduire une quantité notable de médicament dans l'organisme.

Pour prouver la pénétration ionique des médicaments, Munck, Labatut, Bergonié, Deniges, Bordet, puis Leduc se servirent d'ions toxiques (strychnine); et d'autres emploient des substances telles que le lithium, l'acide salicylique, qui normalement ne se

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trouvent pas dans les humeurs et qu'il suffit de caractériser ensuite avec succès dans les urines. Quijemo Sanchez vit l'acide permanganique produire un pointillé noir de bioxyde de manganèse qui persista pendant deux mois.

Il a paru intéressant au docteur Schmitt de savoir si les unités et les calculs usités en électrochimie sont applicables en électroionisation. Les résultats ne sont pas très exacts, mais leur constance est assez satisfaisante.

Voici les équivalents électroioniques des principaux corps employés en médecine :

I. Anions : chlore 0,022; brome 0,049; iode 0,078; acide sulfurique 0,029; acide phosphorique 0,016; acide salicylique 0,085.

II. Cathions : lithium 0,004; sodium 0,014; potassium 0,024; calcium 0,012; magnésium 0,007; zinc 0,020; mercure 0,062; cocaïne 0,180; strychnine 0,207; quinine 0,294.

Pour connaître la quantité théorique introduite par un courant d'intensité donnée pendant un temps déterminé, il suffit de multiplier l'équivalent électroionique par le nombre de milliampères lus sur le galvanomètre et par le temps exprimé en minutes. Ainsi 10 m. a. passant pendant 10 minutes entraînent vers le pôle qui leur correspond $0{,}022 \times 10 \times 10 = 2^{mgr},2$ de chlore; $0{,}004 \times 10 \times 10 = 0^{mgr},4$ de lithium; $0{,}207 \times 10 \times 10 = 20^{mgr},7$ de strychnine. On peut juger par ce dernier chiffre de la prudence dont on doit user lorsqu'on a recours à des alcaloïdes dont le poids moléculaire est très élevé, puisque 30 m. a. courant moyen introduisent 5 centigrammes de strychnine en 10 minutes.

Ces chiffres sont d'ailleurs purement théoriques et représentent un maximum qui ne peut être atteint.

La réduction est comprise entre 1/3 et 1/4 du chiffre calculé.

L'élimination du médicament ionique présente un caractère curieux, c'est qu'elle est nulle ou à peu près dans les premières heures et dure plusieurs jours. Il résulte que l'iode et le mercure qui, absorbés par voie gastrique, se trouvent une demi-heure après dans les sécrétions n'apparaissent par ionisation dans les urines qu'au bout de six heures, et leur élimination n'est pas encore achevée le quatrième jour. On voit de suite les avantages de ce mode de médication dans toutes les affections locales.

Comme source d'électricité, on peut avoir recours indifféremment aux batteries de piles ou au courant des secteurs à la condition toutefois que celui-ci soit continu. Les piles les plus employées sont celles au bisulfate de mercure et au chlorhydrate d'ammoniaque. Le docteur Schmitt leur préfère le courant de la ville qui est plus régulier et plus facile à graduer. Comme il est toujours à un voltage et à un ampérage fort élevé et par conséquent dangereux, il le réduit en le faisant passer dans une lampe qui en absorbe la plus grande partie, puis dans un rhéostat dont la résistance ramène son intensité à 0. Un curseur permet de diminuer insensiblement cette résistance et par conséquent d'augmenter peu à peu l'intensité du courant.

La durée des séances est en général de 40 à 50 minutes. Elles doivent avoir lieu tous les deux ou trois jours; si l'on laisse entre elles un espace de temps trop considérable, les ions déposés dans la peau ont en grande partie disparu et le courant s'établit beaucoup moins bien. L'intensité peut varier de 10 à 120 milliampères, suivant la sensibilité, la période du traitement ou les dispositions du malade. On se fixe pour règle de ne jamais faire place à des picotements pénibles. Mentionnons en passant deux noms qu'il serait impardonnable de passer sous silence, ce sont ceux de M. le professeur Leduc, de Nantes, et M. le professeur Bordier, qui par leurs travaux ont résolu cette question.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PRODUITS MÉDICAMENTEUX AUX YEUX DE LA JURISPRUDENCE

Le docteur *H. Martin* donne dans le *Journal de pharmacie et de chimie* (n° du 1er avril 1909, p. 361) une savoureuse chronique professionnelle, à propos d'un procès intenté par l'Inspection de la pharmacie au fabricant du sucre édulcor comme contrevenant aux règlements sur la vente de la saccharine.

Voici la formule de ce produit : bicarbonate de soude 180, saccharine 100, acide tartrique 10, chlorhydra-méthylarsinate de lithine 1, antipyrine 0,3, bromure de potassium 0,3; pilocarpine 0,08. Chaque comprimé pèse 0gr,07 et renferme le tiers de son poids de saccharine.

Les comprimés de sucre édulcor constituent-ils un médicament, ou un moyen détourné de vendre de la saccharine? Le Tribunal de la Seine (18 octobre 1906), la Cour d'appel (11 novembre 1907), la Cour de cassation ont reconnu leur caractère médicamenteux.

M. H. Martin rappelle diverses décisions de la Cour de cassation, déclarant (25 janvier 1902) que la teinture alcoolique de kola, si elle est préparée pour servir à la fabrication de boissons renfermant fort peu de principes actifs et non mises en vente pour un emploi curatif, n'est pas une préparation pharmaceutique; (22 janvier 1876) que le mélange, à une boisson, du quinquina, dont les propriétés sont exclusivement médicamenteuses, constitue une préparation pharmaceutique; (27 février 1886) que la poudre de graine de lin ne constitue pas une préparation pharmaceutique; (18 juin 1896) que la saccharine n'est pas un médicament. Et à propos de cette dernière décision, M. H. Martin remarque justement que les appréciations peuvent différer suivant qu'on regarde une même substance avec des yeux de magistrat ou avec des yeux de pharmacien, puisque la saccharine est inscrite, au Codex de 1908, dans la liste des substances médicamenteuses qu'il est prudent de tenir séparées.

Le bicarbonate de soude a maintes fois été qualifié de médicament par des décisions de justice, et il est de jurisprudence que les pastilles de Vichy ne peuvent être débitées que par les pharmaciens, et il est évident que ces pastilles, même édulcorées avec la saccharine, restent médicament. Par ailleurs, la Cour (arrêt du 18 juin 1896) a déclaré que des pastilles de saccharine et de bicarbonate de soude, où ce dernier n'entrait que pour rendre la première soluble, ne sont pas médicament. Il peut donc exister des pastilles de bicarbonate de soude et de saccharine, les unes médicament, les autres pas. Les facteurs qui entrent en considération sont : les doses des composants, leurs propriétés, leur emploi, les circonstances du débit. C'est l'examen approfondi de ces quatre facteurs qui a entraîné la décision de la Cour en faveur du sucre édulcor comme médicament.

A propos de l'arrêt, M. Martin relève les termes employés pour qualifier la saccharine : substance sucrante, et par suite antiseptique, dont l'emploi unique consiste à donner la saveur du sucre soit aux aliments, soit aux médicaments. Ce *par suite* signifie sans doute que, dans l'esprit de la Cour, le sucre végétal est lui-même un antiseptique pouvant servir à la conservation des aliments; la Cour a dû songer aux confitures et aux sirops. On doit faire des réserves, au point de vue scientifique, sur une semblable assimilation

---

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTES D'AGRICULTURE

par **M. Hitier**

LA PRODUCTION DES VINS EN 1908. — PERSISTANCE DE LA CRISE VITICOLE. LES CAUSES DE LA CRISE. — LES REMÈDES PROPOSÉS

La Direction générale des contributions indirectes a publié dernièrement les chiffres de la récolte des vins en France pour l'année 1908. Le *Bulletin de statistique et de législation comparée* (janvier 1909) contient une série de tableaux, à cet égard, dont l'analyse ne laisse pas que de présenter un très grand intérêt.

Tout d'abord, la manière même dont les chiffres de la récolte ont été obtenus mérite une attention spéciale. Ces chiffres, en effet, résultent des *déclarations* faites par les propriétaires en exécution de l'article premier de la loi du 29 juin 1907.

Cette déclaration de récolte, aux yeux de ceux qui l'avaient défendue devant le Parlement et l'avaient finalement fait accepter, devait apporter un précieux élément de clarté, de probité pour le marché des vins. Tout en regrettant que les résultats des déclarations de récolte aient été publiés très tard, on doit cependant reconnaître que la déclaration de récolte a permis de préciser un certain nombre de points de haute importance pour les producteurs de vin, par exemple: comment se répartissent, entre les principaux centres de production, la production et les stocks à la propriété; quelle est l'importance de la consommation familiale, de la consommation non taxée; quelles sont les facultés de capacité du marché des vins, etc., etc.

Les quantités de vins produites en 1908, par l'ensemble des récoltants (Corse et Algérie non comprises), se sont élevées à 60 545 265 hectolitres et les stocks sont de 9 455 708 hectolitres; ce qui forme un total de 70 000 973 hectolitres. En 1907 la récolte était de 66 070 273 hectolitres et les stocks de 8 296 163 hectolitres.

L'étendue du vignoble français en production est, en 1908, de 1 654 366 hectares contre 1 649 157 hectares en 1907, soit une augmentation de 5 209 hectares. Le rendement moyen à l'hectare ressort à 37 hectolitres au lieu de 40 en 1907.

Suivant les estimations faites dans chaque département, en tablant sur les prix de vente chez les récoltants, la valeur de la récolte en 1908 s'élèverait à 965 375 906 francs. Dans ce total, les vins de qualité supérieure (et par là il faut entendre les vins dont le prix de vente chez le récoltant dépasse 50 francs l'hectolitre) sont compris pour 65 428 747 francs, correspondant à une quantité de 834 813 hectolitres et les vins de qualité ordinaire pour 899 947 159 francs correspondant à une quantité de 59 710 452 hectolitres.

Les principaux départements, producteurs de vin, sont groupés par région de la façon suivante:

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1° Région du Midi proprement dit (littoral méditerranéen) comprenant 6 départements: Pyrénées-Orientales, Aude, Hérault, Gard, Bouches-du-Rhône, Var.

2° Région du Sud-Ouest (bassins de la Garonne et de la Charente); 11 départements: Haute-Garonne, Tarn, Tarn-et-Garonne, Gers, Lot, Lot-et-Garonne, Landes, Gironde, Dordogne, Charente, Charente-Inférieure.

3° Région de l'Est (côtes du Rhône, Beaujolais et Bourgogne); 10 départements: Drôme, Ardèche, Isère, Loire, Rhône, Ain, Saône-et-Loire, Jura, Côte-d'Or, Yonne.

4° Région de la Loire (Loire moyenne et Loire-Inférieure); 6 départements: Loiret, Loir-et-Cher, Indre-et-Loire, Maine-et-Loire, Vendée, Loire-Inférieure.

5° Enfin autres départements, 43 non compris dans ces quatre premiers groupes, mais dont la production totale est faible.

Récolte des vins en 1907 et en 1908.

RÉGIONS.	ANNÉE 1907				ANNÉE 1908			
	STOCK.	RÉCOLTE.	TOTAL des ressources.	QUOTITÉ P. 100 comparativement à l'ensemble de la France et de l'Algérie.	STOCK.	RÉCOLTE.	TOTAL des ressources.	QUOTITÉ P. 100 comparativement à l'ensemble de la France et de l'Algérie.
Région du Midi.	1 704 422	33 651 502	35 355 924	42,3	4 078 330	30 432 895	34 511 225	44,2
Région du Sud-Ouest. .	3 642 603	15 991 054	19 633 657	23,5	3 181 569	11 588 009	14 769 578	18,9
Région de l'Est.	1 406 170	6 026 406	7 432 576	8,9	1 150 502	9 367 579	10 518 081	13,5
Région de la Loire	799 673	3 650 072	4 449 745	5,3	436 936	2 637 608	3 074 544	3,0
Autres départements. . .	743 295	6 751 239	7 494 534	9,0	608 371	6 519 174	7 127 545	9,1
Ensemble de la France . .	8 296 163	66 070 273	74 366 436	89,0	9 453 708	60 545 265	70 000 973	89,6
Algérie. . . .	571 606	8 601 228	9 172 834	11,0	308 728	7 803 734	8 112 462	10,4
Total général.	8 867 769	74 671 501	83 539 270	100	9 764 436	68 348 999	78 113 435	100

Principaux centres de production. — Ce tableau montre comment la production et les stocks à la propriété se répartissent entre les principaux centres de production. On y voit notamment que six départements du littoral méditerranéen fournissent à eux seuls près de la moitié des vins récoltés dans le vignoble métropolitain et 42,3 p. 100 de la production totale (Algérie comprise). Les 11 départements classés dans la deuxième catégorie (Sud-Ouest) donnent plus du quart de la récolte de la métropole et 23,5 p. 100 de la production totale.

Le rôle prépondérant que jouent, dans l'approvisionnement du pays, les 6 départements grands producteurs de vins du littoral méditerranéen s'accuse avec encore plus de netteté si l'on recherche les quantités enlevées des chais des récoltants. Pour la cam-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pagne 1907-1908 les quantités qu'ils ont livrées à la consommation, avec paiement ou garantie des droits, représentent 52,7 p. 100 de l'ensemble. Les départements du Sud-Ouest figurent dans le chiffre global pour 18,2 p. 100; ceux de l'Est pour 6,2 p. 100; ceux de la vallée de la Loire pour 4 p. 100; les départements non classés pour 5,1 p. 100; les importations d'Algérie pour 13,8 p. 100.

Consommation non taxée; consommation familiale. — Pour la première fois, possédant les éléments nécessaires pour faire le calcul, l'administration a chiffré l'importance de la consommation de vin non taxée. Le chiffre total pour la France s'élève à 21 506 119 hectolitres. Rapporté au nombre total des récoltants, il représente une moyenne de 13^{hect},43 par unité; chaque unité comprenant ici l'ensemble des personnes qui composent la famille du récoltant ainsi que le personnel domestique vivant sous son toit.

Le chiffre global se répartit d'une façon très inégale entre les diverses régions: tandis que la quotité par viticulteur oscille autour de 10 hectolitres dans la région de l'Est et dans la vallée de la Loire, pour s'abaisser à 8^{hect},70 dans les départements non classés, elle s'élève à 18^{hect},70 dans la région du Sud-Ouest (où certains récoltants effectuent d'importantes distillations) et à 23^{hect},60 dans la région du Midi où existent de grandes exploitations viticoles avec un nombreux personnel.

L'importance de cette consommation familiale, qui avait donné lieu jusqu'ici aux évaluations les plus fantaisistes, joue donc un rôle énorme dans la situation vinicole. C'est ce que M. Prosper Gervais a fait ressortir dans une communication à la Société nationale d'Agriculture (janvier 1909).

Grâce à la déclaration de récolte, nous connaissons à peu près exactement *les facultés de capacité du marché des vins*, c'est encore ce qu'a fait remarquer M. Prosper Gervais à propos des chiffres publiés à l'occasion de la récolte des vins en 1908. En 1907, en effet, nous voyons que les besoins généraux ont absorbé une quantité globale de 73 200 000 hectolitres; nous saurions donc désormais que c'est au tour de ce chiffre — entre 70 et 75 millions d'hectolitres — que gît le point de saturation du marché.

Dès lors il apparaît que toutes les disponibilités de 1908 devront être absorbées sans difficulté; et l'on peut se demander si la crise viticole persistera.

La crise viticole. — Malheureusement cette crise existe, elle persiste et avec une intensité dont seuls peuvent se rendre compte ceux qui ont vu la détresse des populations viticoles du midi et du sud-ouest de la France.

Parlant de la cruelle situation où se débattent les viticulteurs du Midi, M. Poubelle déclarait devant la Société nationale d'Agriculture « qu'il s'agissait de la ruine prochaine de toute une région. Les expropriations, les ventes à vil prix, les insolvabilités, les suicides, ajoutait-il, désolent des populations actives et pleines d'initiative ». Et M. Paul Leroy-Beaulieu dans une communication à la Société d'Économie sociale (12 novembre 1907), sur la situation du Midi, s'exprimait ainsi : « La situation du Midi est, je crois, la plus poignante qui existe, non seulement en France, mais à l'époque actuelle dans l'Europe occidentale.

« Il n'y a qu'un pays auquel je puisse comparer le pays méditerranéen, les trois départements que l'on a dénommés les départements fédérés, et ce pays c'est l'Irlande. La situation du Midi est tellement grave que, si l'on ne vient pas la modifier, l'améliorer d'une façon profonde, d'ici à un laps de quelques années, on peut dire avec la plus complète certitude que ces trois départements de l'Hérault, de l'Aude, des Pyrénées-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Orientales, devront perdre 2 à 300 000 habitants, dans une période de quelques dizaines d'années. »

Nous avons tenu à citer l'opinion d'hommes tels que MM. Poubelle et Leroy-Beaulieu pour bien indiquer que les plaintes poussées par les viticulteurs méridionaux ne sont pas, comme certains seraient tentés de le croire, exagérées. Ces plaintes malheureusement sont aussi vives aujourd'hui qu'il y a deux et trois ans et cela parce que la crise de la viticulture persiste, étant bien moins crise de mévente qu'une crise d'avilissement des prix.

Quelles sont les causes de cette crise de la viticulture?

Causes de la crise. — Quelques-uns, le plus grand nombre même des viticulteurs, ont vu dans les fraudes le facteur essentiel, dominant, et pour ainsi dire unique de la crise si grave dont souffre la viticulture. Mais, un des viticulteurs français les plus distingués et les plus clairvoyants, M. Prosper Gervais, secrétaire général de la Société des Viticulteurs de France et vice-président de la Société des Agriculteurs de France, n'a pas partagé et ne partage pas cet avis. A différentes reprises, devant la Société nationale d'Agriculture (février 1906 et 1907, janvier 1909), aux Congrès des associations viticoles, tout dernièrement à la session générale annuelle de la Société des Viticulteurs de France, il a rappelé, avec une compétence incontestée, quelles étaient selon lui les origines et les causes de la crise. L'opinion de M. Prosper Gervais ne saurait trop, croyons-nous, être connue, étudiée. Selon lui : « Ces causes sont d'ordre divers, agricole et économique. Elles prennent leur source dans la crise phylloxérique qui, en détruisant le vignoble, a, du même coup, bouleversé toutes les industries qui en dérivent et en découlent, modifiant à la fois les pratiques culturales et les produits, les habitudes du consommateur et les nécessités du commerce, de telle sorte que la crise phylloxérique, vaincue en apparence, apparaît comme plus redoutable dans ses conséquences lointaines que dans ses conséquences immédiates. Celles-ci se résument dans la destruction du vignoble, et nous savons avec quelle merveilleuse rapidité elles ont été réparées. Mais les autres, qu'on ne soupçonnait même pas et qu'il était impossible de prévoir, ce sont elles dont l'apparition successive nous émeut et nous déroute, et qui constituent le fond de la situation actuelle.

« La substition des vignes greffées sur porte-greffes américains à nos vignes indigènes franches de pied a déplacé la production, d'abord par l'augmentation des rendements, ensuite par l'émigration du vignoble des coteaux dans les terrains de plaine et l'extension inattendue de l'aire de culture de la vigne.

« S'il est vrai que l'ensemble des surfaces plantées en vigne est aujourd'hui moins élevé qu'autrefois, est-il niable que le coefficient des rendements à l'hectare se soit sensiblement élevé?

« On a démontré comment la viticulture méridionale, par suite des conditions économiques et des exigences commerciales que lui avait faites la crise phylloxérique, avait été amenée à rechercher la quantité. La viticulture des autres régions a suivi cette impulsion : si l'on excepte les coteaux à grands vins, on peut dire que la viticulture, semblable à un grand vaisseau, a obéi tout entière à ce coup de barre du Midi qui l'orientait vers la quantité; de telle sorte que la situation actuelle est, à certains égards, la conséquence logique, l'aboutissement final de la faute originelle...

« Le résultat le plus clair de cette recherche, de cette quasi-obsession de la quantité a été un accroissement anormal des vins communs de consommation courante, telle sorte que l'axe du marché des vins communs tend à se déplacer peu à peu. Sans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

doute, notre production méridionale demeure, encore, par sa masse, la véritable maîtresse du marché des vins; mais il est facile de comprendre que, sous l'influence du développement incessant de la production dans les autres régions viticoles où elle avait jusqu'à ce jour un très large accès, elle se trouve lentement refoulée au dehors de ces centres qui tendent de plus en plus à se suffire à eux-mêmes; et, sur ces points, elle n'est plus en mesure de lutter avec la production locale qu'à une condition : c'est de lutter de bon marché avec elle.

« D'autre part, sur les grandes places de consommation, notre production méridionale ne conserve sa maîtrise qu'à la condition de baisser ses prix au niveau des prix de la fabrication artificielle. Il s'ensuit que, ici comme là, la production méridionale ne maintient sans conteste son rôle prépondérant de maîtresse du marché des vins que par une série de concessions chaque jour plus désastreuses sur les prix de vente, véritable point de départ de l'avilissement du prix des vins.

« Voilà donc, à n'en pas douter, quelques effets bien certains de la crise phylloxérique : localisation des grosses récoltes dans quatre ou cinq départements du Sud-Est, spécialisés dans la culture de la vigne; — uniformité de la production des petits vins, et extension progressive de cette production aux autres régions viticoles avec les conséquences particulières que je viens d'indiquer. »

Est-ce à dire qu'il y ait réellement surproduction, dans le sens absolu et économique de ce terme? M. Prosper Gervais ne le pense pas. Il estime que la surproduction est en toute vérité plus apparente que réelle; mais que l'engorgement du marché tient à la position du commerce des vins, dont, le premier, il a signalé les modifications successives, les transformations, le désarroi.

« Pour parer à l'encombrement du marché des vins, pour assurer le libre jeu du marché et régulariser son fonctionnement, il faudrait un commerce puissamment organisé et outillé, disposant de ressources importantes et de moyens d'actions nombreux, d'autant plus efficaces que les circonstances sont plus difficiles. Or c'est un grand malheur, le commerce n'existe pas; ou plus exactement il n'existe plus.

« En même temps qu'elle bouleversait la production vinicole, la crise phylloxérique troublait profondément le commerce des vins. Elle modifiait radicalement ses usages, ses habitudes, ses traditions, ses besoins. Elle le contraignait d'abord, devant l'insuffisance des récoltes de la métropole, à s'adresser au dehors, à rechercher en Espagne et en Italie, puis en Algérie, dont le vignoble grandissait, à mesure que disparaissait celui de la France, les vins nécessaires à l'alimentation des centres de consommation. Elle l'amenait, par là, à présenter à sa clientèle, et à accoutumer celle-ci à des produits différents de ceux que donnaient nos vignes françaises. Elle donnait naissance à cette industrie des vins de raisins secs qui a pesé d'un poids si lourd sur les débuts de notre viticulture renaissante. Elle le déterminait à créer ainsi de toutes pièces de nouveaux types de vins auxquels devaient fatalement se heurter les nouveaux produits de nos vignes reconstituées. Il y eut lutte entre ces produits différents; et le commerce n'eut point à ce moment la souplesse nécessaire pour se retourner une fois encore, et revenir sans marchander à ses pratiques d'avant la crise, c'est-à-dire à l'accaparement et à l'écoulement des vins d'origine française. Il fut tout désorienté par ces changements successifs, par ces modifications rapides dans les sources de la production; il ne sut point se ressaisir à temps et s'adapter à chacune de ces évolutions, comme il l'aurait fallu. La réforme des boissons le trouva en cet état, et elle acheva de le désemparer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Cette répercussion inattendue de la réforme des boissons sur le commerce des vins est un des faits les plus singuliers de notre situation économique, et un de ceux que nul n'avait prévus. La suppression des droits d'entrée et de détail, en libérant le vin, a rendu son commerce accessible à tout le monde : l'abaissement considérable des frais de transport a ajouté à cette facilité, de telle sorte que le commerce s'est vu transformé tout à coup par l'entrée en ligne d'une foule de concurrents, de commerçants improvisés, qui, affranchis des traditions, des pratiques, des charges de leurs devanciers, n'ont eu qu'un souci, faire des affaires, et ont cherché dans le bon marché le moyen de réaliser cet objectif. »

Il faut enfin ajouter que selon les viticulteurs, et selon l'opinion de M. Prosper Gervais lui-même, la situation générale des propriétaires de vignobles s'est trouvée aggravée jusqu'à l'exaspération par les lois votées en 1903 sur le régime des sucres et le régime des alcools, l'une et l'autre en concourant à l'encombrement continu du marché des vins, c'est-à-dire à la permanence et à la perpétuité de la crise.

Et c'est alors que la majorité des viticulteurs, en poursuivant la revision, la réforme de cette législation qu'ils considèrent comme ruineuse, voient les cultivateurs de la région du Nord, les producteurs de la betterave s'opposer à leurs revendications qu'ils jugent devoir léser gravement leurs propres intérêts.

Non contents d'avoir obtenu des restrictions au sucrage des vendanges (1), les viticulteurs réclament la suppression du principe même du sucrage, parce qu'il n'est pas exact, disent-ils, de prétendre que la production vinicole française envisagée dans son ensemble ait besoin de cet adjuvant du sucrage. « Il faut d'abord édicter l'interdiction du sucrage des vendanges et ne l'autoriser ensuite qu'*exceptionnellement* pour certaines régions ou certaines situations particulières et l'entourer alors d'une réglementation qui en prévienne et en empêche l'abus. En d'autres termes il faut autoriser la chaptalisation et rien de plus ». (P. Gervais.)

Pour prévenir les fraudes, certains viticulteurs vont même jusqu'à réclamer un relèvement général de l'impôt sur le sucre; or, l'industrie sucrière, à laquelle la prospérité de l'agriculture et la richesse même du nord de la France sont si étroitement liées, subit, de son côté, une crise, et ne voit un remède à la situation présente que dans un accroissement sensible de la consommation du sucre. L'impôt perçu actuellement sur le sucre (27 francs) équivaut presque au prix du sucre, les betteraviers souhaiteraient sinon la suppression, ce qui leur paraît impossible à obtenir dans les conditions actuelles, au moins un abaissement de 50 p. 100 dans le taux de l'impôt. La réduction de l'impôt, l'abaissement par le fait même du prix du sucre, étant le seul moyen d'en accroître la consommation.

Ces dernières années, du reste, devant le bas prix auquel pouvait leur être payée la betterave par la fabrique du sucre, les cultivateurs producteurs de betteraves ont cherché un débouché plus rémunérateur pour leurs produits auprès des distilleries; celles-ci s'étaient multipliées, certaines fabriques de sucre même s'étaient transformées en distilleries. En 1908, sur 2 538 030 hectolitres d'alcool produit en France, les alcools d'industrie (de betteraves, de grains, etc.) figurent pour 2 070 134 hectolitres et les eaux-de-vie naturelles (vins, cidres, marcs, fruits) pour 467 896 seulement, soit moins du cinquième (exactement 18,4 p. 100).

(1) Il y a maintenant un droit de 40 francs par 100 kilos qui, pour le sucrage à la cuve, s'ajoute au droit général de 27 francs et au prix du sucre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C'est contre cette situation que protestent à leur tour les viticulteurs, ils revendiquent sur le marché des alcools de bouche toute ou partie de la place que l'eau-de-vie de vin y occupait autrefois. Ils considèrent que l'alcool fait essentiellement partie du patrimoine du domaine viticole : qu'il est à certains égards le terme final du vin : et que la distillation est pour la viticulture une nécessité inéluctable : d'où les mesures réclamées de bonifications et d'avantages spéciaux, en faveur des producteurs d'alcool de vin, de manière à rétablir l'équilibre entre les eaux-de-vie naturelles et les alcools d'industrie, ce qui serait un moyen de faire disparaître cet élément de perturbation du marché des vins qu'est la surabondance des petits vins de consommation courante.

D'autres viticulteurs vont même plus loin : ne se contentant pas d'une prime à la distillation du vin, ils ne visent à rien moins qu'à l'expropriation des alcools d'industrie ou au moins à leur élimination absolue de la consommation de bouche.

Il est vrai que, comprenant la résistance que la betterave opposera forcément à de telles prétentions, d'autres opinions plus modestes ont été émises ; comme, par exemple, le droit pour les produits de la distillation du vin de se vendre comme produits naturels en obligeant les produits industriels à se présenter sous leur véritable qualification.

La *prime à la distillation*, voilà finalement ce que, avec la Confédération générale des vignerons, réclame le Midi viticole, y voyant le moyen le plus efficace pour encourager les vignerons à distiller les vins mauvais ou de qualité inférieure qui encombrent le marché et avilissent les prix.

Ces vins mauvais, cause de la ruine des bons vins, ces vins bâtards, « ces vins de rue » qui discréditent et déprécient les produits de nos plantations, mais faites-les disparaître, en attaquant le mal à sa source, arrachez les vignes qui les produisent, conseille un grand propriétaire viticulteur du Gard, M. Émile Boucoiran, auteur d'un projet très étudié d'indemnités à accorder aux vignerons dans ce cas ; et, de son côté, un des représentants les plus autorisés de la viticulture de la Gironde, M. Octave Audebert, cherche également les moyens d'amener les vignerons à arracher leurs vignes, par des encouragements sous forme d'allocations, d'indemnités égales au produit brut d'une récolte de vin ; les ressources nécessaires pour faire face à la dépense qui en résulterait devant être trouvées soit dans une surtaxe des alcools, soit dans l'élévation du droit de circulation.

Il est inutile d'insister sur les problèmes complexes que soulèvent de telles propositions ; les mesures législatives, les mesures d'exception, que l'on voit aujourd'hui émettre à propos de la crise viticole, sont des armes dangereuses à bien des points de vue : et beaucoup peut-être se demanderont pourquoi le vigneron n'arrache pas tout simplement sa vigne pour faire une autre culture plus rémunératrice. Le vigneron l'a fait là où une autre culture rémunératrice pouvait remplacer la vigne, et il l'a fait bien que ce fût un terrible sacrifice pour lui que d'arracher une plante qui a exigé cinq ou six ans pour venir à la productivité complète et qui a coûté 3 ou 4 000 francs par hectare pour être mise en valeur.

Mais pour arracher la vigne, il faut pouvoir la remplacer par une autre culture rémunératrice ; or, dans les pays grands producteurs de vin de la rive droite du Rhône, dans les départements du Gard, de l'Aude, de l'Hérault, des Pyrénées-Orientales, une autre culture rémunératrice n'est possible que là où l'on dispose de l'eau en quantité suffisante, et c'est pourquoi l'exécution des canaux d'irrigation du Rhône serait, aujourd'hui plus que jamais, nécessaire et permettrait, dans une certaine mesure, d'atténuer la crise que subissent ces départements. M. Paul Leroy-Beaulieu l'a très bien dit : « Ce qu'il faudrait,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

si l'on veut réduire la vigne, dans cette région du Midi, ce n'est pas des cultures pauvres, comme l'amandier, ni des plantations à rapport excessivement éloigné et d'ailleurs modique comme le pin, ce seraient des cultures riches, c'est-à-dire, d'une part, donnant un très grand produit brut, ayant une grande valeur vénale, et, d'autre part, occupant une main-d'œuvre notable, cultures potagères et cultures arbustives notamment comme en Vaucluse, et dans certains districts de la Provence; on pourrait obtenir des cultures riches, si l'on exécutait ces canaux du Rhône qu'il était question de faire il y a une trentaine d'années. » M. Paul Leroy-Beaulieu estime que le canal sur la rive droite du Rhône aurait une double utilité : servir à des cultures riches, et fournir également de la force motrice pour l'établissement d'un certain nombre d'industries, ce qui, en assurant du travail à la population, permettrait de la maintenir dans ces pays.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTES DE MÉCANIQUE

QUELQUES ROULEMENTS SUR BILLES (1)

La machine à essayer les roulements sur billes construite par la maison Riehle, pour la Hesse Bright C°, de Philadelphie, permet d'essayer ces roulements dans deux

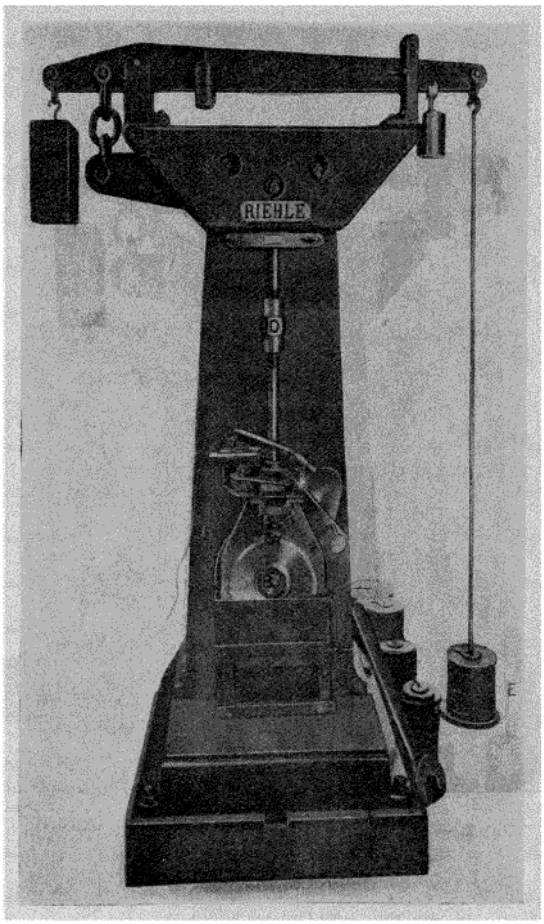


Fig. 1. — Machines *Riehle* à essayer les roulements à billes.

directions : normale et parallèle à l'axe de l'arbre du roulement, et dans ces deux directions à la fois.

Pour l'essai en charges radiales ou perpendiculaires à l'arbre, le roulement, à l'essai,

(1) *Bulletins* de décembre 1894, mars, août, novembre 1896, mai 1898 et 1899, octobre 1905, décembre 1907.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

monté sur un axe B (fig. 1), entraîne par son frottement un disque articulé, en C, à la tige D, chargé par un fléau. Ce disque porte une aiguille mobile devant un vernier à microscope qui permet de lire très exactement le déplacement de l'aiguille entraînée par le frottement des billes. Le coefficient de frottement μ est donné, d'après la construction de la machine, par la formule $\mu = \frac{6}{5}\frac{d}{r}$, dans laquelle d est le déplacement horizontal de l'aiguille et r le rayon de l'arbre B sur lequel roulent les billes.

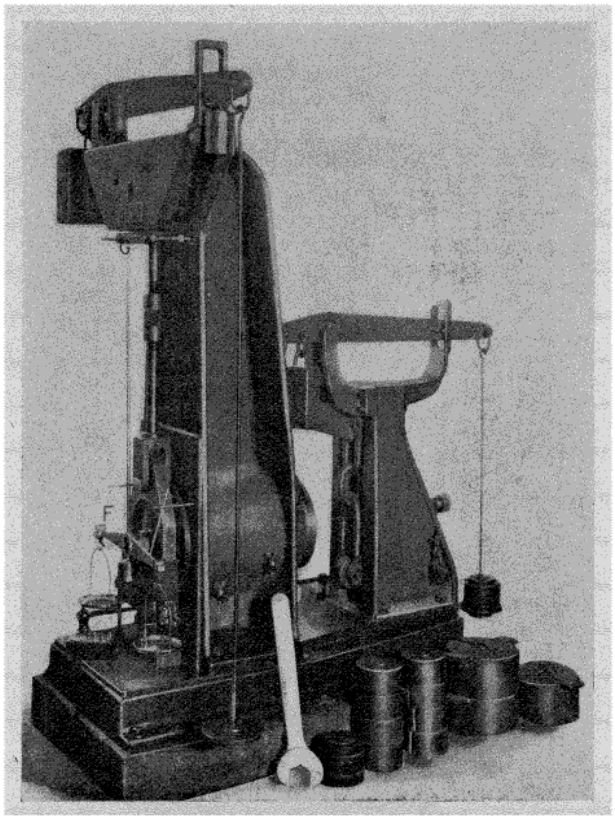


Fig. 2. — Machine *Riehle* à essayer les roulements sur billes.

Pour l'essai en charges axiales, ou parallèles à l'axe de l'arbre B, la poussée axiale est donnée par le levier que l'on voit en arrière de la machine sur la figure 2 qui tire avec une force P sur la butée au moyen d'un fil d'acier, et l'on monte sur le roulement de billes un fléau de balance F, avec longue aiguille à vernier G. Le poids qu'il faut mettre dans l'un des plateaux de cette balance pour la maintenir horizontale donne le torque T, par lequel il équilibre le frottement des bielles, dont le coefficient est donné par la formule $\mu = \frac{T}{P r}$, dans laquelle P est la charge ou poussée sur les billes.

Lorsqu'on veut essayer un roulement sous l'influence de deux charges : radiale et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

axiale, on fait agir à la fois les deux fléaux, et le frottement se mesure sur le vernier de C.

Les charges radiales peuvent atteindre 7 000 kilogrammes et les axiales 5 000 ; la vitesse de B varie de 50 à 1 500 tours. La machine est extrêmement sensible.

Le diagramme (fig. 3) donne les résultats d'essais exécutés sur un roulement du

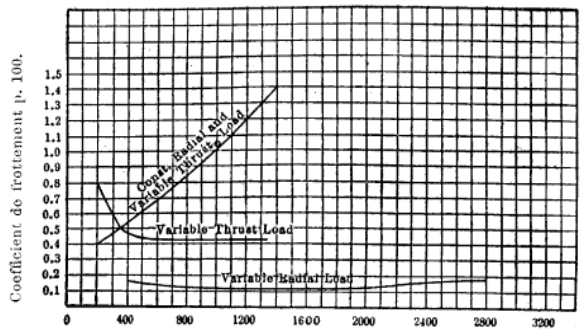


Fig. 3.

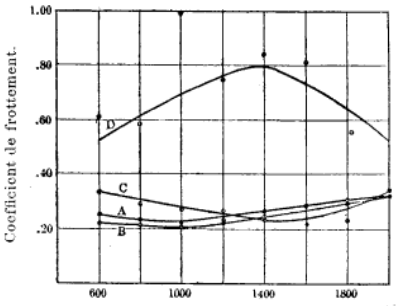


Fig. 4.

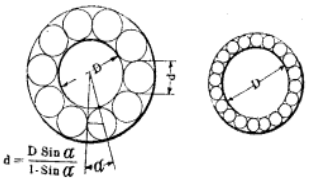


Fig. 5.

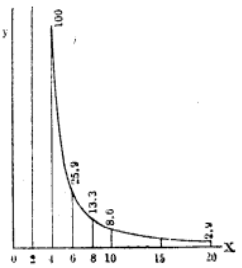


Fig. 6.

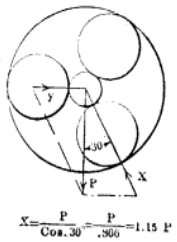


Fig. 7.

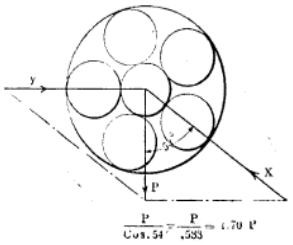


Fig. 8.

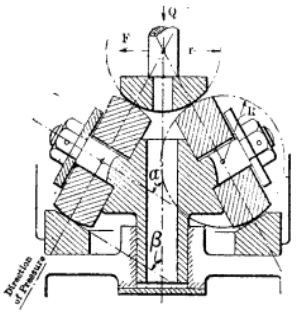


Fig. 9.

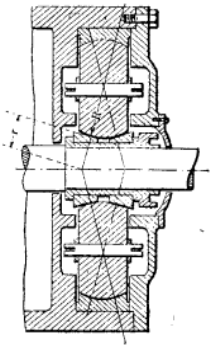


Fig. 10.

type DWF (fig. 17 du *Bulletin* d'octobre 1905, p. 1104), de diamètre $d = 40$ millimètres, avec 8 billes, sous des charges radiales, axiales et mixtes très variables, les charges axiales étant limitées au quart des axiales, soit, normalement, à 160 kilo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grammes. Le diagramme figure 4 représente l'allure de ce même roulement en bon

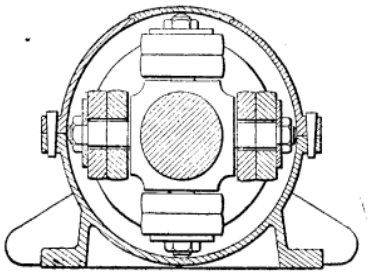


Fig. 11.

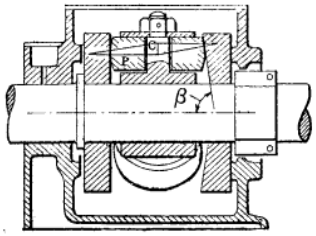


Fig. 12.

Fig. 9 à 12. — Roulements *Rennerfelt*.

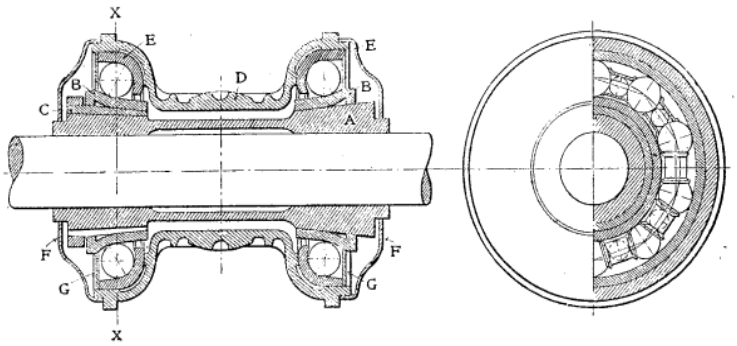


Fig. 13. — Palier à billes *Chapman*.

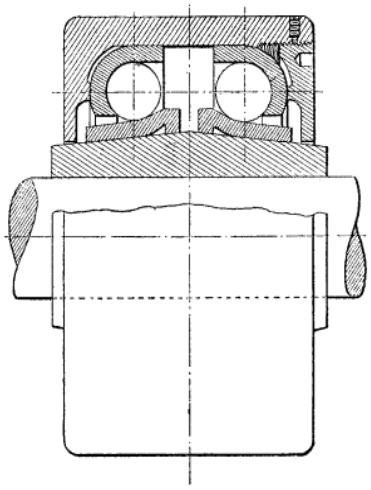


Fig. 14. — Palier *Chapman*.

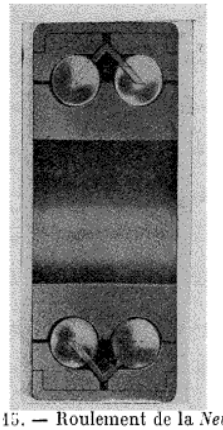


Fig. 15. — Roulement de la *New Departure C°*.

état (A) sec et froid, (B) sec et un peu rouillé, (C) et dans de l'huile avec un peu de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sable (D), et sous charges radiales. C'est le roulement rouillé qui frotte le plus, mais jusqu'à la charge normale de 1 400 livres seulement, à partir de laquelle le roulement non rouillé et surchargé se déforme; il se détruirait rapidement entre 1 800 et 2 000 kilogrammes sans graissage.

La charge que peuvent supporter, en pratique, les roulements sur billes dépend de tant de circonstances que la pratique seule peut la déterminer; duretés relatives de la bille et de son chemin de roulement, sa trempe, son coefficient admissible de travail. Théoriquement, en supposant qu'au passage de la bille, le chemin de roulement se

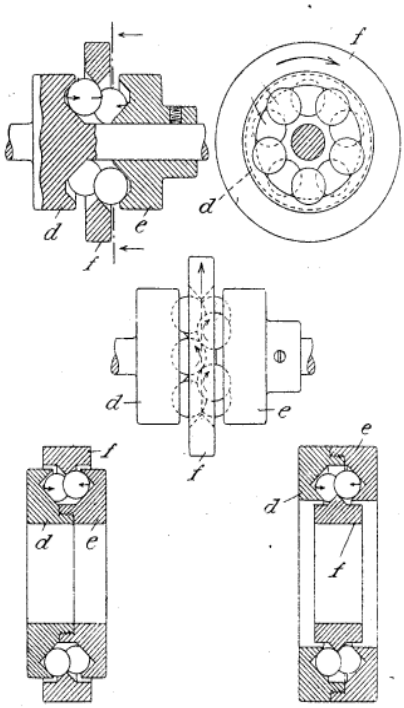


Fig. 16. — Roulement *Ehrngruber*.

creuse de la flèche même d'aplatissement de la bille, c'est-à-dire qu'il ait le même coefficient d'élasticité qu'elle, une bille de coefficient d'élasticité E, de rayon r et de coefficient de travail R à la compression, pourrait supporter une charge de $T = 2\pi r^2 \frac{R}{E}$, (1) d'où, avec $E = 22 \times 10^9$, le tableau page 816.

La difficulté est de savoir comment la charge d'un roulement se répartit sur ses différentes billes. Si l'on désigne par n le nombre de ces billes qui se partagent également la charge totale C et par X le nombre total des billes du roulement, ce roulement pourra supporter une charge totale de $\frac{X}{n} c$.

(1) M. Kœchlin, *Génie civil* du 8 mars 1908, p. 23.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Charges correspondant à un coefficent de travail maximum R_D *par millimètre carré.*

COEFFICIENTS DE TRAVAIL R_D en kilogr. par millim. carré.	RAYON EN MILLIMÈTRES																			
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
2	0,03	0,11	0,26	0,46	0,71	1,03	1,40	1,83	2,31	2,9	3,4	4,1	4,8	5,6	6,4	7,3	8,3	9,2	10	11
4	0,11	0,46	1,03	1,83	2,86	4,11	5,60	7,30	9,30	11,0	14,0	16,0	19,0	22,0	26,0	29,0	33,0	37,0	41	46
6	0,25	1,03	2,31	4,11	6,40	9,30	13,00	16,00	21,00	26,0	31,0	37,0	43,0	50,0	58,0	66,0	75,0	84,0	93	103
8	0,46	1,83	4,11	7,30	11,00	16,00	22,00	29,00	37,00	46,0	55,0	66,0	77,0	90,0	103,0	118,0	132,0	148,0	165	183
10	0,72	2,86	6,40	11,00	18,00	26,00	35,00	46,00	58,00	71,0	86,0	103,0	120,0	140,0	161,0	183,0	207,0	232,0	258	286
12	1,06	4,11	9,30	16,00	26,00	37,00	50,00	66,00	59,00	103,0	125,0	148,0	174,0	202.0	232,0	264,0	288,0	332,0	372	412
14	1,40	5,60	13,00	22,00	35,00	50,00	69,00	90,00	113,00	140,0	170,0	202,0	237,0	274,0	315,0	358,0	405,0	452,0	506	560
16	1,80	7,30	16,60	29,00	46,00	66,00	90,00	117,00	148,00	183,0	222,0	264,0	310,0	358,0	412,0	468,0	530,0	592,0	662	742
18	2,30	9,30	21,00	37,00	58,00	83,00	113,00	148,00	187,00	231,0	281,0	332,0	392,0	454,0	523,0	592,0	670,0	750,0	842	925
20	2,80	11,00	26,00	46,00	71,00	103,00	140,00	183,00	231,00	287,0	346,0	412,0	484,0	560,0	645,0	732,0	828,0	924,0	1038	1145
22	3,50	14,00	31,00	55,00	86,00	124,00	169,00	221,00	280,00	346,0	420,0	498,0	585,0	678,0	780,0	884,0	1000,0	1120,0	1250	1385
24	4,10	16,00	37,00	66,00	103,00	148,00	202,00	263,00	333,00	411,0	500,0	592,0	700,0	808,0	925,0	1052,0	1190,0	1332,0	1485	1650
26	4,90	19,00	43,00	77,00	121,00	174,00	236,00	309,00	391,00	483,0	590,0	696,0	815,0	948,0	1090,0	1236,0	1385,0	1564,0	1740	1950
28	5,60	22,00	50,00	90,00	140,00	202,00	273,00	358,00	453,00	560,0	680,0	808,0	950,0	1100,0	1260,0	1438,0	1620,0	1816,0	2030	2250
30	6,50	26,00	58,00	103,00	161,00	231,00	315,00	411,00	520,00	643,0	780,0	924,0	1080,0	1260,0	1440,0	1644,0	1860,0	2080,0	2320	2570

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le diamètre maximum de billes logeables dans un roulement pour un arbre de diamètre D est donné (fig. 5) par la formule $d = \frac{D \sin \alpha}{1 - \sin \alpha}$, dans laquelle α désigne l'angle au centre d'un rayon $d/2$; d'où, pour $n = 4$, c'est-à-dire en supposant la charge supportée par le quart des billes, le tableau suivant et le diagramme figure 6.

Nombre des billes X	$\alpha = \frac{360^\circ}{2X}$	$\sin. \alpha$	$1 - \sin. \alpha$	$d = \frac{D \sin. \alpha}{1 - \sin. \alpha}$	d^2	$\frac{X}{4}$	Coefficient de charge. $Y = \frac{X}{4} d^2$
4	45°	0,707	0,293	2,41 $\times D$	5,8 $\times D^2$	1	5,8 or 100
6	30°	0,50	0,50	1,0 $\times D$	1,0 $\times D^2$	1,5	1,5 or 25,9
8	22 1/2°	0,383	0,617	0,62 $\times D$	0,385 $\times D^2$	2	0,77 or 13,3
10	18°	0,309	0,691	0,448 $\times D$	0,300 $\times D^2$	2,5	0,50 or 8,6
20	9°	0,156	0,344	0,185 $\times D$	0,034 $\times D^2$	5	0,17 or 2,94

On voit que, dans ce cas, le roulement de 20 petites billes ne pourrait supporter que 3 p. 100 de la charge du roulement à 4 grosses billes, et les 0,6 p. 100 seulement si,

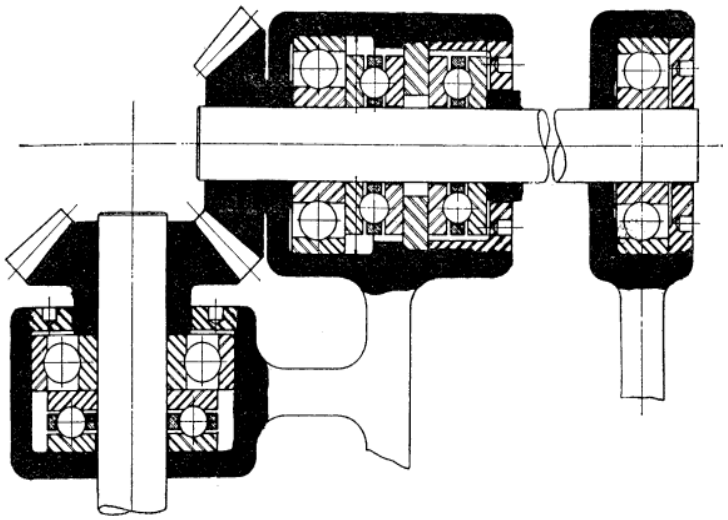


Fig. 17. — Roulement de la *Standard R. B. C°*.

comme cela arrive souvent en pratique, la charge venait à porter sur une seule bille. C'est ce qui explique l'avantage des grosses billes entre certaines limites. Dans un roulement de 3 billes (fig. 7) la charge x que peut supporter l'une des billes mise seule en jeu par suite d'une inégalité de diamètre des billes ne peut dépasser 1,15 fois la charge normale P du roulement, tandis qu'elle atteindrait 1,70 P dans (fig. 8) un roulement de 5 billes. Avec 4 billes, x ou y ne peuvent dépasser P, de là, pour ce roulement à 4 billes, un avantage théorique très appréciable, car il suffirait que l'une de ces billes puisse supporter sans danger la charge P.

Mais il faudrait, avec un aussi petit nombre de billes, leur donner des diamètres trop considérables pour une bonne fabrication de ces billes, et c'est pour y remédier

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que *M. Rennerfelt* propose (1) de réduire ces billes à leur partie médiane, ce qui leur donne alors la forme de galets sphériques, comme en figure 10.

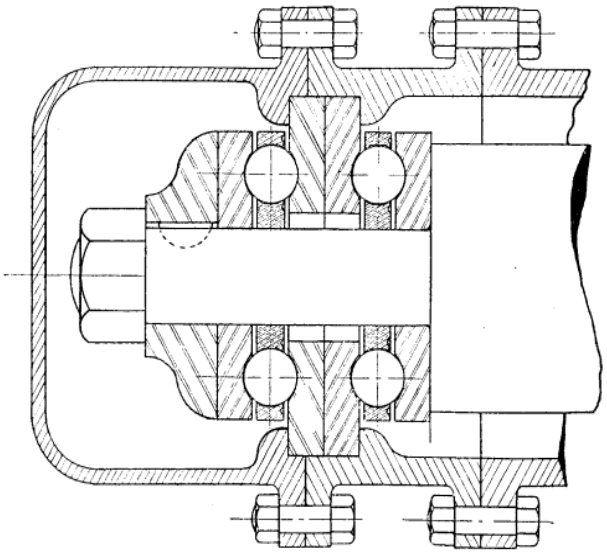


Fig. 18. — Butée à billes de la *Standard R. B. C°*.

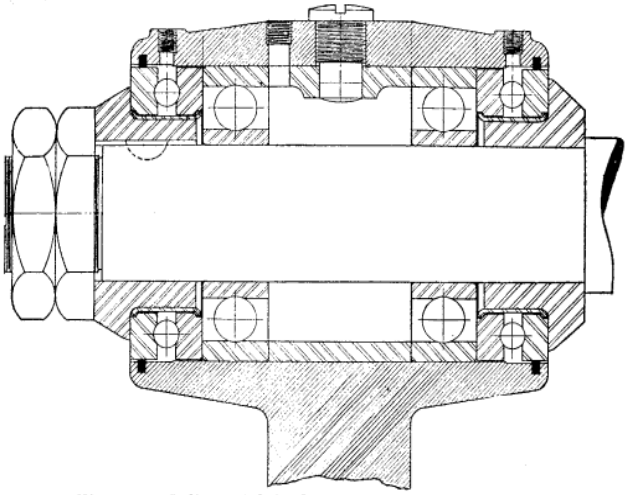


Fig. 19. — Palier axial. Radial de la *Standard R. B. C°*

Dans la forme de butée (fig. 9), sur trois galets-billes équidistants, chacun d'eux porte une charge de $P = \frac{Q + 2\,F\,tg\alpha}{3 \sin \alpha}$, dans laquelle Q est la charge de l'arbre et F la poussée

(1) *American Machinist*, 23 mai 1908.
(2) *Ibid.*, 8 février 1908.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

latérale sur l'arbre, qui doit être telle que Q/F soit $>$ tgα. Dans ce dispositif, les galets font un tour pour $\frac{2(R+r)}{r}$ tours de l'arbre.

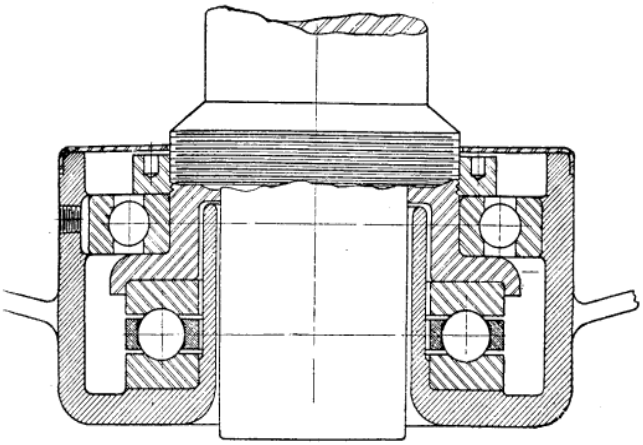
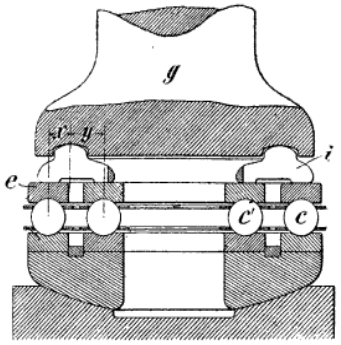


Fig. 20. — Crapaudine de la *Standard R. B. C°*.



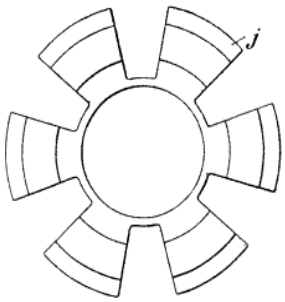


Fig. 21. — Crapaudine à billes *DWF*.

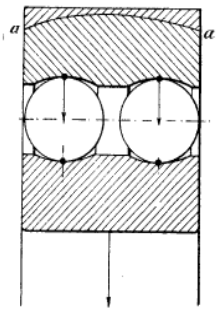


Fig. 22. — Roulement *DWF*.

Lorsque F est très grand par rapport à Q, il faut, comme en figure 10, faire $\alpha = 0$. Pour $\alpha = 90°$, on a la butée (fig. 11).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans le type (fig. 12) pour grandes vitesses, l'angle est tel que $\operatorname{tg}\beta = P/C$, formule dans laquelle P est la pression sur le galet et C sa force centrifuge, qui se trouve ainsi équilibrée.

On ajoute considérablement à la sécurité des roulements sur billes en les dédoublant, c'est-à-dire en les faisant à deux couronnes de billes, dont une seule peut, au besoin, supporter la charge totale supposée également répartie sur les deux. Tel est le cas du palier *Chapman* représenté par la figure 13 avec coussinet sphérique D, à cuvettes

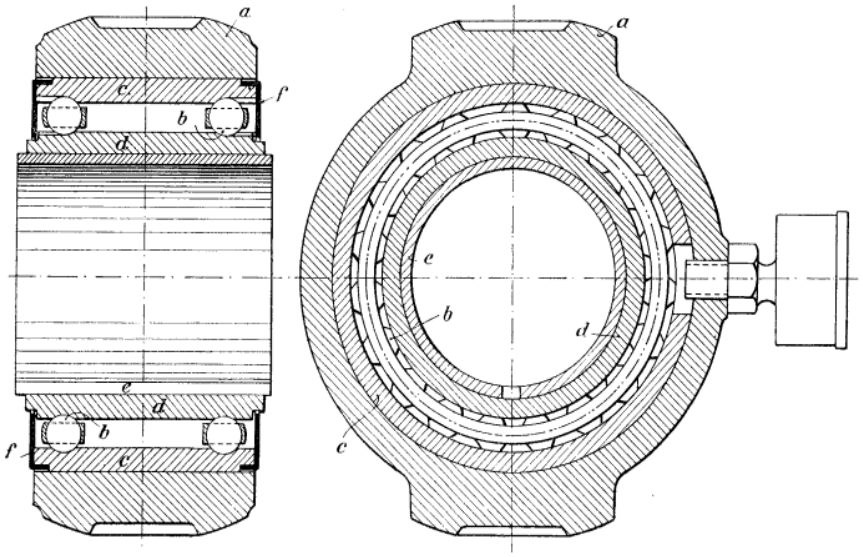


Fig. 23. — Roulement *DWF*.

Ce palier à billes se compose d'un support *a* en fonte, à rotule et du coussinet à billes *b* proprement dit. Celui-ci est formé de deux bagues *c* et *d*, à deux chemins de roulement; la bague intérieure est calée par frottement sur l'arbre au moyen d'une douille conique. Pour fixer le coussinet on chasse vigoureusement la douille dans la bague intérieure à l'aide de quelques coups de marteau. Des expériences faites dans des conditions beaucoup plus rigoureuses que celles de la pratique ont prouvé l'entière sécurité de ce mode de fixation. Pour protéger le coussinet, on le ferme latéralement par des collerettes *f* en tôle. Les billes sont guidées par une cage et la lubrification se fait au moyen d'un graisseur Stauffer. Pour tenir compte des variations de longueur de l'arbre, la bague extérieure du coussinet est laissée libre dans le support en fonte. Un seul des paliers de l'arbre, choisi parmi les moins chargés et placé, si possible, vers le milieu, sert à fixer l'arbre. La bague extérieure de ce seul coussinet est alors solidement fixée sur le support de fonte.

EE, sur couronnes de billes dont une à cône de roulement B, réglable par l'écrou C, et fermée contre la poussière en GG. Les grosses billes qui supportent la charge sont séparées par des petites dans des manchons élastiques appuyés sur les grosses (1).

Le type (fig. 14) est remarquable par son faible encombrement.

Le roulement double de la *New Departure C°*, de Briston, Connecticut, présente (fig. 15) la particularité de pouvoir supporter des charges axiales et radiales sur des

(1) *American machinist*, 8 février 1908.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

diamètres de billes inclinés respectivement de 45 et de 60° sur l'horizontale. En outre, les redans de la bague conique de séparation des billes les touchent par leurs pôles de rotation de manière à frotter le moins possible (1).

Dans le palier à roulements étagés de *M. Ehrngruber* (fig. 40) (2), les portées des billes sur les chemins *d* et *e* et l'anneau *f* sont telles qu'elles peuvent se toucher sans frotter mais en roulant les unes sur les autres, comme l'indiquent les flèches.

En général, toutes les fois que l'encombrement le permet, on préfère séparer les roulements en deux séries, les uns pour les charges radiales, les autres pour les longi-

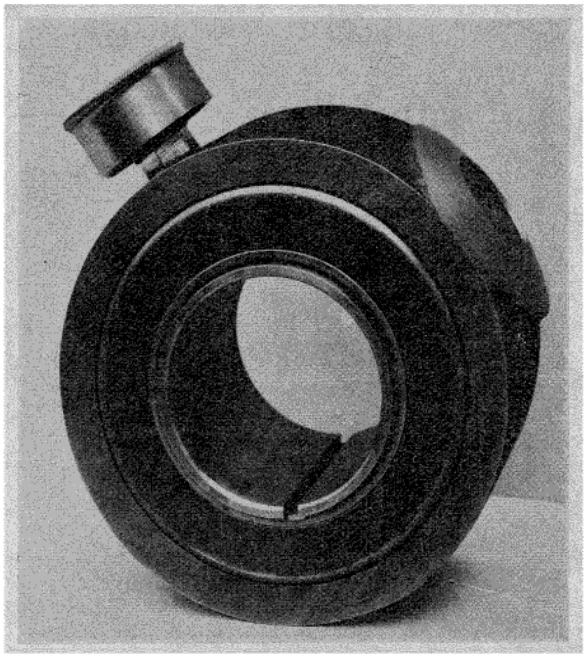


Fig. 21. — *DWF* (fig. 23).

tudinales ou axiales comme dans les types figures 17-20 de la ***Standard Roller Bearing C°*** de Philadelphie.

La répartition des charges *c* et *c'* sur les deux cours de billes *c* et *c'* de la crapaudine DWF (fig. 21) (3) est assurée en faisant porter son axe *g* sur l'anneau *e* par les bras flexibles *j* d'une étoile *i* telle que le rapport $\frac{x}{y} = \frac{c}{c'}$.

Dans le dispositif des DWF représenté en figures 22 à 24 la bague extérieure *a* est à portée sphérique, ce qui permet au roulement de se déverser sans réaction axiale sensible sur les billes, toujours chargées radialement, et avec une répartition des charges pratiquement égale sur les deux anneaux de billes.

(1) *American machinist,* 3 octobre 1908.
(2) Brevet anglais 4965 de 1908, 134, Centralbahnof strasse, Oberndorf.
(3) Brevet anglais 15 361 de 1908.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

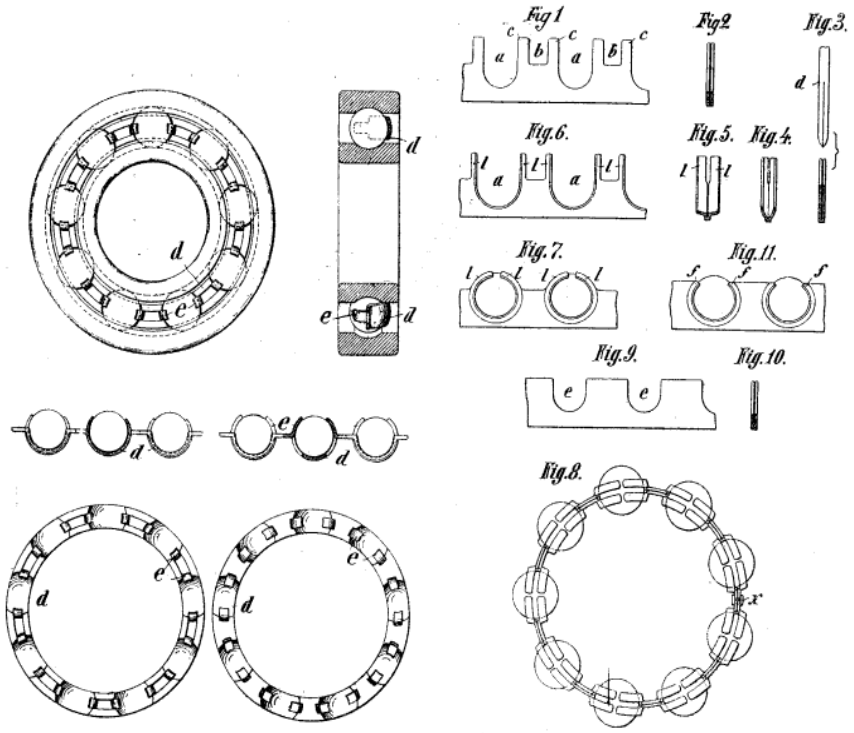


Fig. 25 et 26. — Cage *DWF*.

Fig. 27 (nos 1 à 10). — Cage *DWF*.

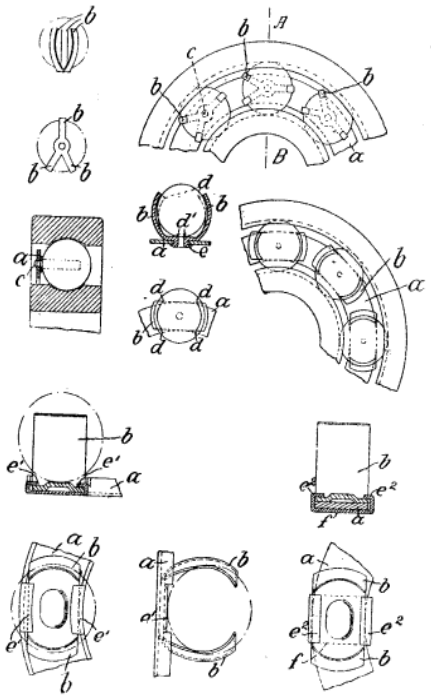


Fig. 28 (nos 1 à 12). — Cages *Hess*.

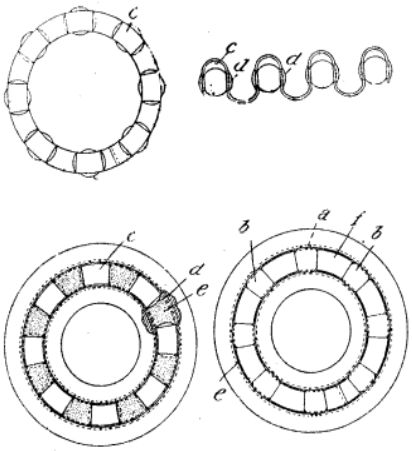
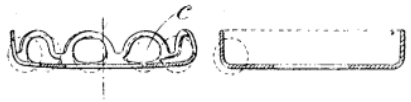


Fig. 29. — Cage *Dellshau*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les dispositifs de cages employés pour maintenir la séparation des billes en roulement sont, comme le savent nos lecteurs, des plus variés ; en voici quelques nouveaux.

La cage des DWF (fig. 25) (1) se compose d'une couronne à creux *d* et saillies *e*, emprisonnant les billes, et ces saillies *e* sont étampées d'un seul coup dans la bague préalablement tournée et dressée, puis rabattues sur les billes. En fig. 26, ces saillies



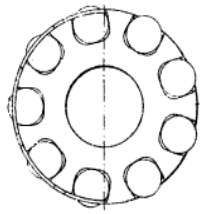
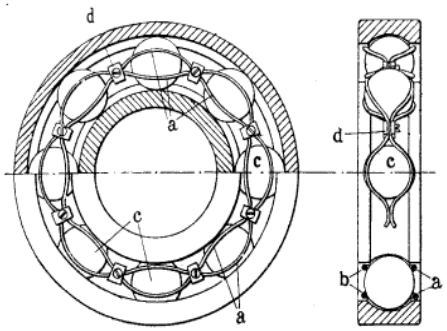


Fig. 31. — Cage *Westebbe*.





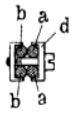


Fig. 30. — Cage *Hopflinger*.

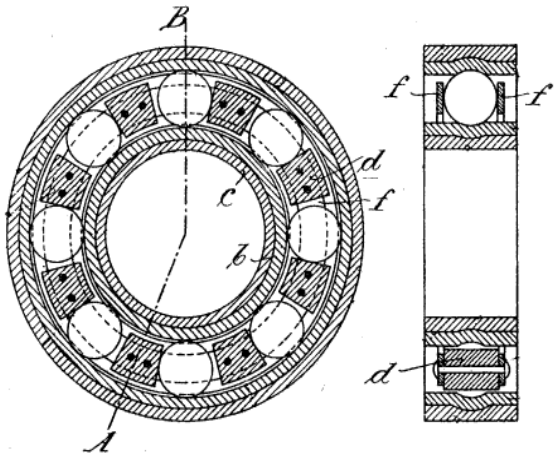


Fig. 32. — Cage *Neukirch*.

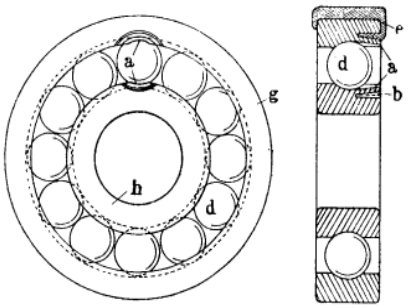
ou griffes sont découpées non pas entre les creux de la bague, mais dans ces creux mêmes. En fig. 27 (2) on part d'une bande de métal découpé comme en *abc* et en deux parties rabattues l'une sur l'autre comme en fig. n° 2, puis ouvertes comme en fig. 4 par le poinçon *d*, et écartées comme en fig. 5 dans une matrice à fond sphérique, qui forme ainsi les logements *a* des billes, sur lesquelles il suffit de rabattre les branches *ll*. En fig. 11, les bords des logements *e* sont rabattus sur les billes, comme en *f*, après les

(1) Brevet anglais 20,781 de 1908.
(2) Brevet anglais 10 936 de 1908.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

opérations (fig. 4 et 5). La cage est constituée en courbant la bande et en réunissant ses extrémités par une attache x (fig. 8).

Dans le dispositif de *Hess* (1) fig. 28 (n° 1 à 4), les billes sont maintenues par des griffes élastiques b, rivées en c sur un cercle a, et qui permettent d'y remplacer facilement une bille. En figures 5 à 7, les griffes ne touchent les billes qu'en leurs pôles de rotation d, et très légèrement en d'. En fig. 8 à 12, les guides b sont réunis à l'anneau a par des crampons $é$, découpés dans a, ou e^2, rapportés sur a.



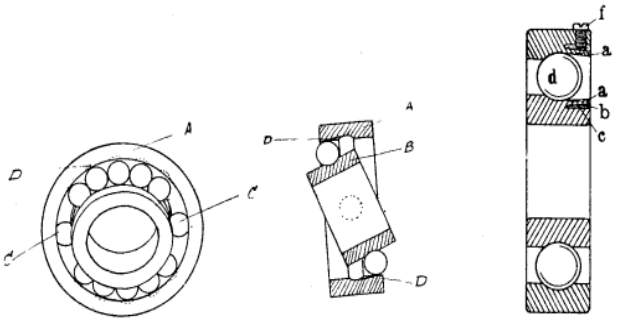


Fig. 33. — Cage *Ransonne*. Fig. 34. — Cage *Schulz*.

M. Dellshau (2) se contente (fig. 29) d'une simple bande ondulée c, avec bossages d retenant les billes et tampons gras e.

On retrouve la même recherche de simplicité apparente dans le cage en fil de fer ab (fig. 30) de *M. Hopflinger* (3) mais avec bien des chances de frottements et de ruptures des attaches d.

La cuvette a de *M. Westebbe* (fig. 31) (4) retient les billes dans ses alvéoles étampées c, qui cèdent élastiquement pour y introduire les billes.

M. C. Neukirch retient ses billes par des tasseaux f (fig. 32) (5) entre deux anneaux $f\,f$.

(1) 134 Hauptbahnhof Scheinfurth. Brevet anglais 11042 de 1908.
(2) 30 Altonaerstrasse, Berlin. Brevet anglais 14 394 de 1906.
(3) 3, Cramer St Schweinfurth s Main, Brevet anglais 3739 de 1908.
(4) Solingen, Brevet anglais 12 052 de 1907.
(5) 21, Spichern St, Brevet anglais 16 434 de 1907.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour faciliter l'entrée des billes entre les anneaux A et B (fig. 33), la maison *Ransome* (1) fait sur A deux petites encoches DD, par lesquelles on introduit facilement les billes deux à deux en faisant osciller B autour de deux billes C, déjà placées sur un

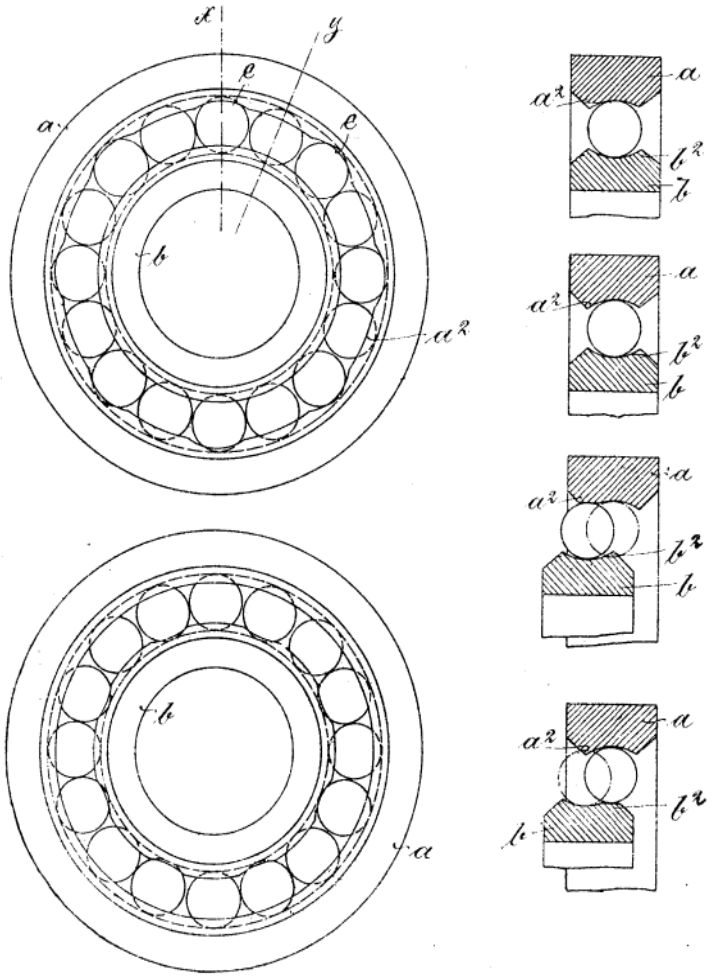


Fig. 33. — Cages *Schreiber*.

diamètre perpendiculaire à celui DD, mais ces encoches détruisent l'uniformité du roulement sur A.

Dans le dispositif de *Schutz* (fig. 34) (2) l'introduction des billes se fait par une ouverture à lèvres *a*, que l'on rabat ensuite par des serrages à coins *c*, *e*, ou à vis *f*. Ce dispositif présente le même inconvénient que le précédent avec, semble-t-il, quelque chance de rupture des petites languettes *a*.

(1) Stanley Works Newark, Brevet anglais 12 957 de 1906.
(2) 5, Jaeger St, Charlottembourg, Brevet anglais 17 373 de 1908.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Schreiber fait ses encoches e (fig. 35) (1), non dans les roulements, mais dans leurs bords biseautés a^2 et b^2. On introduit les billes dans ces encoches après avoir

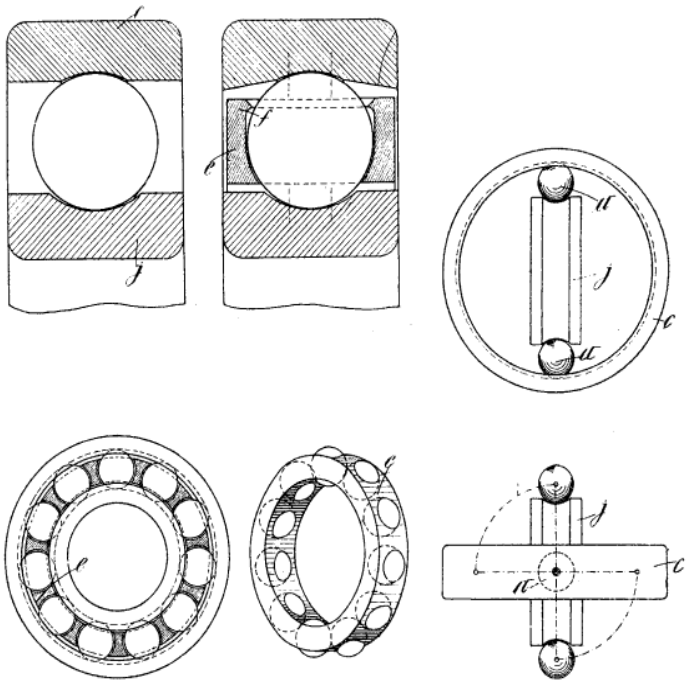


Fig. 36. — Cage de la *Société française du roulement sur billes*.

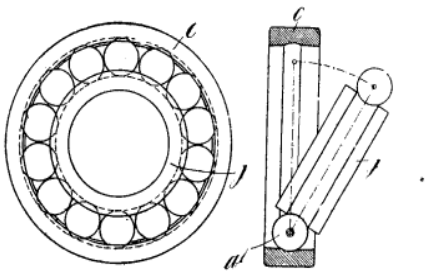


Fig. 37.

décalé les encoches de a de celles de b de l'angle xy, et on presse l'un sur l'autre les anneaux a et b.

Dans le type (fig. 36) de la *Société française des roulements à billes* (2), le chemin est plus creusé dans l'anneau extérieur c qu'en j, et l'introduction des billes se fait, comme en figure 36, en faisant pivoter j sur deux billes diamétralement opposées a. La bille se

(1) 50, Woringer St, Dusseldorf, Brevet anglais 23 858 de 1907.
(2) A Ivry. Brevet anglais 6124 de 1906.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

force ainsi dans e, grâce à l'élasticité de cet anneau. La même opération peut se faire en remplaçant les billes par leur cage pleine, montée sur j, et dans laquelle les billes se serrent par des refoulements f. Enfin le pivotement de j peut se faire, comme en fig. 37 autour d'une seule bille a.

Ces différents procédés d'insertion ne se prêtent guère au remplacement d'une bille sans démontage du roulement. Beaucoup d'usines de construction de roulements admettent d'ailleurs qu'il faut avoir, pour parer à cette éventualité, des roulements de rechange et renvoyer à l'usine le roulement avarié.

Une fois le roulement retiré de son arbre, le dispositif des DWF (représenté en fig. 38)

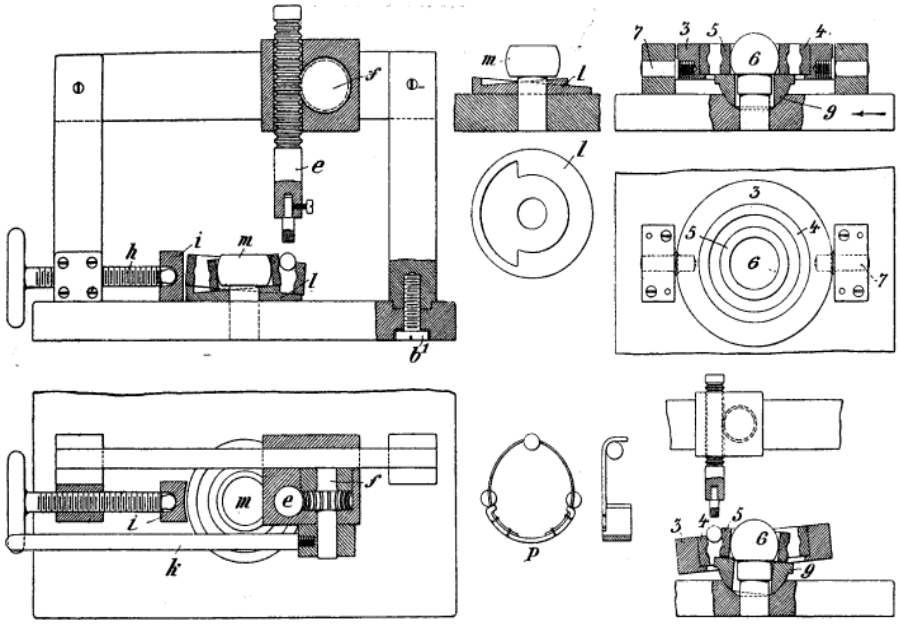


Fig. 38 à 40. — Appareil par billes de la *DWF*.

permet d'introduire facilement les billes en les pressant, par k, f, e, entre les deux bagues du roulement, dont l'une appuyée sur le champignon sphérique m et les deux inclinées sur la base conique l, de façon à faciliter l'entrée de la bille, en la pressant, par les deux légères encoches des roulements amenées en regard. Les deux anneaux de roulement sont écartés et maintenus inclinés de manière à élargir cette entrée par la pression de la vis h et de son talon i sur le roulement extérieur.

On facilite encore cette entrée par l'emploi d'un étrier p, qui maintient les billes déjà entrées à l'équidistance.

En figure 39 le roulement extérieur 4 est pris dans un anneau 3, pivoté en 7, 7, et l'anneau intérieur 5, guidé par la boule 6, appuie sur un grain sphérique 9, qui permet l'élargissement de l'entrée comme en figure 40 (1).

(1) Brevet anglais 9375 de 1908.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

GRILLE *Lee* (1).

Cette grille se compose (fig. 41 et 42) d'une série de barreaux disposés de chaque côté de la chaudière et oscillant sous l'action d'autant d'excentriques; au bas du sys-

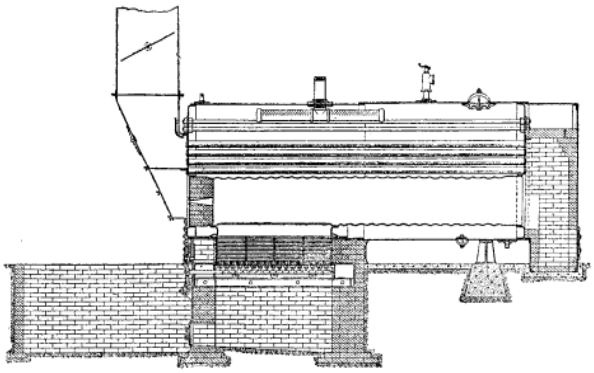


Fig. 41. — Grille *Lee*.

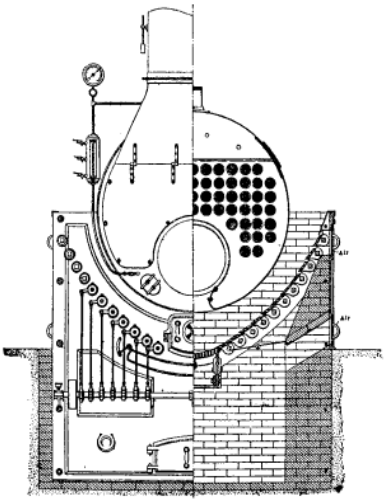


Fig. 42.

tème, se trouve une troisième grille à barreaux oscillants perpendiculaires aux barreaux latéraux.

La chaudière fig. 41, cylindrique, de 1m,80 × 350, avec 84 tubes de 76 millimètres et un foyer ondulé de 430 millimètres de diamètre, marche à 7kg,7. L'entaille dans le tube-foyer a 230 × 1m,42, longueur de la grille. Surface de chacune des grilles latérales 2m2,23, de la grille de fond 0m2,74. On considère comme active les deux tiers de la surface

(1) *Power*, 30 mars 1909. Exploité par la *Smokeless Furnace and Boiler C°*, 44, Court St, Brooklyn.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des deux grilles latérales, ou $3^{m2},72$. Distance du fond de la chaudière au-dessus de sa grille 380 millimètres, des parois au plus proche des barreaux latéraux, 165 millimètres. Surface de chauffe totale, $82^{m2},7$, ou 22,3 fois celle des grilles. Cheminée de $7^{m},50 \times 685$ de diamètre. Combustion de 22 kilogrammes par mètre carré de grille et par heure. Vaporisation $12^{kg},8$ par kilogramme de charbon sec, ramenée à 100°, aux essais par M. C. W. Seribner.

Il ne se forme pas de scories, mais il passe au travers des grilles un peu de pous-

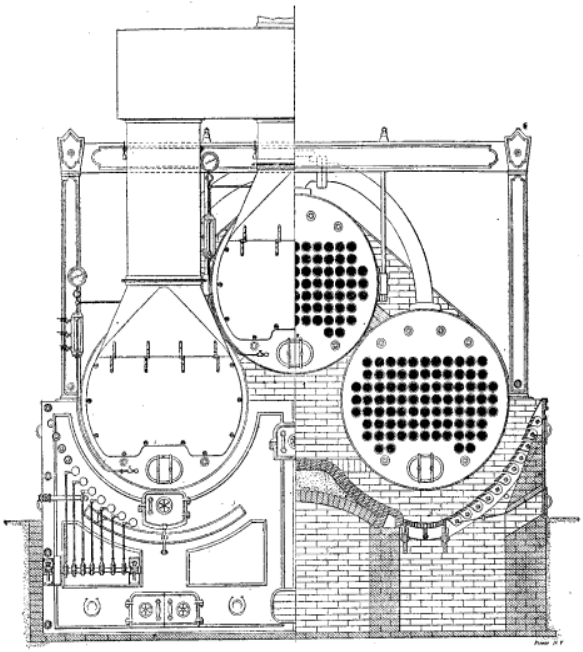


Fig. 43.

sières de charbon, que l'on recueille. La majorité de l'air arrive latéralement au niveau du sol, et une partie par le haut des grilles latérales, pour rabattre le feu de haut en bas. Le charbon se transforme en coke dans le haut de la grille, et les produits volatils passent de haut en bas au-dessus du combustible incandescent. La combustion est facilement fumivore.

La figure 43 représente l'application de ces grilles à une chaudière triple.

LES COUPS D'EAU DANS LES TUYAUTERIES DE CHAUDIÈRES, d'après *M. C. E. Stromeyer.*

Soit, dans un tuyau rigide fermé en P (fig. 44) un bouchon d'eau W, passant de W_1 en W sous la différence de pression p_1-p_2, et subitement arrêté en W. Le travail dépensé sur W pendant sa course a été de $(p_1$-$p_2)$ V. Dès le choc de W sur P, sa tranche en contact avec P se comprime, et cette compression se transmet dans la masse de W avec la vitesse du son, A' l'arrêt complet de W, cette masse exerce sur T une pres-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sion maxima p, de sorte que, si l'on admet que la pression sur P se soit, pendant cet arrêt, accrue progressivement de zéro à p, le travail dépensé sur W par sa compression pendant cet accroissement de pression est donné par la formule

$$(p_1 - p_2)\,V = \frac{p_2}{2C}\,W. \quad (1).$$

d'où $p = \sqrt{2\,(p_1 - p_2)\,\frac{CV}{W}}$ (2), dans laquelle C est le module de compressibilité de l'eau.

On voit que p augmente avec le rapport $\frac{V}{W}$ et qu'il est indépendant de la longueur et du diamètre du tuyau. La forme du bouchon W n'a pas d'importance, de sorte que ces coups d'eau peuvent parfaitement se produire par des vagues d'eau soulevées dans un tuyau de vapeur en partie plein d'eau et presque sans mouvement de l'eau sous ces vagues. L'appareil (fig. 46) permet de reproduire ce phénomène. Le tube C y représente la prise de vapeur S (fig. 45) et T le tuyau WH; il est entouré d'une circula-

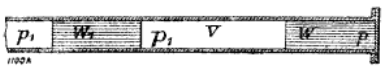


Fig. 44.

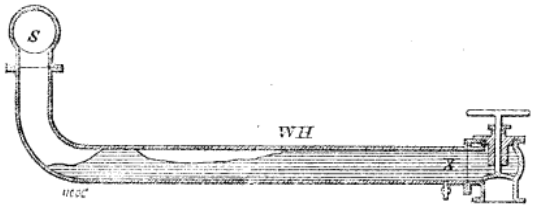


Fig. 45.

tion d'eau OI, pour que l'eau s'y maintienne froide. Lorsque l'eau de F, chauffée par le Bunsen B, bout avec vapeur sortant par la soupape b, on ouvre partiellement P_1 ou P_2 pour faire baisser le niveau de l'eau en T. La condensation de la vapeur de F en T y soulève des vagues, et quand l'une d'elles arrive, comme sur la figure 46, à boucher T, la vapeur emprisonnée se condense presque instantanément à droite de T, avec formation d'un vide partiel pendant que la pression de la vapeur continue d'agir à gauche, de sorte que la vague, projetée rapidement de gauche à droite, y détermine un coup d'eau. Si l'on admet pour $p_1 - p_2$ une valeur de 2 livres par pouce carré, pour $\frac{V}{W}$ la valeur 2, et pour C, module de compressibilité de l'eau en livres par pouce carré $C = 300\,000$, il vient, d'après la formule précédente :

$p = \sqrt{2 \times 300\,000} = 770$ livres par pouce carré, ou 54 kilogrammes par centimètre carré.

En réalité, cette pression p doit être diminuée de moitié pour tenir compte de l'élasticité de l'eau et plus encore du fait qu'il y a toujours quelques bulles d'air dans l'eau.

Les tuyaux ne sont pas absolument rigides, mais en matière d'un coefficient d'élasticité E, de sorte que si l'on désigne par D le diamètre du tuyau et T son épaisseur, la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tension circonférentielle $S = \frac{p}{2}\frac{D}{T}$, déterminée dans la matière de ce tuyau par la pression p du coup d'eau, y provoque un allongement de sa circonférence πD de $\frac{\pi}{2}\frac{S}{E}D = \frac{\pi}{2}\frac{p}{E}\frac{D^2}{T}$, qui absorbe, pour se produire sur la longueur L du bouchon W, un travail SLT, ou, comme on a $\frac{\pi}{4}D^2L = W$, de $\frac{W}{2}\frac{D}{T}\frac{p^2}{E}$. Il en résulte que la formule (2) se présente alors sous la forme $(p_1 - p_2)\ V = \frac{W}{2}p^2\left(\frac{1}{C} + \frac{1}{E}\frac{D}{T}\right)$ en remplaçant dans la formule (2) $\frac{1}{C}$ par $\frac{1}{C}\left(1 + \frac{C}{E}\frac{D}{T}\right)$.

Admettant, comme précédemment C = 300 000, et pour le cuivre, l'acier doux et la fonte E = respectivement, 12 000 000, 30 000 000 et 15 000 000, on obtient, pour différentes valeurs de $\frac{D}{T}$ les chiffres du tableau ci-dessous :

		Cuivre.			Acier doux.			Fonte.		
$\frac{D}{T}$	= 18	24	30	18	24	30	18	24	30
$1 = \frac{C}{E}\frac{D}{T}$	= 1,20	1,26	1,32	1,09	1,11	1,14	1,06	1,08	1,09

On voit que les corrections à introduire dans la formule (2) pour tenir compte de l'élasticité de la matière des tuyaux sont négligeables vis-à-vis des incertitudes où l'on est de ce qui se passe dans la production même de la pression p à l'intérieur du tuyau.

Des tuyauteries et prises de vapeur en fonte se rompent souvent sous des pressions d'environ 280 kilogrammes par centimètre carré, ce qui conduirait, avec une pression de vapeur de 7 kilogrammes, à un rapport de $\frac{V}{W} = 4$, de sorte qu'il suffit d'un très petit vide V pour déterminer ces explosions.

Le cuivre et l'acier doux, une fois tendus de 5 p. 100 seulement au delà de leurs limites d'élasticité, ne résistent guère plus qu'à 25 000 et 40 000 livres par pouce carré (18 et 28 kilogrammes pas millimètre carré), ce qui, en prenant $\frac{D}{T} = 20$ pour le cuivre et 24 pour l'acier, ne leur permet pas de supporter des pressions de coup d'eau p supérieures à 2 500 et 1 667 livres par pouce carré. Or le travail dépensé dans un allongement de 5 p. 100 de la matière des tuyaux est le produit de p par 2 fois 5 p. 100 W, de sorte que l'on a, en négligeant le travail de compression de l'eau, et avec une pression de 100 livres pour la vapeur :

Avec le cuivre $100 \times V = \frac{2}{20}W\,2\,500$, d'où $\frac{V}{W} = 2{,}50$.

Avec l'acier $100 \times V = \frac{2}{20}W\,1\,667$, d'où $\frac{V}{W} = 1{,}667$.

Ces valeurs limitées de $\frac{V}{W}$ sont ainsi, pour le cuivre et l'acier, 10 et 6,7 fois plus grandes que pour la fonte. Il suffirait, avec une pression de vapeur de 100 livres (7 kil. par cent. carré) d'une vague d'eau de $1^m,20$ de long, lancée dans un vide V de $0^m,30$ pour briser un tuyau de fonte, tandis qu'il lui faudrait des parcours de 3 mètres et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2 mètres pour briser les tuyaux de cuivre ou d'acier doux. Les tuyaux en cuivre brasé sont aussi fragiles que ceux en fonte.

D'après les rapports du Board of Trade sur les explosions par coups d'eau, elles peuvent se classer comme il suit dans des tuyaux drainés par des valves.

A. Explosions au point même WH (fig. 45) du marteau d'eau.

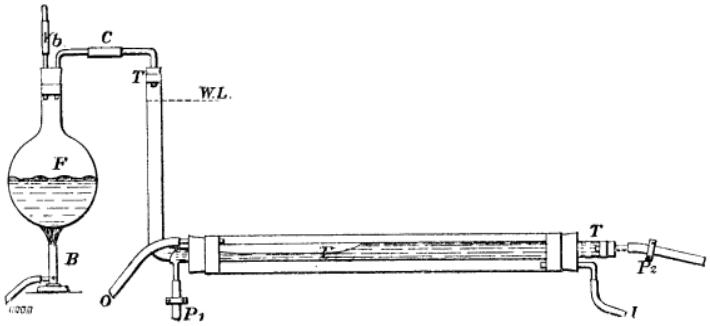


Fig. 46.

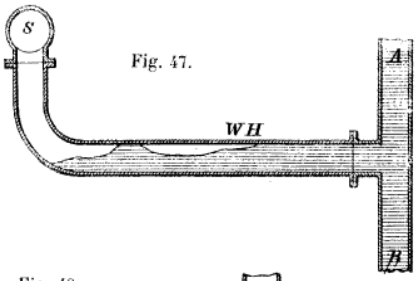


Fig. 47.

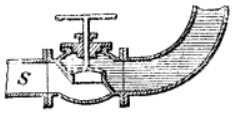


Fig. 49.

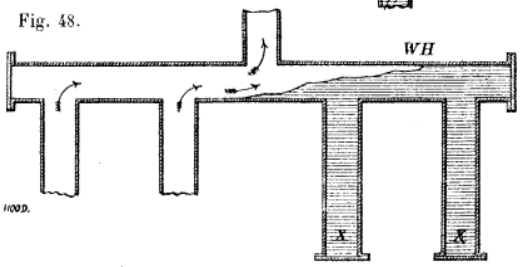


Fig. 48.

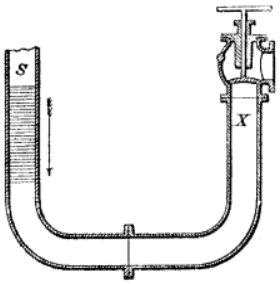


Fig. 50.

Fig 47 à 50.

B. Explosions en X (fig. 45) dues à la réflexion des ondes de pression créées par le coup d'eau en WH.

C. Pressions en WH (fig. 47) dues à la purge du tuyau au point supérieur A.

D. Explosions en A (fig. 47) par réflexion des ondes de WH provoquées par la purge de l'eau en A et B.

E. Explosions en WH, dues à la purge au point bas B (fig. 47).

F. Explosions en B ou T (fig. 47) dues à la réflexion des ondes de pression de WH, provoquées par la purge en B.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

G. Explosions en WH ou X (fig. 45) par le coup de bélier sur l'eau provoqué par l'admission de la vapeur en S au-dessus du niveau de l'eau.

H. Explosions en WH ou X (fig. 48), par coup sur de l'eau ou fond fermé d'un tuyau de vapeur.

I. Explosions dues à une admission lente ou rapide de l'eau dans les tuyaux de vapeur.

J. Explosions par admission de vapeur sous l'eau dans une prise de vapeur (fig. 49).

K. Arrêt subit de bouchons d'eau (fig. 50).

L. Causes douteuses.

La majorité de ces explosions : 49, est due à la purge des tuyaux sous pressions (A, B, C, D et F) qu'il faut, par conséquent, éviter. Lorsque l'eau ne s'écoule pas faute de pression, il faut ouvrir et fermer alternativement la purge et la prise de vapeur de manière à introduire dans le tuyau, par aspiration, de l'air qui expulsera l'eau par son échauffement ou, du moins, amortira considérablement le coup d'eau par son élasticité.

Les explosions du groupe G — au nombre de 19 — proviennent, au contraire, d'admissions de vapeur dans des tuyaux renfermant de l'eau, le plus souvent dans de longs tuyaux faiblement inclinés, et qu'il faut purger d'eau avant d'y admettre la vapeur.

Les six explosions du groupe J semblent dues à une admission de vapeur dans de l'eau comme par un éjecteur. Le mécanicien, effrayé par le bruit, referme la valve que la vapeur condensée dans le vide ainsi fermé brise d'un coup d'eau. Ces tuyauteries devraient être drainées automatiquement, et on devrait fermer la vapeur dès la moindre interruption de ce drainage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PROCÈS-VERBAUX

DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

SÉANCE DU 26 MARS 1909

Présidence de *M. Gruner*, président.

MM. Hitier et Toulon, secrétaires, présentent, avec remerciements aux donateurs, des ouvrages offerts à notre bibliothèque et dont la bibliographie sera donnée au *Bulletin*.

Revue de la quinzaine, par *M. G. Richard*.

Les appareils présentés dans cette Revue ont été décrits dans les notes de mécanique du *Bulletin* de mars.

CONFÉRENCE

M. Loucheur fait une conférence sur *Les Grandes distributions électriques*.

M. le Président remercie vivement M. Loucheur de sa très intéressante conférence qui sera reproduite au *Bulletin*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BIBLIOGRAPHIE

Traité pratique de Savonnerie. — Matières premières. Matériel. Procédés de fabrication des Savons de toute nature, par M. Édouard Moride (ouvrage couronné par la Société industrielle du Nord de la France). 3e édition, par E. Varenne. Paris, Ch. Béranger, 15, rue des Saints-Pères, Liége, 21, rue de la Régence; 1909 (Prix, 16 francs).

Cette troisième édition d'un des meilleurs traités de Fabrication des savons que nous possédions, si ce n'est du meilleur, a été complètement remaniée et mise au courant des derniers progrès réalisés. La librairie Béranger continue, par des publications de ce genre, à rendre de très réels services à nos industriels, qui ne lisent pas assez, et tous ceux qui ont quelque intérêt dans les questions de savons auront le devoir d'acquérir cet ouvrage qui nous manquait. J. G.

Voici la Table des matières :

Ch. I. Composition des savons, Observations sur les savons, leurs rendements, pesanteur spécifique, déchets, action de l'eau, action des solutions salines; effets du savon.

Ch. II. Corps gras et essais des corps gras. — Ch. III. Alcalis et essais des alcalis. — Ch. IV. Eau. Chaux et Chlorure de sodium.

Ch. V à VIII. Matériel des savons de Marseille. Préparation des lessives. Fabrication des savons de Marseille : savons marbrés, bleu pâle et bleu vif, et savons blancs, ordinaires et mousseux.

Ch. VIII à X. Matériel des savons durs ordinaires.

Ch. XI. Savons d'empâtage et savons mixtes. Observation sur la marbrure.

Ch. XII à XIV. Matériel des savons mous. Préparation des lessives. Fabrication des savons.

Ch. XV. Matériel des savons de toilette. Fabrication mécanique. Perfectionnements réalisés.

Ch. XVI. Fabrication des pâtes de savons de toilette. Savons à chaud, mi-chauds, à froid, par refonte, transparents, légers, déshydratés, en feuilles, en poudre, en essence, de vaseline.

Ch. XVII. Savons résineux. Savons silicatés. — Ch. XVIII. Sayons industriels et médicinaux.

Ch. XIX. Procédés particuliers de saponification. 1° Saponification sous pression, procédé Spinelli; procédé Lombard. 2° Saponification instantanée : procédé Rivière; procédé Courtonne.

Ch. XX. Falsification et analyse des savons. Résultats d'analyses.

Ch. XXI. La glycérine en savonnerie, généralités, extraction. Dosage et analyse.

Ch. XXII. Extraction des corps gras des eaux savonneuses et des tissus hors de service. Saponification des corps gras récupérés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Œuvres de Pierre Curie, publiées par les soins de la Société française de physique. Paris, Gauthier-Villars, 1908.

La Société française de physique a offert à notre Société un exemplaire de ce bel ouvrage, et nous lui en exprimons tous nos remerciements. Une préface de vingt-deux pages, de Mme Pierre Curie, forme, à l'œuvre de son mari, un splendide frontispice, parce qu'elle nous rappelle la vie de ce savant aussi modeste que remarquable. Nous empruntons à cette préface quelques extraits biographiques.

Pierre Curie, fils du docteur Curie, est né à Paris le 15 mai 1859. Après sa licence, il fut nommé en 1877, à la Sorbonne, préparateur du professeur Desains. En même temps commença sa production scientifique.

Cinq ans après, il entrait comme chef des travaux de physique à l'École de Physique et de Chimie industrielles qui venait d'être fondée, et pendant douze années il conserva la même situation. C'est seulement en 1895, alors que ses travaux l'avaient déjà fait connaître et apprécier depuis longtemps, qu'il devint professeur à cette École, où une chaire nouvelle venait d'être fondée pour lui. C'est à cette époque aussi qu'il fut reçu docteur et qu'eut lieu notre mariage; j'obtins l'autorisation de travailler avec lui à l'École. Depuis l'année 1900, il était chargé de cours à la Faculté des Sciences de Paris (enseignement du P. C. N.), lorsqu'en 1904 après l'attribution du prix Nobel pour la découverte du radium, une chaire fut créée pour lui à la même faculté; en même temps, il quitta avec regret l'École de Physique où il avait passé plus de vingt années de travail ininterrompu. Il fut nommé membre de l'Institut en 1905. Le 19 avril 1906, alors qu'il n'avait pas encore quarante-sept ans, un accident tragique (1) mettait un terme à sa vie.

Pierre Curie eut toujours des moyens de travail très restreints, et en réalité on peut dire qu'il n'eut jamais un laboratoire convenable à sa disposition complète. Chef des travaux à l'École de Physique, il pouvait utiliser pour ses recherches, dans la mesure où les besoins du service le permettaient, les ressources du laboratoire d'enseignement où il dirigeait les manipulations; il a souvent exprimé sa reconnaissance pour la liberté qui lui a été laissée à ce sujet. Mais dans ce laboratoire d'élèves, aucune salle ne lui était désignée spécialement; l'emplacement qui lui servait le plus souvent d'abri était un passage exigu compris entre un escalier et une salle de manipulations; c'est là qu'il fit tout son long travail sur le magnétisme. Plus tard, il obtint l'autorisation d'utiliser un atelier vitré, situé au rez-de-chaussée de l'École et servant de magasin et de salle de machines; c'est dans cet atelier que furent commencées nos recherches sur la radioactivité. Nous ne pouvions songer à y effectuer des traitements chimiques sans détériorer les appareils; ces traitements ont été organisés dans un hangar abandonné situé en face de l'atelier, et ayant abrité autrefois les travaux pratiques de l'École de Médecine. Dans ce hangar au sol bitumé dont le toit vitré nous abritait incomplètement contre la pluie, qui faisait serre en été et qu'un poêle en fonte chauffait bien mal en hiver, nous avons passé les meilleures et les plus heureuses années de notre existence, consacrant au travail nos journées entières. Dépourvus de tous les aménagements qui facilitent le travail du chimiste, nous y avons effectué avec beaucoup de peine un grand nombre de traitements sur des quantités croissantes de matière. Quand le traitement ne pouvait se faire dehors, les fenêtres ouvertes laissaient échapper les vapeurs nuisibles. Tout le matériel se composait de vieilles tables de sapin usées, sur lesquelles je disposais mes précieux fonctionnements de concentration du radium. N'ayant aucun meuble pour y enfermer les produits radiants obtenus, nous les placions sur les tables ou sur des planches, et je me souviens du

1) Il fut écrasé par une voiture de camionnage, à l'entrée de la rue Mazarine.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ravissement que nous éprouvions, lorsqu'il nous arrivait d'entrer la nuit dans notre domaine et que nous apercevions de tous les côtés les silhouettes faiblement lumineuses des produits de notre travail...

Pierre Curie a consacré une grande partie de son temps à l'étude et à la construction d'appareils nouveaux. Plusieurs sont devenus d'usage courant dans les laboratoires, en particulier son électromètre, son quartz piézoélectrique, sa balance de précision apériodique et rapide. On sait combien les dernières années de sa trop courte existence, consacrées aux recherches sur la radioactivité, ont été fécondes.

Traité de géologie. IIe partie. *Les Périodes géologiques*, par M. ÉMILE HAUG. Paris, Armand Colin, 5, rue de Mézières, 1909. (Premier fascicule, 9 francs.)

Après avoir consacré la première partie de son *Traité de Géologie* à l'exposé des *Phénomènes géologiques*, M. Haug aborde, dans la seconde et dernière partie de son ouvrage, l'étude des *Périodes géologiques*. Cette seconde partie est de beaucoup la plus importante, puisque l'étude des transformations successives qu'a subies le globe terrestre au cours de son histoire peut être considérée comme le but principal de la Géologie.

Cette seconde partie débute par un chapitre sur les « Principes généraux de la stratigraphie », où sont exposées les méthodes suivant lesquelles doit être abordée l'étude des périodes géologiques. Chaque *période* devient elle-même, en suivant l'ordre chronologique, l'objet d'une étude spéciale, détaillée : origine du nom de la période, caractères paléontologiques, faciès principaux, etc. — Après l'étude analytique vient la synthèse ; l'auteur s'efforce de dégager des phénomènes exposés les *résultats paléo-géographiques*, et un paragraphe est consacré, dans chaque chapitre, à la discussion des faits qui permettent d'affirmer l'existence de provinces géologiques et botaniques. L'auteur se trouve amené ainsi à aborder le problème de la *différenciation des climats*, auquel la découverte récente des traces glaciaires à diverses époques de l'ère Primaire confère une actualité immédiate.

De copieuses *listes bibliographiques* accompagnent chaque chapitre, comportant au total plus de six cents ouvrages cités avec la plus scrupuleuse exactitude : instrument précieux aux mains des spécialistes et de tous ceux qui voudront entrer plus profondément dans l'étude de la géologie.

L'illustration hors texte a été choisie avec le même soin que pour le premier volume. Elle comprend exclusivement des reproductions photographiques de fossiles ou de roches caractéristiques et de paysages, mettant en évidence les aspects de terrain particuliers à quelques-unes des plus importantes formations géologiques.

Traité de Géographie physique (*Climat — Hydrographie — Relief du sol — Biogéographie*), par M. EMMANUEL DE MARTONNE. Paris, Armand Colin, 5 rue de Mézières, 1909 (10 francs).

Le développement des études géographiques en France, la diffusion de plus en plus universelle du goût de la géographie dans le grand public, faisaient sentir plus vivement chaque jour le besoin d'un Traité de géographie physique, comme celui que nous donne M. de Martonne, professeur à l'Université de Lyon.

L'ouvrage comprendra quatre fascicules. L'auteur y a fait entrer l'étude de tous les phénomènes physiques dont la surface du globe terrestre est le théâtre : d'abord les phénomènes climatiques, expliqués par les lois de la météorologie : l'hydrographie océanique et continentale ; puis la morphologie terrestre étudiée à la lumière des méthodes géologiques et topographiques ; enfin, un exposé rapide des principes essentiels de la biogéographie (géo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

graphie des plantes et des animaux), destiné à répondre aux désirs des explorateurs et des économistes.

Une introduction résume les connaissances nécessaires pour aborder tous les problèmes traités au cours de l'ouvrage.

Ainsi conçu, le *Traité de géographie physique* de M. de Martonne n'intéresse pas seulement les géographes, mais encore les économistes qui cherchent à expliquer par le milieu physique les conditions des faits sociaux, et tous ceux, plus nombreux encore, qui s'intéressent dans le grand public à cette science complexe et si vivante, constamment en progrès, qu'est la géographie moderne.

Ajoutons qu'une illustration très abondante (cartes en couleur hors texte, nombreuses planisphères et cartes originales, diagrammes, vues panoramiques, planches photographiques) projette sur le texte une vive lumière.

Les traités ouvriers. Accords internationaux de prévoyance et de travail, par M. ALBERT MÉTIN. Paris, librairie Armand Colin, 1908 (3 fr. 50).

M. Albert Métin, chef du cabinet du ministre du travail, donne dans cet ouvrage les textes officiels des accords qui ont été réalisés, entre les nations, soit par voie de conventions directes, soit par clauses spéciales insérées dans les traités de commerce, pour protéger les intérêts ouvriers. Après les négociations diplomatiques sont venues s'imposer aux nations les négociations économiques, et, maintenant, tendent à leur tour à s'imposer des préoccupations sociales, ayant pour objet la conclusion de conventions de prévoyance ou de protection ouvrière.

M. Albert Métin nous donne excellemment l'historique de ces premières négociations, et le commentaire des conventions qui sont intervenues depuis l'accord franco-belge de 1882 relatif aux transferts de dépôts entre caisses d'épargne (accord étendu en 1897). L'Allemagne, en insérant dans ses lois depuis 1884 pour les accidents du travail une clause de réciprocité pour les autres États, a préparé la voie aux arrangements internationaux; l'initiative vint de la France et de l'Italie, dans leur convention de 1904. En ce qui concerne la protection internationale des ouvriers, l'initiative vint aussi de la France et de l'Italie, dans la même convention de 1904. On vit alors aboutir les efforts de l'Association internationale pour la protection légale des travailleurs; et, à la suite de la deuxième conférence de Berne en 1906, sept États s'entendirent pour la suppression du phosphore blanc, quatorze pour l'interdiction du travail de nuit aux femmes.

Fonderie de fonte, par VICTOR MARTEIL, tome Ier du *Manuel pratique du Fondeur*. Paris, Loubat et Cie, 5, boulevard Saint-Martin, 1909 (10 francs).

La houille est le pain de l'industrie. Mais l'art du fondeur est l'âme de l'industrie, car tout sort de son creuset, aussi bien le plus humble de nos outils que la plus puissante de nos machines. M. V. Marteil, sous-chef de fonderie à l'Ecole nationale d'Arts et Métiers de Lille, a désiré réunir les règles les plus indispensables pour parer aux nombreuses causes d'insuccès, causes mal connues parce qu'elles ont été peu étudiées.

Ce traité est destiné aux élèves des Écoles professionnelles. Son esprit de vulgarisation scientifique le met à la portée, dit l'auteur, des ouvriers fondeurs désireux de se perfectionner dans leur art.

Le texte est rédigé sous forme de leçons, et il est accompagné de figures claires et nombreuses.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'auteur a mis dans ces leçons le fruit de l'expérience qu'il a acquise dans les fonderies où il exerça.

Le plan qu'il a adopté est le suivant : 1° Fonderie de fonte; 2° Alliages et fonderie de bronze; 3° Fonderie d'acier; 4° Montage mécanique. Chaque partie traite séparément l'installation de la fonderie, l'étude du matériel, le traitement des métaux, la confection des moules.

C'est un excellent traité didactique, un excellent manuel pratique.

The methods of textile chemistry, par M. Fr. Dannerth. New-York, John Wiley and Sons, 1908 (2 dollars).

Les quelques livres qui traitent de la technologie chimique des fibres textiles, dit M. Fr. Dannerth dans sa préface, sont presque tous écrits en d'autres langues que la langue anglaise. L'auteur a essayé de présenter dans un ensemble les procédés d'analyse chimique qui se rapportent aux fibres filés et tissés, qui sont épars un peu partout et qu'il est difficile en conséquence, de trouver aisément lorsqu'on en a besoin.

Les matières traitées sont :

I. Chimie qualitative.

Caractérisation des différentes fibres naturelles et artificielles. — Examen des mordants, des charges et des apprêts.

II. Chimie quantitative.

Analyse des tissus mélangés laine et coton, ou soie et coton; des tissus similaires; des tissus waterproof.

Analyse des fibres. Détermination de la perte des soies; de l'humidité, de la résistance; de la solidité des teintes.

Produits de blanchiment.

Éléments de physique et de chimie, par M. J. Malette. Paris, Octave Doin et fils, 8, place de l'Odéon (6 francs).

Ce livre contient sous une forme concise les notions indispensables de sciences physiques que doivent posséder les conducteurs des ponts et chaussées et les candidats à ces fonctions.

Les excellents traités de physique et de chimie, rédigés pour l'enseignement secondaire et pour l'enseignement supérieur, conviennent peu à des techniciens ou à des praticiens qui doivent retrouver rapidement et succinctement résumés la loi ou le principe qu'ils ont oublié et la réaction complexe qui échappe parfois à la mémoire la plus fidèle.

Ce livre est à la fois un aide-mémoire utile aux conducteurs des ponts et chaussées et un manuel de revision indispensable aux candidats qui aspirent à ces fonctions. Le plan adopté est celui du programme du concours d'admission au grade de conducteur tel qu'il est défini par l'arrêté ministériel du 18 juillet 1907. Il comporte deux parties. La première partie a trait à la physique; elle comprend l'étude des phénomènes relatifs à la pesanteur, à la pression des gaz, à la chaleur et à l'optique. La deuxième partie traite des métalloïdes et des oxydes métalliques; elle relate, en outre, les procédés d'essais des charbons, des argiles, des poteries, des verres et donne la nomenclature des explosifs les plus employés et la façon de déterminer pour ces derniers leur puissance explosive; elle se termine par quelques notions sur la métallurgie de la fonte, du fer et de l'acier.

L'ouvrage de M. Malette intéresse également les candidats au concours d'admission à l'emploi de commis des ponts et chaussées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Comment on pratique la fonderie en Amérique, par M. THOMAS D. WEST, traduit d'après la dixième édition américaine, par MM. Pierre BREUIL et A. IMBAULT. Paris, H. Dunod et E. Pinat (8 francs).

Les ouvrages traitant de la fonderie d'une façon nette et pratique sont extrêmement rares. Il ne manque pas d'excellents traités, s'occupant des métaux d'une façon générale, de leur élaboration par fusion, forgeage, laminage, façonnage quelconque. Mais il semble que la partie du domaine de la technique métallurgique qui traite de la fusion ait encore quelque chose d'empirique et d'énigmatique. C'est pour elle que l'on se contente de tours de mains et d'à peu près; aucune méthode ne contrôle, parce que l'ingénieur et le savant ne s'en occupent pas assez personnellement et parce que l'artisan, qui est le détenteur de ces tours de mains, ne se soucie pas de les faire connaître.

La science de la fonderie exige des connaissances multiples, l'art de l'observation, la passion de la recherche et par-dessus tout le bon sens qui fait souvent plus que tout le reste.

M. Thomas West s'est inspiré des considérations qui précèdent. Il a posé des principes au lieu de se borner à examiner toutes les particularités plus ou moins intéressantes qui peuvent se présenter dans l'art du mouleur. Il a pris des exemples typiques, dans lesquels il a encadré les descriptions techniques se rapportant à la fabrication des différentes pièces de moulage et des discussions sur toutes les précautions qu'un bon mouleur doit observer pour réussir.

Son étude des appareils de production de la fonte paraît offrir la plus grande importance et contient des idées pleines de bon sens et de nombreux résultats pratiques.

L'ouvrage est fait *pour les praticiens par un praticien* qui a été dans l'atelier et a eu à diriger des fonderies un peu partout en Amérique. Le commerçant, l'apprenti, le fabricant de modèles, les directeurs de fonderie, etc., pourront y puiser largement et en goûteront la documentation et la verve. Dix éditions successives et constamment augmentées n'ont pas épuisé le succès de cet ouvrage qui fait le plus grand honneur à son auteur et qui, nous l'espérons, trouvera bon accueil en France.

Les sociétés commerciales, en nom collectif; en commandite simple; anonymes; en commandite par actions; en participation; à capital variable, par MM. PAUL LAGARDE et LÉON BATARDON. Manuel pratique de législation et de comptabilité, revu, pour la partie juridique, par M. JACQUES COHEN. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1909 (10 fr. 50).

Les découvertes scientifiques, leurs innombrables applications industrielles, ont produit dans notre pays, depuis un siècle, une profonde transformation sociale, et ont donné une importance chaque jour plus grande à des êtres abstraits, des personnes juridiques, que le Code de commerce avait, en 1807, quelque peu négligés : les *Sociétés*.

De jour en jour, plus nombreux sont ceux qui s'intéressent à la vie quotidienne des Sociétés : industriels, commerçants, ingénieurs, comptables, administrateurs, actionnaires, etc. Or, jusqu'ici, un ouvrage manquait qui condensât en quelque sorte les connaissances qu'il est indispensable de posséder pour pouvoir facilement résoudre les questions délicates et complexes relatives aux Sociétés.

Le manuel pratique *Les Sociétés Commerciales* étudie, au double point de vue comptable et juridique, les différents genres de Sociétés. Constitution, augmentation, réduction du capital social; liquidation; émission et amortissement d'actions et d'obligations; fonctions des divers rouages appelés à jouer un rôle dans la collectivité sociale (associés, gérants, commanditaires, actionnaires, administrateurs, commissaires, liquidateurs); rachat des parts de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fondateur; comptabilité des titres sociaux, etc., tels sont les principaux problèmes que les auteurs de ce manuel ont résolus.

La plus large place a été réservée à la théorie et à la pratique de l'*inventaire*. On trouvera, sur cette question de la plus haute importance, un chapitre documenté étudiant dans le détail la façon de clôturer les écritures de l'exercice, d'établir un *bilan*, le mode d'estimation des valeurs d'inventaire, la répartition des bénéfices, le rôle et l'emploi des *réserves*, etc.

Traité des fraudes alimentaires, agricoles et médicamenteuses, par MM. Louis Courcelle et Henri Ricard. Paris, H. Dunod et E. Pinat 1909 (15 francs).

M. Louis Courcelle, auteur du *Répertoire de police administrative et judiciaire*, et M. Henri Ricard, avocat à la Cour d'appel de Paris, après un historique intéressant de la question des fraudes, nous donnent la législation actuelle en France, c'est-à-dire la loi du 1er août 1905, avec de copieux commentaires. On sait combien cette loi touche tous les industriels et tous les commerçants. En conséquence, tous aussi ont intérêt à connaître les commentaires, soit de la loi générale sur les fraudes, soit des lois spéciales concernant les beurres (1907), les vins (1907), les engrais, les liqueurs et sirops, les produits cupriques anticryptogamiques, la saccharine, les sérums thérapeutiques, la bière, le cidre, le lait, le saindoux artificiel, le vinaigre, les substances médicamenteuses.

L'exposé méthodique des commentaires est suivi : 1° des documents législatifs et administratifs français sur les fraudes en général depuis la loi du 1er août 1905 jusqu'à celle du 5 août 1908; et de ceux sur les fraudes spéciales concernant les produits indiqués ci-dessus; 2° des documents législatifs et administratifs étrangers.

La logique de ce plan, le nombre des documents rassemblés dans le volume, la quantité des sujets spéciaux qui y sont traités le rendent très précieux pour tous ceux qui ont à s'occuper des questions de fraudes alimentaires, agricoles ou autres.

M. H. Martin a dit de ce volumineux traité que c'est le répertoire juridique le plus complet qui soit paru sur la répression des fraudes depuis la promulgation de la loi du 1er août 1905.

J. G.

Les planètes et leur origine, par M. Ch. André. Paris, Gauthier-Villars, 1909.

La collection des Études nouvelles sur l'astronomie vient de s'enrichir d'un nouvel ouvrage de M. Ch. André, directeur de l'Observatoire de Lyon.

On sait que le système planétaire connu des astronomes ne comprenait, à la fin du XVIIIe siècle, que six planètes et neuf satellites, dont les mouvements s'effectuaient tous dans le sens de la rotation du soleil. Depuis lors, un grand nombre de composants sont venus s'y ajouter : deux planètes, treize satellites, l'essaim des astéroïdes entre Mars et Jupiter, et les mouvements de certains de ces composants ont des allures toutes différentes.

Résumer l'histoire de ces découvertes, retrouver dans l'action du soleil la cause de ces mouvements nouveaux, tel est le but de cet ouvrage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

EN MARS 1909

GORGEU (P.). **Machines-outils.** Outillage, vérificateurs. In-8 (25 × 16) de 225 p., 200 fig. Paris, Gauthier-Villars, 1909. **13 631**

IZART (J.). **Canots automobiles et House-boats** (Bibliothèque du chauffeur) de VII-250 p., 132 fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1909. **13 632**

COURCELLE (LOUIS) et RICARD (HENRY). **Traité des fraudes alimentaires agricoles et médicamenteuses.** In-8 (25 × 16) de 693 p. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1909. **13 633**

LAGARDE (PAUL) et BATARDON (LÉON) et COHEN (JACQUES). **Les Sociétés Commerciales** en nom collectif; en commandite simple; anonymes; en commandite par actions; en participation; à capital variable. Manuel pratique de législation et de comptabilité. In-8 (25 × 16) de VIII-371 p. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1908. **13 634**

WEST (D. THOMAS). **Comment on pratique la fonderie en Amérique.** 10e éd. traduite par Pierre Breuil et A. Imbault. In-8 (21,5 × 14) de VI-413 p., 61 fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1909. **13 635**

MONTPELLIER (J.-A.). **Les distributions publiques d'énergie électrique en France.** In-8 de XI-561 p., cartes. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1908. **13 636**

GUARINI (EMILE). **Le passé, le présent, l'avenir de l'éclairage.** In-8 de 44 p., 86 fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat. **13 637**

COMPAGNIE FRANÇAISE DE L'ANTIMOINE ET DES PRODUITS MINIERS. **Notice sur les couleurs à base d'antimoine.** 16 p. Paris, Brocard, Caudron et Cie.

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS. **Nivellement général de la France.** Répertoire des emplacements et altitudes des repères. Lignes comprises dans le Polygone P. de premier ordre. **13 638**

RUHMER (ERNEST). **Das Selen** und seine Bedeutung für die Elektrotechnik mit besonderer Berücksichtigung der drahtlosen Telephonie. In-8 (24 × 16,5) de 57 p., 49 fig. Berlin, F. et M. Harrwitz, 1902. **13 639**

A catalogue of modern works on science and technology. Classified under authors and Subjects 20 éd. (21,5 × 14) de VIII-162 p. London, Chapmann and Hall, Ltd., 1909. **13 640**

ANDRÉ (CH.). **Les planètes et leur origine.** In-8 (25 × 16) de 287 p., 94 fig. Paris, Gauthier-Villars, 1909. **13 641**

MORIDE (EDOUARD). **Traité pratique de savonnerie.** 3e éd. In-8 (24 × 16) de XVI-457 p., 109 fig. Paris. Ch. Béranger, 1909. **13 642**

BELLOM (MAURICE). **L'enseignement économique et social dans les écoles techniques à l'étranger et en France** avec un plan de réforme. (18 × 12) de VIII-308 p. Paris, L. Larose et L. Tenin, 1908. **13 643**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PUPPE (J.). **Versuche zur Ermittlung des Kraftbedarfs ans Walzwerken.** (27,5 × 19) de 191 p. fig. Düsseldorf, Stahl und Eiser, 1909. **13 644**

DRZEWIECKI (S.). **Des hélices aériennes.** Théorie générale des propulseurs hélicoïdaux et méthode de calcul de ces propulseurs pour l'air (25 × 16) de 61 p. Paris, F.-Louis Vivien, 1909. **13 645**

DRZEWIECKI (S.). **De la nécessité urgente de créer un Laboratoire d'essais aérodynamiques** et de la manière d'organiser ce laboratoire (23 × 15) 15 p.

KRESS (WILHELM). **Comment l'oiseau vole, comment l'homme volera**, traduit par R. Chevreau (25,5 × 16,5) VI-93 p., 38 fig. Paris, F.-Louis Vivien, 1909. **13 646**

MICCIOLLO (ALFRED). **Aéronef dirigeable plus lourd que l'air (Hélicoptère).** 2e éd (25,5 × 16,5) 61 p., Paris, F.-Louis Vivien, 1908. **13 647**

MALETTE (J.). **Elèments de physique et de chimie** à l'usage des conducteurs des ponts. et chaussées et des candidats à cet emploi (18,5 × 25) de 462 p., 231 fig., Paris, Octave Doin et fils, 1909. **13 648**

MÉTIN (ALBERT). **Les traités ouvriers**; accords internationaux de prévoyance et de travail, (18,5 × 12) de 272 p. Paris, Armand Colin, 1908. **13 649**

DANNERTH (FRÉDÉRIC). **The methods of textile chemistry.** (18 × 12) de VIII-16 p. New-York, John Wiley et Sons, 1908. **13 650**

HAUG (EMILE). **Traité de géologie.** II. Les périodes géologiques. In-8 (25 × 16,5) p. 539-928, fig. 196 à 294, LXXII à XCIX pl. Paris, Armand Colin. **13 651**

MARTONNE (EMMANUEL DE). **Traité de géographie physique.** Fasc. 1er. Climat, hydrographie, relief du sol, biogéographie. (25 × 16,5) de 412 p., 171 fig., VI pl. I carte. Paris, Armand Colin. **13 652**

JAUCK (L.) et MASMÉJEAN (A.). **Chaudières marines et accessoires** avec notes de résistance des matériaux et de thermodynamique. In-8 (25 × 16) de VIII-521 p. 300 fig., et Atlas de XXXVII pl. Toulon, J. Alté, 1909. **13 653 et 13 654**

13 655

Ministère du travail et de la prévoyance sociale. — OFFICE DU TRAVAIL. **Enquête sur le travail à domicile dans l'industrie de la lingerie.** Tome II. Paris, Imprimerie Nationale, 908. **13 656**

VALLOT (HENRI). **Levés à la planchette en haute montagne.** (16 × 12) de VII-193 p., 26 fig. Paris, Henry Barrère, 1909. **13 657**

SCHÜLE (F.) **Untersuchung des Einflusses der Druckspannungen in Eisenbetonbalken und der Breite bei Druckplatten.** Längenänderung von Mortel und Beton beim Erharten. (*ex*-Mitteilungen der Eidgen. Materialprüfungsanstalt am Schweiz. Polytechnikum in Zürich, 13 Heft.) (32 × 24) de 86 S., 25 F., 3 Taf. Zürich, 1909. **13 658**

Annales de l'Observatoire météorologigue du Mont Blanc. Tomes II, III, IV, V, offerts par M. JOSEPH VALLOT. **Pér. 150**

The John Crerar Library, 14th annual report for 1908. Chicago. **Pér. 261**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LITTÉRATURE

DES

PÉRIODIQUES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE DE LA SOCIÉTÉ

Du 15 Mars au 15 Avril 1909

DÉSIGNATIONS ABRÉGÉES DES PUBLICATIONS CITÉES

Ac. . . . Annales de la Construction.
ACE . . . American Society of civil Engineers.
ACP. . . . Annales de Chimie et de Physique.
AIM. . . . American Institute of Mining Engineers.
AM. . . . Annales des Mines.
AMa . . . American Machinist.
Ap. . . . Journal d'Agriculture pratique.
APC. . . . Annales des Ponts et Chaussées.
Bam. . . . Bulletin technologique des anciens élèves des Écoles des arts et métiers.
BCC. . . . Bulletin du Congrès international des chemins de fer.
CN. . . . Chemical News (London).
Cs. . . . . Journal of the Society of Chemical Industry (London).
CR. . . . Comptes rendus de l'Académie des Sciences.
E. . . . . Engineering.
E'. . . . . The Engineer.
Eam. . . . Engineering and Mining Journal.
Elé. . . . L'Électricien.
Ef. . . . . Économiste français.
EM. . . . Engineering Magazine.
Fi . . . . Journal of the Franklin Institute (Philadelphie).
Gc. . . . . Génie civil.
IC. . . . . Ingénieurs civils de France (Bulletin).
Ie. . . . . Industrie électrique.
Im . . . . Industrie minérale de St-Etienne.
It. . . . . Industrie textile.
IoB. . . . Institution of Brewing (Journal).
LE . . . . Lumière électrique.
Ms. . . . . Moniteur scientifique.
MC. . . . Revue générale des matières colorantes.
PC. . . . Journal de Pharmacie et de Chimie.
Pm. . . . Portefeuille économ. des machines.
RCp . . . Revue générale de chimie pure et appliquée.
RdM. . . . Revue de métallurgie.
Rgc. . . . Revue générale des chemins de fer et tramways.
Ré . . . Revue électrique.
Ri . . . . Revue industrielle.
RM. . . . Revue de mécanique
Rmc. . . . Revue maritime et coloniale
Rso . . . Réforme sociale.
RSL. . . . Royal Society London (Proceedings).
Ru. . . . . Revue universelle des mines et de la métallurgie.
SA. . . . Society of Arts (Journal of the).
ScF. . . . Société chimique de France (Bull.).
Sie. . . . Société internationale des Électriciens (Bulletin).
SiM. . . . Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse.
SL. . . . . Bull. de statistique et de législation.
SNA. . . . Société nationale d'Agriculture de France (Bulletin).
SuE. . . . Stahl und Eisen.
Ta . . . . Technique automobile.
Tm. . . . Technique moderne.
Va. . . . La Vie automobile.
VDI. . . . Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure.
ZaC. . . . Zeitschrift für angewandte Chemie.
ZOI. . . . Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieure und Architekten-Vereins.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

AGRICULTURE

Arbres fruitiers (taille des). *Ap.* 3 *Avril*, 410.
Asperges. Le tube asperge. *Ap.* 18 *Mars*, 328.
Avoines de printemps. Semailles tardives.
Bétail. Calcification des lésions tuberculeuses chez les bovidés, leur richesse en bacilles de Koch (Piettre). *CR.* 5 *Avril*, 954.
— Pyroplasmose bovine des environs d'Alger (Soulié et Roig). *CR.* 5 *Avril*, 952.
Charrues Bajac. *Ap.* 20 *Mars*.
Coopératives vinicoles (Licence des) (Worms de Rocquigny) *SNA. Fév.*, 158.
Engrais minéraux. Influence sur quelques cypéracées (Gèze). *CR.* 15 *Mars*, 727.
— Engrais chimiques (Notes sur les) (Bachelier). *SNA. Fév.*, 92.
— Emploi des arsenicaux de potasse en arboriculture aux États-Unis (Truelle). *SNA. Fév.*, 99.
Electricité. Applications à l'agriculture. *Élé.* 20 *Mars*, 185.
Farines et céréales. Altérations par l'acide sulfureux (Carteret). *ScP.* 20 *Mars*, 270.
Fleurs coupées (Industrie des) à la Côte d'Azur (*Cosmos*). 10 *Avril*, 404.
Forêts. L'aforestation et le reboisement en Angleterre (Nubet). *SA.* 20 *Mars*, 385.
Fourrages. Exportation en Angleterre (Bénard). *Ap.* 1er *Avril*, 396.
Gentianes, leur utilisation. *Ap.*, 15 *Avril*, 464.
Insecticides de l'oignon, du poireau, de l'ail et de l'échalote (Lerne). *Ap.* 8 *Avril*, 436.
Irrigations aux États-Unis. *La Nature*. 3 *Avril*, 278.
— Fermeture de la levée du Colorado. *E'*. 9 *Avril*, 359.
Labourage électrique. Expériences (Sagnier). *Ap.* 8 *Avril*, 442.
Lait. Sociétés de contrôle laitier et sociétés laitières. Leur action. *SNA. Fév.*, 130.
— Inspection des vacheries et contrôle de la production du lait (Arloing). *Revue scientifique*, 3 *Avril*, 417.
Machines agricoles au concours général agricole de Paris. *Ap.* 12 et 25 *Mars*, 3-8-15 *Avril*, 367, 404, 431, 466.
Nitrification dans les sols en place (Pouget et Guiraud). *CR.* 15 *Mars*, 725.
Normandie orientale (Paysans de la) (Sion). *SNA. Fév.*, 118.
Orges de printemps (Hitier). *Ap.* 1er *Avril*, 397.
— (Hybrides d') et loi de Mendel (Blaringhem). *CR.* 29 *Mars*, 854.
Pommes de terre (Préparation du sol pour). Engrais à employer (Donon). *Ap.* 25 *Mars*, 360.
Pulpes (Maladie des). *Ap.* 8-15 *Avril*, 439, 460.
Thés. Éléments constitutifs de leurs valeurs (Anderson). *Cs.* 31 *Mars*, 285.
Vin (Action du fer sur le) (Trillat). *CR.* 22 *Mars*, 792.
— Dosage des acides volatils du vin (Malverin). *CR.* 22 *Mars*, 784. *ScF.* 5 *Avril*, 332.
— Station viticole de Cognac. Labourage et culture superficielle des vignes. *Ap.* 8 *Avril*, 430.
Vivarais (Agriculture du) (A. Dumazet). *Ap.* 8 *Avril*, 428.

CHEMINS DE FER

Chemins de fer.
— de Victoria. *E.* 9 *Avril*, 496.
— du Nord du Mexique. *Eam.* 3 *Avril*, 712.
— chinois et les emprunts chinois. *Ef.* 3 *Avril*, 485.
— électriques. Calcul des projets de traction (Parodi). *Sie. Mars*, 151.
— — Électrification des voies ferrées (Carter). *Ri.* 3 *Avril*, 135.
— Métropolitain de Paris. Ligne n° 5 Nord-Pont d'Austerlitz. *Ac. Avril*, 50.
Essieux faussés. Redressage sous les véhicules. *Bam. Mars*, 393.
Locomotives.
— Mallet articulées pour le chemin de fer de l'Est. *E'*. 19 *Mars*, 299.
— à 10 roues couplées des chemins de fer suédois. *E.* 19 *Mars*, 382.
— à 8 roues couplées et vapeur surchauffée du Moscou Kasan. *VDI.* 27 *Mars*, 481.
— tender du Ballycastle. Ry. *E.* 26 *Mars*, 143.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Locomotives. Explosion d'une locomotive à Bertry (A. Dauriac). *AM. Déc.*, 565.
— (Suspension des) (Jahn). *VDI.* 3-9 *Avril*, 521, 573.
Résistance des trains. Formules nouvelles (Lawford et Fry). *E'.* 26 *Mars*, 310; 2 *Avril*, 335.
Signaux. Enclanchements et manœuvres électriques (Montpellier). *Élé.* 27 *Mars*, 197.
Voiture-salon de la reine d'Angleterre. *E'.* 26 *Mars*, 323.

TRANSPORTS DIVERS

Automobiles. Taxi-autos et autobus de Berlin. *Va.* 10 *Avril*, 231.
— Tracteurs militaires, concours en Angleterre. *Ge.* 20 *Mars*, 345; *E.* 19 *Mars*, 388, 392.
— à pétrole Peugeot 16 chevaux 1909. *Va.* 20 *Mars*, 186.
— — Brasier 11 chevaux. *Va.* 27 *Mars*, 202.
— — Panhard 18 chevaux. *Va.* 10 *Avril*, 233.
— — Moteurs divers (Rumpler). *VDI.* 20-27 *Mars*, 441, 487; 3-10 *Avril*, 532, 578.
— — — Panhard 18 chev. *Va.* 3 *Avril*, 219.
— — — à cylindres désaxés (Phetteplace). *AMa.* 27 *Mars*, 351.
— — — à cylindres rotatifs, équilibrage (Lauret). *Ta.* 15 *Mars*, 33.
— — — à cylindres fixes, équilibrage (Gastez). *Ta.* 15 *Mars*, 38.
— pneumatique français. *Va.* 27 *Mars*, 198.
— *Tramways électriques* de Varsovie. *Re.* 30 *Mars*, 210.

CHIMIE ET PHYSIQUE

Acides sulfurique. Fabrication par les chambres de plomb. Etat actuel (Gorel). *Revue scientifique.* 3 *Avril*, 423. Purification frigorifique arsenicale de l'acide sulfurique hydraté (Morango). *CR.* 29 *Mars*, 842.
— arsénieux et arsenicaux. Action réductrice de l'hydrogène électrolytique naissant à la surface de différents éléments (W. Thomson). *CN.* 2 *Avril*, 157.
Acoustique, Le gramophone comme phonautographe (Mac Kendrick). *Nature* 15 *Avril*, 188.
Amidons (Éthers d') (Traquair). *Cs.* 31 *Mars*, 288.
Acoustique. Étude des anciens instruments de musique par la méthode graphique (Marage). *CR.* 15 *Mars*, 709.
Antimoine. Nouveau sel remplaçant l'émétique. *ScM. Déc.*, 416.
Ammoniaque synthétique. Fabrication (Bronnert).
Arsenic et *antimoine* au point de vue thermo-dynamique (Thomlinson). *CN.* 19 *Mars*, 133.
Blanchiment. Préparation électrolytique des solutions de. *ZAC.* 19 *Mars*, 507.
Bougie. Son industrie en France. *Ef.* 10 *Avril*, 523.
Brasserie. Divers. *Cs.* 31 *Mars*, 321.
— Emploi de la Torula par les brasseurs anglais (Schionning). *IoB. Janv.*, 2.
— Question de l'azote en brasserie (Brown). *IoB. Fév.*, 169.
— Notes de maltage (Stan et Hodson). *IoB. Janv.*, 67.
— Reproduction des levures dans les bacs de fermentation en cuivre (Chapman). (*id.*). 36.
Camphre. Action de la potasse caustique sur le camphre et le bornéol. Acide campholique (Guerbet). *CR.* 15 *Mars*, 720; *ScF.* 20 *Mars*, 272; *PC.* 1er *Avril*, 321.
Caoutchouc (Dérivés du). Applications industrielles. *Ri.* 20 *Mars*, 118.
Carbure de calcium. Fabrication. *E.* 26 *Mars*, 405; 2-9 *Avril*, 443, 477 (Pitavel). *Ge.* 27 *Mars*, 369.
Chaux et ciments. Action des aluminates de chaux sur les mortiers (Spakman). *Fi. Mars*, 186.
— Influence de la finesse du broyage (Meade-Ricsager). *Cs.* 31 *Mars*, 311.
Céramique. Traitement alcalin des argiles (Bott Cher). *Sprech Aal.* 18 *Mars*, 153.
— Émaillage de la fonte (*id.*). 8 *Avril*, 228.
Cétones. Préparation catalytique (Sendevens). *CR.* 5 *Avril*, 927.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chlorure de bismuth. Dissolution hydrolytique (Dubruay). *CR.* 29 *Mars*, 830.

Colloïdes (Cryoscopie des) (Duclaux). *CR.* 15 *Mars*, 714.

— et électrolytes. État physique du gluten (Wood et Hardy). *RsL.* 10 *Mars*, 145.

— (Chimie des) et aspects techniques (J. Alexander). *Cs.* 31 *Mars*, 280.

Combinaisons complexes (Étude des) (Pascal). *AcP. Mars*, 359.

Corrosion des métaux (Buzenac. *Rmc. Mars*, 506.

Cuivre. Influence de petites quantités d'éléments étrangers sur ses réactions avec l'acide azotique (Stansbu). *Cs.* 31 *Mars*, 268.

Densités des vapeurs : procédés de détermination simple (Blackman). *CN.* 19 *Mars*, 133.

Égouts. Essoreuse Schafer Ter Meer pour les boues de bassins de décantation. *Ge.* 30 *Avril*, 394.

Éthers, oxydes monohalogénés (Dérivés des) (Gauthier). *ACP. Mars*, 289.

Explosifs. Fabrication et applications du fulmi-coton et de la nitro-glycérine (Nathan). *CN.* 19 26 *Mars*, 136, 152. 2 *Avril* 159.

— Explosifs chloratés et perchloratés (Girard). *Ms. Avril.* 217.

Eaux. Matières fluorescentes contenues dans les eaux et procédé de mesure de cette fluorescence (Dienert). *ScF.* 5 *Avril*, 320, 330.

Eau oxygénée. Estimation des acides contenus dans l'. *ZAC.* 9 *Avril.* 673.

Essences et parfums. Divers *Cs.* 31 *Mars*, 324.

Farines traitées chimiquement (Ladd). *CN.* 19 *Mars*, 133.

Gravitation (la) (C. Morris) *Fi. Mars*, 219.

Flammes d'un bec de Bunsen. Rayonnement des (Bauer). *CR.* 5 *Avril*, 908.

Fermentations. Progrès de la chimie des. *ZAC.* 2 *Avril.* 625.

Filtre-presses. (Garnitures de) Schargel. *Cs.* 31 *Mars*, 299.

Gaz. Vitesse de sortie des gaz hors des liquides homogènes (Velay). *CN.* 8 16 *Avril*, 174, 183.

Gaz d'éclairage. Réactions du (Mayer et Jacoby), *J. F. Gasb*, 20 *Mars*, 253.

Gaz d'éclairage. Allumage automatique des becs (*id.*). 17 *Avril*, 341.

— Chauffage au gaz (*id.*), 3 *Avril*, 297.

Graphite. Formation de l'oxyde graphitique et définition du graphite (Charpy). *CR.* 5 *Avril*, 920.

Hélium liquide (Kammerlink Onner). *ScF.* 5 *Avril*, 336.

Huiles et graisses : divers *Cs.* 31 *Mars*, 315.

Hydrogène pur. Nouveau procédé de fabrication (Manuchan Beaupré). *ScF.* 5 *Avril*, 336.

— Comprimé. Explosion d'une bouteille d' (Danlos et Frémont). *Gc.* 10 *Avril*, 407.

Iode. Anhydride iodique pur, préparation (Guichard). *CR.* 5 *Avril*, 923.

Laboratoire minier et métallurgique Hammond, à l'université de Yale. *AIM. Mars*, 229.

Analyse des citrates de chaux et jus de citron (Gadais). *ScF.* 20 *Mars*, 287.

des aciers spéciaux (Pepin Lehalleur). *Ms. Avril*, 263.

Dosage des acides vanadiques, arsénieux et antimonieux mélangés (Edgar), *American Journal of sciences, Avril*, 299.

— Iodométrique de l'argent par l'emploi du chromate de potasse comme précipitant (Croock et Bosworth) (*id.*), 302.

— Volumétrique de petites quantités d'arsenic (Andreros et Fare) (*id.*), 316.

— Électrolytique du bismuth. (Metizger et Beans). *Ms. Avril*, 271.

— Des nitrates par la méthode de Grandval et Lajoux. *ScF. Avril*, 321.

— De l'azote dans les substances inorganiques et en particulier de la substance de la peau dans les cuirs ou dissoute dans les liqueurs de chaux des tanneries (G. Bennett). *Cs.* 31 *Mars*, 291.

Magnesium. Action sur l'oxyde de carbone (Matignon). *ScF.* 20 *Mars*, 269.

Matière (Propriété de la) (J.-J. Thomson). *E.* 26 *Mars*, 429. 2q. *Avril*, 460, 496. Constitution (Strache), 201. 19 *Mars*, 185.

Matières plastiques artificielles. État actuel de leur industrie (Beltzer). *Ms. Avril*, 253.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nitrates artificiels. Fabrication biologique et électrique (Rigaut). *Revue scientifique*, 10 *Avril*, 457.

Nitrites en dissolution. Action de l'acide carbonique (Marle). *CN.* 2 *Avril*, 260.

Optique. Mesure des très petits déplacements des raies spectrales (Buisson et Fabry). *CR.* 29 *Mars*, 828.

— Spectroscope à réseau et à vis micrométrique Lowe. *MC.* 1er *Avril*, 98.

Oxydation. Expérience simple montrant simultanément trois états d'oxydation (Mac Kenize). *CN.* 26 *Mars*, 146.

Oxygène. Tétravalence. (Thomhassen). *CN.* 16 *Avril*, 185.

Papier. Matières de fabrication ou leur conservation (Veitch). *Cs.* 31 *Mars*, 324.

Phosphorescence et flamme de combustion du soufre (Bloch). *CR.* 22 *Mars*, 782.

Phosphure de calcium, préparation rapide pour l'obtention de l'hydrogène phosphoré (Matignon et Trannoy). *ScF.* 20 *Mars*, 266.

— Acides méta et ortho phosphoriques, relation entre la conductibilité et la composition de leurs dissolutions (Veley). *CN.* 2 *Avril*, 161.

Photographie plaques omnicolores (Courtet). *Revue scientifique*, 3 *Avril*, 428.

Poids atomiques. Vraies valeurs. Poids atomiques de Stas (Dubreuil). *ScF.* 20 *Mars*, 260. 3 *Avril*, 313.

— et classification mathématique des éléments (Loring). *CN.* 26 *Mars*, 148.

Poids moléculaires. Calcul au moyen des densités de vapeur. Cas du toluène (Leduc). *CR.* 29 *Mars*, 832.

Pressions et températures élevées. Expériences à (Threfoll). *E.* 26 *Mars*, 424.

Radio-activité. Recherches récentes (Rutherford). *CN.* 8-16 *Avril*, 171, 184. Rayonnement des sels de potassium (Henriot). *CR.* 5 *Avril*, 910.

— Décomposition de l'eau par les sels de radium (Debienne). *CR.* 15 *Mars*, 703.

— Fuite du radium des minéraux radioactifs (Strutt). *CN.* 26 *Mars*, 145.

— Action chimique sur l'eau des rayons pénétrants du radium (Kerbaum). *CR.* 15 *Mars*, 705.

Radio-activité. Nouveau produit radio-actif des séries de l'uranium (Danne). *CN.* 26 *Mars*, 146.

— Spectres de l'émanation du radium par différents observateurs. Comparaison (Royds). *RsL.* 16 *Fév.*, 22.

— Radiation de l'atmosphère et sa couche isothermique (Cold). *RsL.* 16 *Févr.*, 43.

— Radio-activité des eaux minérales (Chéneveau). *Revue scientifique*, 10 *Avril*, 449.

— Charge des ions induites par le Radium (Haselfort). *RSL.* 16 *Fév.*, 18.

Résines et vernis. Copal Kauri Solubilité. *ScF.* 20 *Mars*, 289.

— Vernis au copal. Fabrication (Livache). *Ms. Avril*, 278.

— Divers. *Cs.* 31 *Mars*, 317.

Silicium. Nouveaux chlorures de la série silicométhanique (Besson et Fournier). *CR.* 29 *Mars*, 839.

Soie artificielle et cellulose, progrès des industries (Dreaper, Davis, Schwalbe), *MC.* 1er *Avril*, 107, 112.

Soude caustique. Variation de densité des dissolutions de (C. Beadle). *CN.* 26 *Mars*, 147.

Sodium et potassium (Alliages de). Nouvelle formation (Jaubert). *RCP.* 4 *Avril*, 132.

Strychnine. Oxydation par une nouvelle méthode (Leuchs). *Ms. Avril*, 273.

Sucrerie. Divers. *Cs.* 31 *Mars*, 320.

Tannerie. Divers *Cs.* 31 *Mars*, 319.

— Dosage de la substance de peau dans les cuirs et dans les liqueurs de chaux des tanneries, contrôle commercial de ces liqueurs (G. Bennett). *Cs.* 31 *Mars*, 291, 292. Recherches des sulfites celluloses dans les extraits tannants (Procter) (*id.*). 295. Emploi de la méthode de Lowenthal dans le contrôle des liquides de tannerie (Procter et Hirst) (*id.*), 294. Diffusion des sels de chrome d'aluminium et de fer dans les gelées de gélatine (Procter et D. Law) (*id.*), 297.

— Essai de l'extrait de tannin (Ganseer). *Cs.* 31 *Mars*, 319.

Tension de surface de l'eau, détermination par la méthode des vibrations d'un jet (Bohr). *RSL.* 10 *Mars*, 146.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Teinture. Divers *Cs.* 31 *Mars*, 304.
— Isomère de l'indigo (Wahl et Bayard). *CR.* 15 *Mars*, 716.
— Nouvelles matières premières pour colorants (Noelting). *SIM. Janv.*, 30.
— Réaction colorée des matières grasses (Schlumberger).
— Teinturerie Bayer. *SIM. Déc.*, 399.
— Laines chlorinisées (Pearson). *Cs.* 31 *Mars*, 305.
— Propriétés tinctoriales et colorantes de l'acide picrique (Vignon). *CR.* 29 *Mars*, 844.
— Teinture avec les colorants substantifs. Nouveau procédé (Friedlander). *MC.* 1er *Avril*, 97.
— Bleu de ciel et sel d'indigo (Neuenhaus) (*id.*), 98.
— Couleurs nouvelles (*id.*), 101. Colorants Ciba (Engi) (*id.*), 105. Algol. *It.* 15 *Avril*, 132.
— Théorie de la teinture (Higgins). *CN.* 8 *Avril*, 269.

Thermométrie. Approximation des corps noirs employés comme récepteurs (Fery). *CR.* 22 *Mars*, 777. Détermination de la constante de Stéphan (Fery). *CR.* 10 *Avril*, 915.
— Valeur des gommes et mucilages (Pinte). *It.* 15 *Avril*, 133.

COMMERCE, ÉCONOMIE POLITIQUE

Allemagne. Commerce extérieur. *Ef.* 10 *Avril*, 519.

Angleterre. Income tax 1897-1907. *SL. Fév.* 225.
— Commerce extérieur en 1908. *SL. Fév.*, 233.

Autriche. Industrie minière en. *Ef.* 20 *Mars*, 413.

Belgique. Budget des voies et moyens pour 1909. *SL. Févr.*, 237.
— Industries extractives de la. *Ef.* 27 *Mars*, 447.

Brevets. Loi anglaise. *E.* 26 *Mars*, 424.

Brésil. L'Etat du Para. *Ef.* 20 *Mars*. 414. 3 *Avril*. 493.

Chèque postal en Allemagne. *SL. Fév.* 218.

Corée. Domination japonaise en. *EF.* 10 *Avril*. 521.

Enseignement. Faculté technique de l'université de Mac Gill, à Montréal. *LE.* 20 *Mars*, 359.
— Technique universitaire des chimistes (Donnan). *Cs.* 31 *Mars*, 275.
— Méthodes d'éducation technique américaines. *Rc.* 3 *Avril*, 137.

Espagne. Mines et métallurgie en. *Ef.* 20 *Mars*, 407.

Famille (la). Chaysson. *Rso.* 1er *Avril*, 444.

France. Successions et donations depuis 1871. *SL. Fév.*. 137.
— Allumettes et tabacs. Exploitation du monopole en 1907. *SL. Fév.*, 150, 160.
— Communes. Situation financière en 1907. *SL. Fév.*, 179.
— Banque de France. Opérations en 1908. *SL. Fév.*, 192.
— Revenus de l'État 1908-1909. *SL. Fév.*, 204, 208.
— Les nouvelles classes privilégiées. *Ef.* 20, 27 *Mars*, 401, 441.
— Limites de l'impôt. *Ef.* 20 *Mars*, 404.
— Impôt sur le revenu, texte du projet. *Ef.* 20, 27 *Mars*, 410, 450. 3, 10 *Avril*, 490, 527, et les bénéfices agricoles (Zolla). *Rso.* 1er *Avril*, 444. Au Sénat. *Ef.* 10 *Avril*, 517.
— Nouveau tarif des douanes. *Ef.* 20 *Mars*, 409.
— Grève des postes. *Ef.* 27 *Mars*, 441.
— Question des fonctionnaires (Marel). *Rso.* 1er *Avril*, 417.
— Petite propriété en France. *Op.* 3 *Avril*, 399.
— Syndicalisme. Idées de M. Briand. *Ef.* 3 *Avril*, 481.
— Législation des mines hydrauliques (*id.*). 486.
— Brevets : projet de loi. *Bam. Mars*, 405.

Habitations à bon marché dans la Suisse française (Beaufreton). *Musée social. Mars.*

Inde. Les indigènes du Sud (E. Thurston). *SA.* 9 *Avril*, 417.

Italie. Budget. *SL. Fév*, 241.

Métaux. Consommation et production (Schott). *Ré.* 30 *Mars*, 227.

Or. Production dans le monde. *Ef.* 20 *Mars*, 407.

Pologne. Ouvrier polonais. Sa vie de famille. son budget (Woyercki). *Rso. Avril*, 433.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Russie. Evolution de la propriété foncière en. *Ef.* 27 *Mars*, 445.

CONSTRUCTIONS ET TRAVAUX PUBLICS

Chaussées et pavages. Nouveau Système. *Ac. Avril*, 60.

Chauffage et ventilation d'un hôtel. *Ri.* 10 *Avril*, 148.

— Chauffage d'un temple à Montréal. *Rc.* 27 *Mars*, 128. 10 *Avril*, 148.

— Chauffage par l'eau chaude à basse pression. *Ri.* 27 *Mars*, 128. 10 *Avril*, 149.

Ciment armé. Tuyaux soumis à des efforts de compression et de flexion (Caufournier). *Gc.* 3 *Avril*, 392

— Poteaux en. Construction et essais. *Cim. Mars*, 274.

Construction métallique. Notes de (L. Gérard). *Ru. Fév.*, 140.

Drague. Leviatham Cammer Laid pour la Mersey. *E'* 2 *Avril*, 352. A. bande spirale Jomini. *Gc.* 10 *Avril*, 412.

Égouts de San Francisco (Grunsky). *ACE. Mars*, 170.

Pavé en tôle emboutie. Arbel. *Gc.* 10 *avril*, 413.

Plâtre à enduit. Essai pratique (Marre) *RCp.* 21 *Mars*, 116.

Ponts. Emploi de l'acier au nickel. *Gc.* 20 *Mars*, 345. Résistance des barres en. (Webster). *ACE. Mars*, 276.

— Doumer, de 2.600 mètres, en Indo-Chine. *Gc.* 3 *Avril*, 385.

Tremblement de terre. Construction pour pays à. *Annali, Avril*, 177.

Tunnels des Alpes. Fonctionnement des perforatrices (Schuller). *ZOI.* 12 *Mars*, 169.

Voirie. Entretien du pavage à Paris (Boyer). *En. Avril*. 56.

ÉLECTRICITÉ

Accumulateurs Dispositif de chargement. *Elé.* 3 *Avril*, 210.

— Entretien des batteries par abonnement. *Ie.* 10 *Avril*, 155.

Bobines électromagnétiques. Utilisation de l'espace dans les (Underhill). *LE.* 20 *Mars*, 371.

Bobines électromagnétiques. Coefficient de self induction et constante du temps d'une bobine très longue (Deprez). *CR.* 29 *Mars*, 817.

Courants de haute fréquence, leur production. *LE.* 3 *Avril*, 15.

Distribution. Calcul des conducteurs de cuivre. Abaque pour (Herdt). *LE.* 27 *Mars*, 395.

— Amélioration du facteur de puissance dans les arceaux à courant alternatif. (Walker). *LE.* 27 *Mars*, 402.

Dynamo volant de 2.500 Kilowatts. *LE.* 20 *Mars*, 363.

— Echauffement des conducteurs dans les dynamos à grande longueur de fer (Arnold). *LE.* 20 *Mars*, 360. *Ie.* 10 *Avril*, 149.

— Calcul de l'induction dans les dents des induits (F. Blanc). *LE.* 3 *Avril*, 17.

— Dispersion dans les bobinages à courant alternatif (Schenkel). *LE.* 10 *Avril*, 54.

— *Moteurs* d'induction Spinner. *E'.* 9 *Avril*, 367.

— Polyphasé à collecteur (Roth). *LE.* 10 *Avril*, 47.

Éclairage. Répartition de la lumière fournie par les lampes. *Elé.* 3 *Avril*, 216.

— Arcs. Rotation de l'arc dans un champ magnétique radial (Nicot). *RSL.* 16 *Fév.*, 29.

— — Projecteur Sautter Harlé pour la défense des côtes. *E.* 19 *Mars*, 380.

— Incandescence. Lampes à filaments métalliques. *Gc.* 10 *Avril*, 409.

Electro-chimie. Galvanisation par l'électricité. *Ri.* 20 *Mars*, 114.

— Industrie électrique et les métaux. *Ef.* 27 *Mars*, 443.

— Fabrication du sulfure de carbone au four électrique (Taylor). *Ms. Avril*, 265.

— Dissociation électrolytique du chlorure de bismuth (Dubrisay). *CR.* 29 *Mars*, 830.

— Expression de la période de vibration électrolytique des ions et ses conséquences (Rosset). *LE.* 10 *Avril*, 39.

Installations électriques de la papeterie de Virginal. *LE.* 20 *Mars*, 378.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Isolants, porcelaine isolante considérée au point de vue physico-chimique (Zoelner). *Re.* 30 *Mars*, 230.

Limiteur de courant Kal. *Elé.* 3 *Avril*, 209.

Mesures. Détermination d'un champ électrique (Hadamard). *AcP. Mars*, 403.

— Système électromagnétique (le) (Pellat). *Sie. Mars*, 143.

— galvanomètres étalons pour courant continu Chauvin et Arnoux. *Elé.* 10 *Avril*, 225.

Perméabilité magnétique et réluctance des aciers (Pierce). *American Journal of Science. Avril*, 273.

Rayons magnéto-cathodiques (Gouy). *CR.* 15 *Mars*, 681.

— Rontgen; passage dans les gaz et les vapeurs (Crouther). *RSL.* 10 *Mars*, 103.

Stations centrales suisses pour 1907. Statistique. *Elé. Mars*, 184.

— de Bennings. Potomac Electric C°. *Power.* 30 *Mars*, 381.

— tarifs de vente au courant. *Ie.* 10 *Avril*, 156.

— Économies de combustible dans les (Izart). *Ie.* 10 *Avril*, 158.

Stries électriques (J. J. Thomson). *E.* 9 *Avril*, 495.

Télégraphie sous-marine. *E.* 26 *Mars*, 430.

— Optique dans l'Afrique orientale allemande, 1901 à 1908. *Gm. Mars*, 277.

— Sans fil. Etincelles de résonateur. Analyse spectroscopique (Hemsalech et Zimmern). *CR.* 22 *Mars*, 773.

— — Postes militaires en campagne. *La Nature.* 3 *Avril*, 284.

Téléphonie automatique Strowger (Campbell). *Fi. Mars*, 151.

— Bell aux multiples automatiques. *Re.* 30 *Mars*, 217.

Tension de disrupture et température (Gran). *Re.* 30 *Mars*, 232.

HYDRAULIQUE

Chutes d'eau en Suède et Norvège. *E.* 19 *Mars*, 372.

— en France (Berger). *Elé.* 10 *Avril*, 231.

— en Allemagne, leur utilisation Stocklin. *ScM. Janv.*, 50.

Compteur de débit. Cornet pour eaux d'irrigations. *Gc.* 20 *Mars*, 356.

Cylindre hydraulique experimental Coker. *E.* 19 *Mars*, 371.

Pompes centrifuges. Calcul des (Barberat). *EE.* 27 *Mars*, 391. 3 *Avril*, 7.

— — Caractéristiques des (Roy). *Power.* 23 *Mars*, 535.

— — Denis *Gc.* 3 *Avril*, 396.

— — Schabaver de 1000 litres par seconde à 50 mètres. *Pm. Avril*, 50.

— à émulseurs. Essais (Lorenz). *VDI*, 3 *Avril*, 545.

Tuyauteries avec raccords en bois. *Power.* 9 *Mars*, 446.

Vanne à manœuvre électrique Schutte. *Power.* 9 *Mars*, 482.

MARINE, NAVIGATION

Canal du Panama. *E.* 19 *Mars*, 390.

Constructions navales. Coques à nervures longitudinales. *E.* 9 *Avril*, 487.

Fleuves. Régime des (Bouquet de la Grye). *CR.* 15 *Mars*, 679.

Hélices. Glissement des. *E'.* 19-26 *Mars*, 292, 324.

— Tournant en sens contraire sur un même arbre (Rota). *E.* 9 *Avril*, 481, 503. *E'.* 9 *Avril*, 371.

— Poussée des (Heck). *E.* 9 *Avril*, 482, 500.

Hydroplanes. Propulsion. Hélice Marchand. *Bam. Mars*, 297.

Machines marines. Turbines et dynamos (Durtnall). *E'.* 19 *Mars*, 288.

— Vapeur à turbines Ben my Chree (Blackburn). *E.* 9 *Avril*, 483, 511.

— à pétrole Thornycroft, Yacht Bronzewing. *E.* 2 *Avril*, 448 (Anstey). *E.* 9 *Avril*, 478, 485, 507.

Marine de guerre. Types de navires de guerre. *E'.* 2 *Avril*, 345.

— Batterie des navires. Ilot artificiel pour le lancement des torpilles. (Michel Smith). *IC. Janv.*, 118.

— Anglaise. Projets de l'amirauté. *E.* 19 *Mars*, 376, 387. *E'.* 19-26 *Mars*, 295, 300, 321.

— — Cuirassé Vanguard. *E'.* 2 *Avril*, 342.

— — Contre-torpilleur Cossack. Essais (Watts). *E.* 9 *Avril*, 508.

— Américaine. Question des mécaniciens. *EM. Mars*, 931.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Marine de guerre. Française. *E.* 2 *Avril*, 459.
— Cuirassés et docks flottants. *E'.* 26 *Mars*, 391.
— Sous-marin. Moteurs à pétrole pour (Bircham). *E.* 9 *Avril*, 485. anglais. N. 12. *E.* 19 *Mars*, 394.
— Mines sous-marines. *E'.* 2 *Avril*, 346.
Pêcheries. Chalut à vapeur Eltringham. *E'.* 19 *Mars*, 298.
Port de Talcahuano (Chili). *Gs.* 20 *Mars*, 355.
Réservoir expérimental à Paris. *E'.* 2 *Avril*, 340.
Signaux sous-marins. *E'.* 19 *Mars*, 302.
Standarisation des pièces employées dans la construction des bateaux et des machines marines Denny. *E.* 2 *Avril*, 466.
Vibrations des navires Henderson. *E.* 2 *Avril*, 452, 463.
Ventilation à bord des navires (Boris). *RM. Mars*, 240.

MÉCANIQUE GÉNÉRALE

Aéroplanes. Équations fondamentales (Dizzewiecki). *CR.* 15 *Mars*, 698.
— Théorie (Lauriol). *Gc.* 27 *Mars*, 363. 3 *Avril*. 389.
— (les). *E'.* 19 *Mars*, 296.
— Résistance de l'air : coefficients mesurés en aéroplane (Etéve). *CR.* 15 *Mars*, 701.
— Action des ailes (Vogt). *E.* 26 *Mars*, 417.
— Exposition de Londres. *E.* 26 *Mars*, 413. *E'.* 26 *Mars*, 313.
— Cerfs-volants militaires (Saconnay). *Gm. Mars*, 235.
— Aéroplanes Lamplough. *E.* 26 *Mars*, 414. Cochrane. *E'.* 26 *Mars*, 315.
Air comprimé. Turbo-compresseurs (Naville). *InE.* 7 *Avril*, 493.
— Commande électrique des compresseurs (Hawliech). *VDI*, 10 *Avril*, 561.
Câbles. Transmissions par (Kengon). *E.* 19 *Mars*, 396.
Cames de levée. Théorie (Heermann). *ZoI.* 26 *Mars*, 204.
Chaînes sans soudure Kenter. *E'.* 9 *Avril*, 36.
Chaudières. Accidents en 1907. *AM. Déc.*, 592.
— à tubes d'eau Babcox. Belleville. Cockburn et Temperley, Mosher, Parkyn, Bourdon, Stewart. *RM. Mars*, 288-301.
Chaudières. Coups d'eau (Stromeyer). *E.* 9 *Avril*, 483, 507.
— Installation expérimentale Aiton. *E'.* 19 *Mars*, 300.
— Domes. Armatures des. *Power.* 6 *Avril*, 633.
— Eaux d'alimentation. Traitement des (Boardman). *Power.* 23 *Mars*, 552.
— — Analyseurs Schmitz. *RM. Mars*, 310.
— — Épurateurs Bussel. Wright, Dunkelberg. *RM. Mars*, 307.
— — Alimentateur Lagonda. *Power.* 30 *Mars*, 620.
— foyers. Installation des ponts. *Power.* 9 *Mars*, 452.
— — à briques réfractaires tubulaires. *Power.* 6 *Avril*, 631.
— — à gaz Hislop. Ruppert. Dunn. *RM. Mars*, 318.
— — à pétrole. Weymouth, Kermode, Brett, Thornycroft, Serpollet, Rusden et Eccles, Korting, Drager, Cosmovici, Neely. *RM. Mars*, 268-287.
— — à sciure. Williams, Kingsley, Kidde, Barrho, Woolson, *RM. Mars*, 320.
— — fumivores Coneston-Mills, Ratel, Downie et Brown, Greiss, Smallwood, Poulton, Bement. *RM. Mars*, 315. Lee. *Power.* 30 *Mars*, 614.
— Grilles mécaniques Hodgkinson Babcox à chaînes James de Skoien; à secousses Dunn et Tar, Mac Clave, Niclausse, Roney, Truesdell, Vicars. *RM. Mars*, 323-335.
— Ramoneur Little Giant. *Power.* 16 *Mars*, 532.
— Soupapes de sûreté (les). *Power*, 16-23 *Mars*, 511, 520, 564.
— — dans la marine. *E.* 19 *Mars*, 384, 26 *Mars*, 416.
— — Essais de Darling. *E'.* 26 *Mars*, 320. *Power.* 9 *Mars*, 472, 480.
— Injecteurs Gresham. Korting Kneas. *RM. Mars*, 335.
— Tuyauterie. Drainage des, à haute pression. *Power.* 9 *Mars*, 454.
Changements de marche Hesse. *E.* 26 *Mars*, 427.
Courroies et chaînes de transmission. Comparaison (Emerson) *Power*, 6 *Avril*, 641.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Coussinets (Chauffage des). *Power*. 6 *Avril*, 638.
Écrou Turret. *E*. 19 *Mars*, 382.
Engrenages à développantes interchangeables. *AMa*. 20 *Mars*, 314.
— hélicoïdaux. *AMA*. 30 *Mars*, 310.
Graissage intérieur des moteurs à vapeur. *E'*. 9 *Avril*, 375.
— Graisseur à billes King Pribel. *Pm*. *Avril*, 51.
Indicateurs. Inexactitude des diagrammes. *Power*. 16 *Mars*, 490.
Installation mécanique du Public service Building Milwaukee (Monnett). *Power*. 9 *Mars*, 441.
Levage. Escalier Hocquart au Métropolitain. *Ri*. 20 *Mars*, 113.
— Grue roulante de 20 tonnes Wilson. *E*. 29 *Mars*, 383.
— — flottante de 150 tonnes Cowans Sheldon. *E'*. 9 *Avril*, 374.
— Monte-charges Barlow. *E*. 19 *Mars*, 383.
— — hydraulique à piston (les) Baxter. *Power*. 16-23 *Mars*, 496, 544.
— Transporteur Barry. *Ri*. 27 *Mars*, 12.
Machines-Outils.
— Ateliers. Fabrication de réservoirs en tôle à Shipley. *E'*. 19 *Mars*, 290.
— — (Administrations des). *EM*. *Mars*, 940-998.
— — Organisation (L'Hoest). *Ru*. *Fév*., 127.
— — Détermination des prix de revient à la machine. *AMa*. 10 *Avril*, 425.
— — Puissance absorbée par les machines-outils. *AMa*. 3 *Avril*, 389.
— Attaches (fabrication des) à Brockton. *Mars*, *AMa*. 27 *Mars*, 338.
— Aciers rapides. *E'*. 19 *Mars*, 289; *E*. *Avril*, 347; *AMa*. 20 *Mars*, 330.
— Affûteuse Walker. *AMa*. 20 *Mars*, 327.
— Alésoir Asquith. *E*. 27 *Mars*, 419.
— Chaudronnerie. Emboutissage. Poinçonnage et soudure à Chicago (Aiken). *AMa*. 10 *Avril*, 421.
— Chaines. Procédé Masion. *Im*. *Mars*, 186; *E'*. 26 *Mars*, 312.
— Étau limeur de la Deutsche Maschiner Leipsick. *Ri*. 3 *Avril*, 138.
— Frappeurs mécaniques (les) (Baril). *RM*. *Mars*, 223.
Machines-outils. Fraiseuses (essais de) (Vernon). *E'*. 19 *Mars*, 284.
— Raboteuse Ingersoll. *E*. 2 *Avril*, 473.
— — (Montages pour). *AMa*. 20-27 *Mars*, 303-373.
— Limes (essais des). *E'*. 2 *Avril*, 349.
— Meules. Matières abrasives industrielles (Escard). *Pm*. *Avril*, 54.
— Perceuses. Forces agissant sur les forets hélicoïdaux dans le perçage de la fonte (P. Smith). *E*. 19-26 *Mars*, 398, 410, 432; 2 *Avril*, 470.
— — Maffei pour chaudières. *AMa*. 3 *Avril*, 394.
— Poinçonnage (résistance de l'acier doux au). *AMa*. 3 *Avril*, 391. Multiple Cummings. *Id*. 413.
— Presses à découper. Matrices ébarbeuses. *AMa*. 20 *Mars*, 298.
— Raboteuse pour hélices. *AMa*. 10 *Avril*, 429.
— Soudure électrique des chaudières Wood. *AMa*. 20 *Mars*, 291. autogène à acétylène Roess (Tourtelier). *SiM*. *Janv*. 21.
— — A l'oxygénite. *AMa*. 10 *Avril*, 437.
— Tour pour rotors de turbines Harvey. *E*. 19 *Mars*, 395.
— — automatique Cleveland. *AMa*. 10 *Avril*, 434.
— — vertical à plateau de 6m50 de la Société de construction des Batignolles. *Gc*. 27 *Mars*, 361. Bulard. *AMa*. 27 *Mars*, 369.
— — Tournage de manivelles. *AMa*. 10 *Avril*, 446.
— — Filetage Cornélis. *AMa*. 27 *Mars*, 374.
— Meule aléseuse Bath. *AMa*. 26 *Mars*, 333.
Moteurs à gaz. Progrès de leur construction (Mathot). *IC*. *Janv*., 5.
— Estimation de leur puissance (Poole). *Power*, 23 *Mars*, 572.
— (Compression dans les) (Jouguet). *RM*. *Mars*, 213.
— Distribution dans les moteurs à quatre temps (Carlès). *Ta*. 15 *Mars*, 43.
— Rathburne. Essai. *Power*, 6 *Avril*, 636.
— Gaz de hauts fourneaux. Installation de Gray. *Power*, 16 *Mars*, 512.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Moteurs à gaz. Installation avec gazogène à Pern, Indiana. *Power*, 16 *Mars*, 492. Comme moyen de conservation du combustible (Lucke). *EM. Avril*, 90.
— *à pétrole*. Divers (Rumpler). *VDI.* 27 *Mars*, 487.
— — marins. *E.* 2 *Avril*, 458; *E'.* 2 *Avril*, 336. (Austey). *E.* 9 *Avril*, 507.
— — Reavell. *E'.* 2 *Avril*, 348.
— — Beecham (*id.*), 485.

Moteurs à vapeur demi-fixes compound à surchauffeur Ruston Proctor. *E'.* 9 *Avril*, 366.
— Diagrammes de puissance (Neelson). *Power.* 16 *Mars*, 501.
— Rendement des petits moteurs. *Power.* 30 *Mars*, 602.
— La contre-pression (Wakemann). *Power.* 30 *Mars*, 591.
— Pressions de la vapeur et forces d'inertie (Hollman). *Power.* 6 *Avril*, 523.
— *Turbines* (les). *E.* 2 *Avril*, 459.
— Petites turbines. Rendement (Vinsonneau). *Ri.* 10 *Avril*, 141.
— — Curtis (vannages des). *AMa.* 3 *Avril*, 379.
— — Manœuvres hydrauliques des valves. *Power.* 9 *Mars*, 459.
— — à basse pression. (Avenir des) (Hollis). *EM. Avril*, 37.
— — Ventilation dans les aubes (Janusky). *VDI.* 27 *Mars*, 492; 3 *Avril*, 538.
— — Westinghouse à basse pression. *Power.* 26 *Mars*, 485.
— — Électra. *Power.* 6 *Avril*, 635.
— — Rateau à Vandergrift (*id.*), 652.
— Pompe à air Hague. *Ri.* 27 *Mars*, 125.
— Régulateur Proell. *VDI.* 10 *Avril*, 568.
— Volants (calage des). *Power.* 30 *Mars*, 608.

Moulins à vent (les) (Burne). *E'.* 19-26 *Mars*, 286, 307.

Résistance des matériaux. Fatigue et limite d'élasticité (Grubler). *VDI.* 20 *Mars*, 499.
— Résistance des câbles et chaînes chargées. *Gc.* 10 *Avril*, 411.

Ressorts à boudin (Calcul des) (Astier). *RM. Mars*, 261.

Roulements à billes (Machine à essayer les) Riehle. *AMa.* 27 *Mars*, 344.

Textiles. Gazage électrique des fils (Montpellier). *Elé.* 20 *Mars*, 177.
— Lavage des laines (Cognay). *Bam. Fév.*, 153.
— Métier à broder Saurer. *La Nature.* 27 *Mars*, 269. A filer continu. Application de la commande électrique (Dantrer) *It.* 15 avril, 138.
— Installation pour l'utilisation, dans l'industrie textile, de la vapeur ayant déjà travaillé dans une machine motrice (Bindschedler). *SiM. Janv.*, 37.
— Commande électrique des métiers. *Gc.* 3 *Avril*, 391.
— Peigneuse Delette. *It.* 15 avril, 144. Fabrication des cordages (*id.*), 151.

MÉTALLURGIE

Aluminium. Soudure autogène. Schoop. *Electrochemical. Avril*, 151.
— Composition de la bauxite Arsandaux. *CR.* 5 *Avril*, 936.

Cuivre et nickel. Extraction des pyrites magnétiques (Warlimont). *Cs.* 31 *Mars*, 313.
— Cananca consolidated Copper C° en 1908 (Rickets). *Eam.* 30 *Avril*, 701.

Fours. Emploi des gaz de gazogènes (Nagel). *Électrochemical, Avril*, 158.

Or. Électrochimie de la dissolution de l'or dans le cyanure de potassium (Ekeley et Tatum). *Électrochemical, Avril*, 156.
— Cyanuration à El Oro Mexique (Rice). *Eam.* 3 *Avril*, 683.
— Lixiviation par agitation (Brodie) (*id.*) 695.
— Précipitation électrolytique (Lamb). (*id.*), 705.

Fer et acier. La United States Steel Corporation. *Eam.* 27 *Mars*, 659.
— Coke. Fabrication. Récolte et traitement des sous-produits de la distillation de la houille (Say). *IM. Mars*, 269.
— Aciers nouveaux (caractéristiques des) (Beker). *EM. Mars*, 978.
— Aciérie Martin nouvelle à la Burbacher Hutte. *VDI.* 20 *Mars*, 455.
— — de la Cargo Fleet Iron C° Midlesborough. *E'.* 27 *Mars*, 367.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fer et acier de Beardmore, à Parkhead. Glasgow. *E.* 2 *Avril*, 439.
— Procédé Harmet à la Société Deutscher Kaiser de Bruckhausen. *Im. Mars*, 180.
— Hauts fourneaux. Pression aux tuyères et à l'intérieur (Sweetser). *AIM. Mars*, 285.
— — (Réduction du minerai dans le) (Catani). *Électrochemical, Avril*, 133.
— Inde (Sidérurgie dans l'). *E'.* 19 *Mars*, 283.
— Laminoirs continus américains. *SuE.* 17 *Mars*, 380.
— Fonderie. Préparation nouvelle de fonte blanche pour la malléabilisation (Howe et Tonceda). *AIM. Mars*, 317.
— — Fonderie en France et aux États-Unis (Bonvillain). *Ri.* 27 *Mars*, 121; 3-10 *Avril*, 133, 145.
— — Machine à mouler Tabor. *AMa.* 10 *Avril*, 455.
— — Traitement des sables. *SuE.* 14-24 *Mars*, 392-428. Appareil des London Emery Works. *E.* 2 *Avril*, 465.
— — Fonderie systématique. Prix de revient (Knoeppel). *EM. Mars*, 968.
— *Électro-sidérurgie*. Four Girod. *Im. Mars*, 177.
— — Petit four électrique des aciéries d'Imphy. *Gc.* 27 *Mars*, 374.
— — Production de la fonte au four électrique et utilisation industrielle des résidus de pyrites (Carcano). *Électrochemical, Avril*. 135.

MINES

Amérique. Richesse minérale (Raymond et Tugells). *AIM. Mars*, 249.
Argent, Mines et usines de Tonopah. Nevada. *Eam.* 20 *Mars*, 594.
Canada. Production minérale en 1908. *Eam.* 13 *Mars*, 363.
Cuivre. Mines de Copper Queen, Bisbee. Manutention des minerais. *Eam.* 13 *Mars*, 541.
— Production et rendement des mines de (Selwyn Brown). *EM. Mars*, 990.
Étain dans l'état de Pérak (Giraud). *IC. Janv.*, 47.
— Préparation mécanique à South Crofty. *Eam.* 27 *Mars*, 651.
Explosifs. Accidents dans les mines et carrières de Belgique (Breyre). *Ru. Fév.*, 97.
Extraction. Taquets hydrauliques du puits Marseille (Clapier). *Im. Mars*, 147.
— Machine électrique des charbonnages Élisabeth, à Baulet. *LE.* 3 *Avril*, 25.
Fer. Gisement de Tierga. *Im. Mars*. 175.
— de Clinton New-York (Newland). *AIM. Mars*, 264.
Fonçage avec bennes, dimensions des (Sadez). *Eam.* 27 *Mars*, 644.
— Par cimentation. *Eam.* 27 *Mars*, 650.
— Dégagement instantané d'acide carbonique dans le fonçage d'un puits du bassin houiller du Gard (Dougados). *AM. Déc.*. 583.
Houillères. Extension du terrain houiller sous les morts terrains dans le bassin d'Alais (Gard) (Fabia). *CR.* 15 *Mars*, 737.
— Bassin houiller de la Saône (F. Laur). *Im. Mars*, 139.
— du Bengal (G. George). *Eam.* 13 *Mars*, 555.
— de Great Falls, Montana. *Eam.* 20 *Mars*, 589.
— Station d'essai du Comité central des houillères de France à Liévin. *Gc.* 10 *Avril*. 401.
Lampes de sûreté au cinquantenaire de la Société de l'industrie minérale (Marsault). *Im. Mars*, 217.
Lignites. Séparateur de poussières pour leur traitement dans le bassin rhénan. *Im. Mars*, 161.
Mexique. Géologie du district de Guanajuato (Botsford). *Eam.* 3 *Avril*, 691.
— de l'ouest Chihuahua (*id.*), 706.
Or. Placers dans le Nord Alaska. *Eam.* 20 *Mars*, 591.
— Industrie de l'or en Russie. État actuel (Gorbatschew). *Ru. Fév.*, 158.
— et cuivre. Mine du mont Morgan. *Eam.* 27 *Mars*, 635.
Perforatrices. Moyen de les perfectionner (Weston). *Eam.* 13 *Mars*, 549.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Perforatrices à diamant dans les houillères de Pensylvanie. Prix de revient. *Eam.* 27 *Mars*, 649.

— Perforatrice Clima. *Eam.* 27 *Mars*, 657.

Préparation mécanique. Pulsateur et classificateurs Richard. *Ema.* 31 *Mars*, 545.

Queensland. (Industrie minière au). *Eam.* 20 *Mars*, 603.

Réfection d'une descenderie à ciel ouvert. *Eam.* 20 *Mars*, 600.

Vanadium au Pérou (Hewitt). *AIM. Mars*, 291.

Tourbe (Industrie de la) en Irlande. *Cs.* 31 *Mars*, 300.

Le Gérant : G. Richard.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

108e ANNÉE. MAI 1909.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

ARTS MÉCANIQUES

RAPPORT fait, au nom du *Comité des Arts mécaniques*, par **M. Ed. Sauvage**, SUR UN SYSTÈME D'ESSIEUX COUDÉS A FLASQUES ÉVIDÉES, présenté par **M. Ch. Frémont.**

M. Frémont a soumis à l'examen de la Société un système d'essieu coudé à flasques évidées, pour locomotives, qui présente des particularités fort intéressantes.

La forme ordinaire des flasques d'essieux coudés est représentée fig. 1 ;

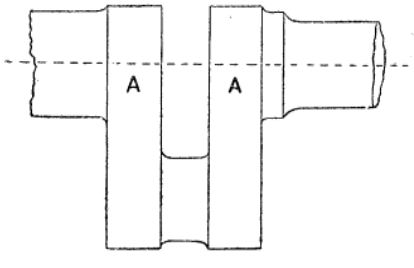


Fig. 1. — Flasques d'essieu coudé de locomotive.

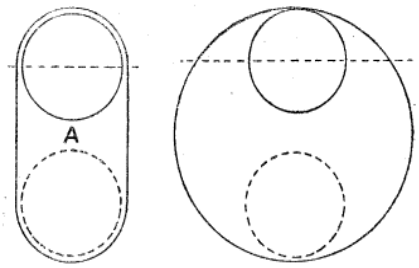


Fig. 2. — Flasque circulaire d'essieu Worsdell.

souvent aussi le profil de la flasque est ovale au lieu de présenter deux parties rectilignes et deux demi-cercles. Les essieux Worsdell ont des flasques plus minces, à profil circulaire (fig. 2). L'essieu en Z n'a que deux flasques, les deux tourillons étant reliés par une partie rectiligne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

(fig. 3). La même disposition existe avec deux flasques du type Worsdell (fig. 4).

Tous ces essieux sont exposés à des avaries analogues, la fissuration aux angles de raccordement du tourillon et du corps de l'essieu avec les flasques.

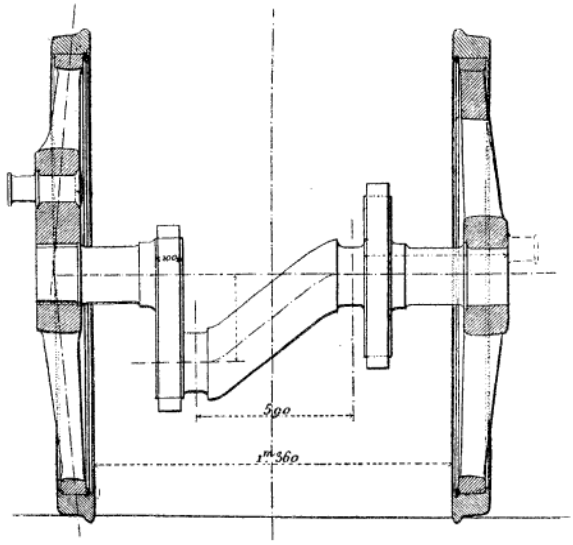


Fig. 3. — Essieu coudé en Z.

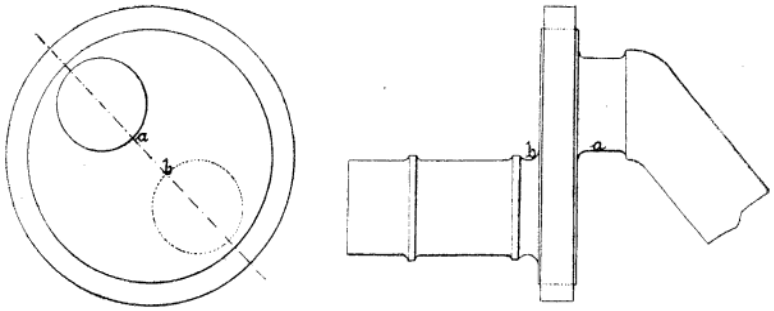


Fig. 4. — Essieu en Z, à coudes avec flasque unique du type Worsdell. La fissuration se produit en *a* et en *b*.

Les fissures se produisent au bout d'une durée variable de service ; faibles au début, elles augmentent petit à petit, et s'étendent suivant un arc de plus en plus long ; en même temps, elles s'approfondissent, la profondeur n'étant apparente qu'après rupture de l'essieu.

Quand ces fissures ont pris une certaine importance, déterminée d'a-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

près la pratique, elles obligent à retirer l'essieu du service, parfois après un parcours peu élevé.

Le renforcement des diverses parties de l'essieu, justifié par l'augmentation des efforts moteurs des pistons et du poids des locomotives, s'est montré inefficace contre ce genre d'avarie.

Ces fissures sont dues surtout aux chocs que reçoit l'essieu suivant son

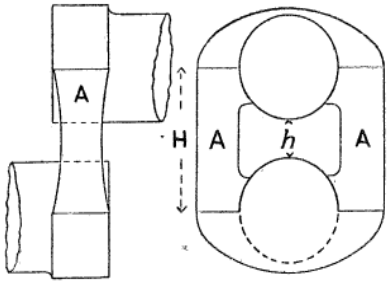


Fig. 5. — Essieu coudé Frémont à flasques élastiques.

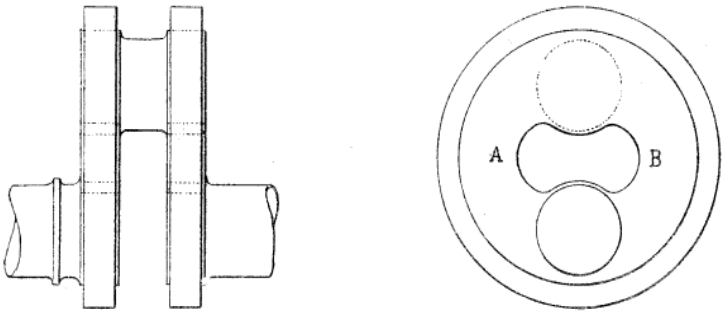


Fig. 6. — Essieu Worsdell à flasques évidées suivant le système Frémont.

axe, c'est-à-dire perpendiculairement à la direction de la voie; ces chocs se produisent au contact des mentonnets des bandages et des rails, ainsi qu'au contact du plat intérieur du bandage et d'un contre-rail, notamment dans les croisements et traversées de voies.

M. Frémont a donné une analyse du phénomène dans un mémoire sur la *mesure de la pression maximum instantanée résultant d'un choc*, publié dans la *Revue de métallurgie* en juin 1904, et il a indiqué le remède aux avaries qui en résultent.

Lorsqu'une pièce de machine reçoit un choc, le travail correspondant doit être absorbé par la déformation élastique de la pièce, sinon elle est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

exposée à une déformation permanente. Dans l'essieu coudé de locomotive, exposé aux chocs suivant son axe, les parties dirigées suivant l'axe, c'est-à-dire le corps de l'essieu et les deux tourillons, sont pratiquement indéformables; les coudes, dirigés normalement au choc, sont extrêmement rigides et fléchissent fort peu; les efforts sont localisés dans les angles de raccordement des coudes avec le corps et avec les tourillons; il se produit en ces points des déformations permanentes, qui amènent la fissuration progressive.

Pour répartir l'effort de flexion sur toute la flasque, et lui permettre la plus grande flèche possible sans atteindre la limite élastique du métal, M. Frémont propose pour les flasques la forme représentée fig. 5. Par

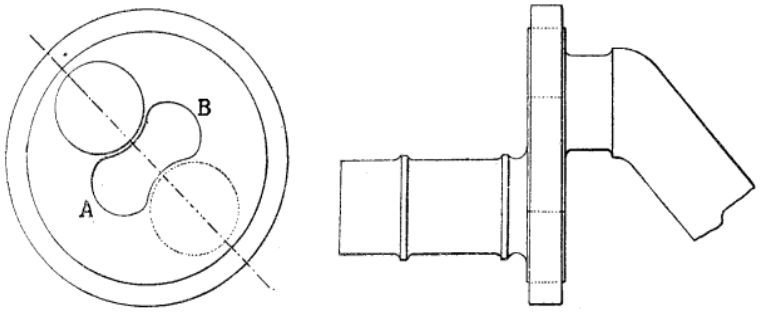


Fig. 7. — Essieu avec coude à flasque évidée suivant le système Frémont.

suite de l'évidement central, la flexion se fait sur les parties A, A, de longueur H beaucoup plus grande que la longueur minima h des flasques ordinaires. Ces parties A reçoivent d'ailleurs la forme de solides encastrés d'égale résistance, pour en augmenter la flexion admissible.

Cette modification de la forme usuelle paraît très rationnelle. Elle a été appliquée également à des flasques circulaires du type Worsdell, qui ont été évidées comme l'indiquent les figures 6 et 7. L'essai de cette disposition a été fait sur des essieux de locomotives des chemins de fer du Midi; une note de M. Hallard, ingénieur de cette administration, rend compte de ces essais dans la Revue générale des chemins de fer et des tramways (décembre 1908).

Cette note décrit des expériences préalables auxquelles ont été soumis des essieux modifiés par M. Frémont:

Un modèle d'essieu coudé Worsdell, de dimensions réduites, dont les flasques évi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dées avaient été soigneusement polies sur toute leur surface, fut soumis à des chocs suffisamment violents pour dépasser, au moins légèrement, la limite élastique du métal.

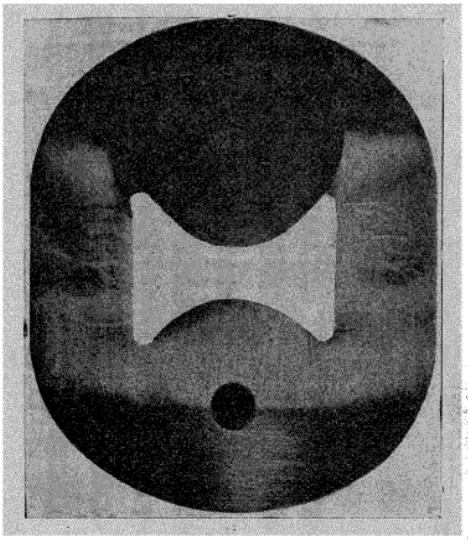


Fig. 8. — Lignes de Lüders sur une flasque évidée d'essieu coudé.

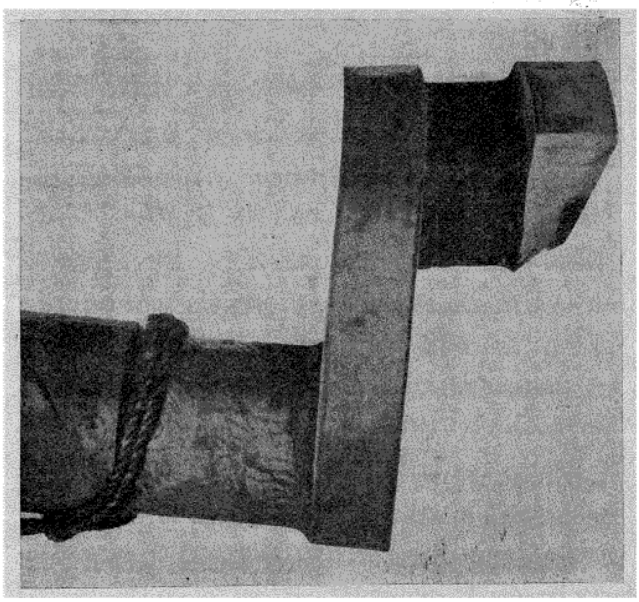


Fig. 9. — Essieu Worsdell rompu par chocs : la flasque évidée a résisté.

On vit apparaître, immédiatement après l'application des chocs, sur toute la surface des bras (fig. 8), les lignes caractéristiques de Lüders, qu'on ne retrouvait dans aucune

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des autres régions du plateau. Cette expérience montre bien que toute la longueur des bras des flasques évidées participe au travail dynamique des chocs ;

Un essieu Worsdell d'une locomotive à grande vitesse, retiré du service pour fissures dans les deux angles opposés du vilebrequin, fut soumis aux chocs énergiques d'un pilon après que l'un des deux plateaux eut été évidé suivant le tracé indiqué plus haut (fig. 6) ; tandis que le plateau plein cassait sans déformation préalable sous l'in-

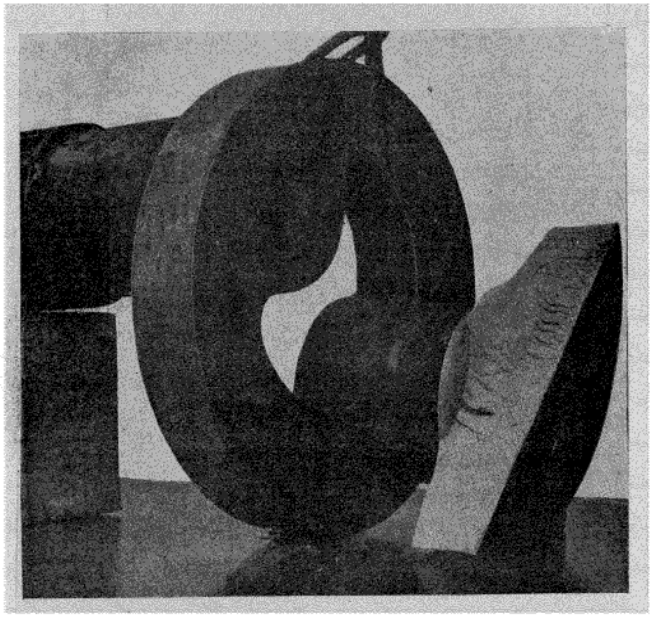


Fig. 10. — Autre vue de l'essieu rompu par chocs de la fig. 9.

fluence des chocs, le plateau évidé prenait une flèche assez importante sans présenter aucune trace de cassure ni de fissure. Les figures 9 et 10 montrent l'aspect de ces deux plateaux après l'essai. Dans le premier plateau, l'effort de flexion, localisé dans l'angle du coude, provoquait la rupture déjà amorcée par la fissure préexistante ; dans le deuxième au contraire, cet effort, réparti sur toute la longueur des bras, a provoqué une flexion de ces bras, la région voisine de la fissure ancienne n'ayant eu à supporter aucun travail.

Cette dernière expérience paraît absolument concluante ; elle démontre clairement la justesse des vues de M. Frémont. Elle prouve aussi qu'au point de vue des efforts normaux en service, la flasque évidée conserve une résistance largement suffisante.

Aussi la Compagnie des chemins de fer du Midi a-t-elle appliqué à un certain nombre de locomotives des essieux à flasques élastiques. Ces applications sont de deux sortes ; des essieux en service, du type de la figure 4,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et déjà fissurés. ont été évidés suivant la méthode de M. Frémont, de manière à faire disparaître toute trace de fissure. Des essieux neufs ont été exécutés suivant cette méthode.

Le prix de revient de la modification (86 francs, frais généraux compris), qui a été faite sur les essieux montés sans décaler les roues, est insignifiant en comparaison du service supplémentaire que doit faire l'essieu.

Voici quels étaient, au 31 mars 1909, les parcours effectués pour cinq essieux modifiés de la sorte :

Parcours des essieux.		
depuis la mise en service jusqu'au moment de la constatation des fissures.	depuis la constatation des fissures jusqu'au moment de la modification.	depuis le moment de la modification jusqu'au 31 mars 1909.
171 745 km.	135 050 km.	190 495 km.
220 745	36 431	167 450
258 298	115 546	183 345
343 863	35 421	186 986
284 035	54 019	149 409

Une observation très intéressante a été faite sur le premier de ces essieux. L'évidement des coudes avait laissé subsister en partie une fissure ancienne : il a été constaté que cette fissure ne s'était pas aggravée dans le parcours de 190 495 km. effectué depuis la modification.

Quatre essieux neufs, exécutés avec des coudes évidés, avaient effectué, au 31 mars 1909, des parcours de 209 089, 166 318. 175 755 et 170 781 km., sans montrer trace de fissuration.

Une modification analogue est applicable aux flasques de tous les arbres coudés de machines ; bien que moins sujets que les essieux coudés de locomotives aux chocs longitudinaux, le raccordement des flasques avec le corps et avec le tourillon constitue toujours une partie exposée à une fatigue excessive, qu'évite une élasticité convenable des flasques.

En résumé, la disposition présentée par M. Frémont résulte de l'application de considérations logiques ; elle améliore les conditions de service des essieux coudés de locomotives ; elle est de nature à en prolonger notablement la durée. Aussi votre Comité vous propose de remercier M. Frémont de son intéressante communication et de publier dans le *Bulletin* de la Société le présent rapport, avec les figures qui l'accompagnent.

Signé : E. Sauvage, *rapporteur.*

Lu et approuvé en séance, le 14 mai 1909.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES

RAPPORT fait, au nom du *Comité des Arts mécaniques*, par **M. E. Sauvage**, sur une ÉCLISSE ÉLECTRO-MÉCANIQUE, présentée par la Société anonyme des éclisses électro-mécaniques.

M. R. Godfernaux, au nom de la Société anonyme des éclisses électro-mécaniques, a soumis à l'examen de la Société une éclisse dite électro-mécanique, pour voies de chemins de fer. Cette éclisse présente une semelle, sur laquelle reposent les extrémités des deux rails à réunir, serrées d'autre part par de longs coins qui s'appuient contre des joues latérales de la semelle. Les surfaces de contact de l'éclisse et du rail sont assez grandes pour donner une conductibilité suffisante aux voies électriques; le nom choisi pour cette éclisse fait allusion à cette propriété.

Les joints des rails étant les points faibles des voies de chemins de fer, l'amélioration des procédés ordinaires d'éclissage a occupé de nombreux inventeurs; beaucoup de systèmes divers ont été proposés et même essayés, mais jusqu'ici aucun de ces systèmes perfectionnés ne semble être entré largement dans la pratique. Des assemblages qui paraissaient excellents au début se sont montrés défectueux en service prolongé; les surfaces de contact se mattent, les pièces ferraillent et le joint se disloque.

Un mémoire de M. Freund, dans la *Revue générale des chemins de fer* (janvier 1897, p. 3), donne une description résumée des principaux modes d'assemblage des rails.

Le nouveau système, présenté par M. Godfernaux, diffère notablement de tous ceux qui sont décrits dans ce mémoire.

Les figures 1 et 2 représentent l'éclisse électro-mécanique pour voie à double champignon, telle qu'elle est essayée sur la ligne des Invalides à Versailles, auprès de la station de Javel. L'éclisse comprend la semelle M, avec ses deux joues, et deux coins, de longueur un peu plus grande que la semelle. Chaque coin s'appuie d'un côté contre la joue de la semelle, de l'autre sur le champignon inférieur du rail; l'arête saillante du coin qui s'ap-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

proche de l'âme du rail ne fonctionne pas normalement; elle est prévue pour s'opposer éventuellement au déversement du rail en cas de dislocation de l'assemblage, et l'utilité en est contestable. Les deux coins sont disposés pour se serrer l'un dans un sens, et l'autre en sens opposé, afin d'éliminer toute action pouvant résulter de la direction de la marche des

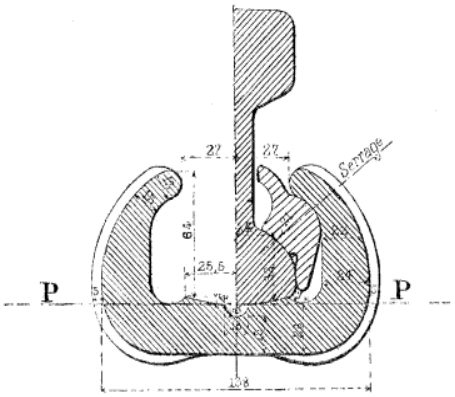


Fig. 1.

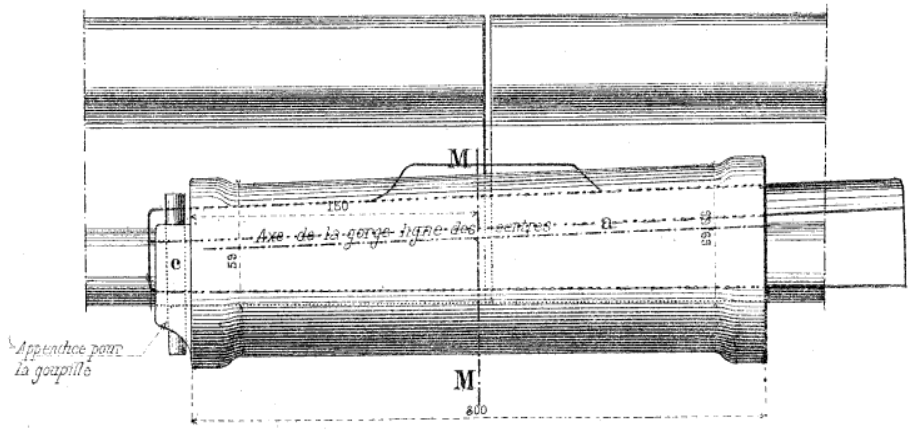


Fig. 2.

trains. Une goupille de sûreté est prévue pour s'opposer au desserrage du coin; elle se loge dans un trou ménagé par moitié dans une saillie de la semelle et par moitié dans le coin; on a ménagé dans le coin plusieurs demi-trous, correspondant à divers enfoncements (voir fig. 5); l'enfoncement le plus grand exige un effort de 9000 kg., en supposant que les pièces soient rigoureusement aux cotes du dessin. Comme les parties assemblées sont brutes de laminage et de fonderie, il en résulte de petites

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

différences qui peuvent modifier la force maxima de serrage, mais en pratique l'exécution est assez précise pour que ces différences ne soient trop grandes.

Sur la voie de Javel, plusieurs des goupilles peuvent être facilement enlevées à la main, ce qui montre qu'aucun desserrage du coin ne tend à se produire.

Le même système, avec des formes un peu différentes, s'applique aux rails à patin (fig. 3).

L'éclisse, faisant saillie en dessous du rail, doit se loger entièrement

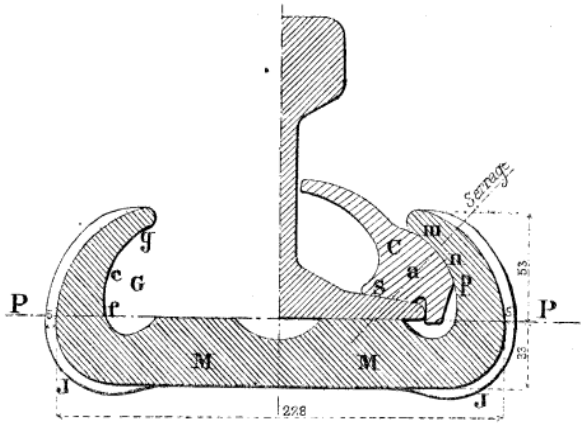


Fig. 3.

entre les deux traverses voisines du joint; le joint a donc nécessairement la disposition dite en porte-à-faux, qui est d'ailleurs généralement adoptée.

On a cherché, par la disposition de cette éclisse, à éviter les flexions inégales des deux bouts de rails contigus sous le passage des roues, flexions que permet l'usure assez rapide des portées étroites des éclisses ordinaires; les chocs sur les rails qui résultent de ces flexions inégales produisent les « joints bas », bien visibles sur nombre de voies en service. La nouvelle éclisse est disposée pour donner autant que possible à la partie éclissée entre deux traverses une flexion d'ensemble comparable à celle du rail continu entre deux traverses quelconques; une rigidité plus grande du joint, comme celle que peuvent donner des éclisses à pont, reposant sur les traverses, est en effet nuisible.

L'observation des joints d'essai à Javel, sous le passage des trains, semble montrer que la flexion se fait dans de bonnes conditions. L'usure

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ne viendra-t-elle pas troubler ce bon fonctionnement au bout d'un service prolongé, correspondant au passage de 100000 trains, nombre indiqué par M. Freund comme nécessaire pour l'essai complet d'un joint (1)? Les grandes surfaces de portée des pièces permettent d'espérer que le bon assemblage des pièces neuves se conservera longtemps.

Une petite différence de hauteur entre les deux rails contigus, résultant des tolérances de laminage, interromprait la continuité de la surface de roulement : l'effet serait même plus prononcé qu'avec l'éclissage ordinaire, qui ne laisse guère comme saillie d'un rail sur l'autre que la moitié de la différence sur la hauteur totale, et qui se prête d'ailleurs à la correction des écarts par la pose de cales en feuillard entre le rail et l'éclisse. Avec la nouvelle éclisse, dans le cas où l'écart en hauteur atteindrait le maximum des tolérances, il pourrait être utile de ramener à l'affleurement les surfaces de roulement, en limant un des rails, précaution qui a quelquefois été prise avec les éclissages ordinaires.

La résistance à la flexion statique des éclisses électro-mécaniques, des types représentés fig. 1 et 3 (pour rails à double champignon et à patin), a été déterminée au laboratoire d'essai du Conservatoire des Arts et Métiers; l'Annexe n° 1 reproduit un des procès-verbaux de ces essais. Ces essais ont montré que sous des charges atteignant 30 tonnes, l'éclisse ne prenait pas de déformation permanente notable. Les charges statiques par roue admises sur la plupart des réseaux français ne dépassent guère 9 tonnes. Accessoirement, on a constaté dans les essais que l'écartement des joues de la semelle sous le serrage des coins, qui atteignait 2 millimètres, était purement élastique.

Au point de vue des mouvements de dilatation des rails, l'observation a montré qu'ils se produisaient librement dans la nouvelle éclisse, plus librement même qu'entre les éclisses ordinaires. Cela tient à ce que le serrage des boulons est en pratique plus énergique et plus irrégulier que celui des coins, mieux gradué (voir Annexe n° 2).

On pourrait même craindre que, soit par l'effet des mouvements répétés de dilatation et de contraction, soit par suite du cheminement des rails que provoquent quelquefois les trains en certains points spéciaux, la distance entre deux bouts de rails ne vînt à augmenter d'une manière excessive dans quelques joints. Pour donner toute garantie contre cet inconvé-

(1) Posées en juin 1908, les éclisses de Javel supportent en moyenne 110 trains par 24 heures, remorqués par locomotives à vapeur et par locomotives électriques.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nient possible, l'assemblage a été complété par deux petites plaques de sûreté (fig. 4 et 5), qui utilisent deux des trous percés dans les rails pour l'éclissage ordinaire : des tétons portés par les plaques pénètrent dans ces trous avec un jeu suffisant pour ne contrarier en rien la dilatation, mais en limitant l'écartement maximum possible des deux rails. Latéralement, ces plaques de joint sont maintenues, sans aucun serrage, par les arêtes saillantes des coins.

Cette disposition est évidemment efficace pour empêcher l'agrandis-

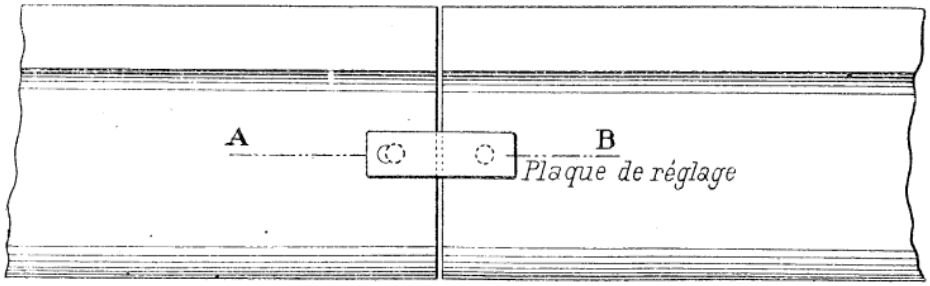


Fig. 4.

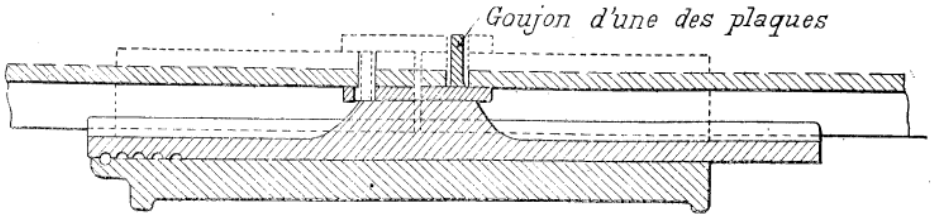


Fig. 5.

sement d'un joint ; toutefois elle ne s'opposerait pas au cheminement d'ensemble de la file de rails. Elle a d'ailleurs l'inconvénient d'annihiler un avantage assez sérieux que pourrait offrir le nouvel éclissage, appliqué à des rails neufs : la suppression des trous percés dans le rail, ces trous étant parfois cause occasionnelle de la rupture du rail. Il conviendrait donc, dans le cas d'emploi étendu du nouvel éclissage, d'apprécier, d'après les résultats de l'expérience, s'il est nécessaire de conserver les plaques de sûreté, sauf peut-être dans certaines sections limitées de voies.

La facilité du montage, sans trous dans les rails, permet d'employer l'éclisse électro-mécanique à la réparation rapide d'un rail cassé en son milieu.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Outre l'application sur la ligne de Versailles qui vient d'être citée, cette éclisse est également en essai sur diverses lignes de chemins de fer, en France et à l'étranger. Le Métropolitain de Paris, à la suite d'une première application, en a décidé la pose sur une longueur de 3 kilomètres. Ces éclisses sont également employées pour les voies de tramways, notamment à Nancy, sur un réseau de 22 kilomètres, à Paris, à Turin, à Lausanne.

La conductibilité électrique des voies munies de l'éclisse électro-mécanique paraît satisfaisante. La résistance électrique du joint obtenu avec cette éclisse a été l'objet d'essais à l'Université de Lausanne et au laboratoire d'essais du Conservatoire, à Paris. Ces essais ont montré la supériorité de l'éclisse électro-mécanique sur les éclisses ordinaires avec addition des conducteurs en cuivre généralement employés. Encore la comparaison porte-t-elle sur des éclisses ordinaires dont le dispositif électrique est en bon état, tandis qu'en pratique, sur les voies en service, on en trouve assez fréquemment dont les conducteurs en cuivre sont brisés. On a même constaté que des éclisses électro-mécaniques, bien serrées sur des surfaces nettoyées, n'augmentaient pas la résistance du rail courant (voir annexe n° 3).

Les mesures faites par le Métropolitain de Paris, sur des éclisses posées sur viaduc et soumises aux intempéries, après le passage de plus de 100 000 trains, ont donné les résultats suivants : la résistance d'un mètre de rail comprenant un point éclissé correspond à celle de $1^{m},61$ de rail continu avec le joint ordinaire et ses connexions usuelles, et à $1^{m},66$ avec l'éclisse électro-mécanique.

Les trois parties principales d'une éclisse, la semelle et les deux coins, sont exécutées en acier moulé à l'aide de modèles très précis, établis pour chaque type de rail; les pièces sont ébarbées et nettoyées au sortir du sable mais non finies à la machine-outil. Pour les voies non électriques, l'assemblage est un peu plus coûteux qu'avec les éclisses ordinaires, mais l'augmentation de la dépense du premier établissement n'est pas excessive. Par contre, sur les voies électriques, il y a économie sur les connexions par éclisses ordinaires avec dispositif supplémentaire pour la conductibilité.

Si on cherche à résumer les avantages et les inconvénients que peut présenter le système d'éclissage soumis à l'examen de la Société, on est conduit à signaler les points suivants :

L'éclissage se faisant par la partie inférieure du rail porte sur de grandes surfaces de contact.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La flexion de l'assemblage, en bon état, se fait tout d'une pièce et dans des conditions analogues à celles du rail continu.

Ce mode d'assemblage permettrait la suppression des trous percés dans les rails, si toutefois on ne trouve pas nécessaire de les conserver comme garantie contre l'ouverture éventuelle d'un joint.

La conductibilité des voies électriques est assurée dans de bonnes conditions sans aucune disposition supplémentaire.

Par contre, l'éclisse laisse subsister au joint une dénivellation correspondant à la différence totale de hauteur des deux rails contigus ; cet inconvénient peut être fort atténué par un choix convenable des rails ou au besoin par une retouche du rail le plus haut.

Avec les rails à patin, l'éclisse exige entre les deux traverses de joint une distance d'axe en axe de 70 centimètres environ ; or, sur beaucoup de voies, ces traverses sont notablement plus rapprochées, et devraient être écartées. On peut dire toutefois que le grand rapprochement des traverses, utile avec les éclisses actuelles, perdrait son intérêt avec un éclissage donnant une meilleure flexion.

La question la plus importante est de savoir si, après un service très prolongé, l'assemblage ne se disloquera pas, par suite des déplacements relatifs des pièces lors des flexions sous le poids des trains, de l'usure et des mattages qui peuvent en résulter.

Un nouveau serrage des coins pourrait d'ailleurs remédier dans une certaine mesure aux effets de l'usure, sans toutefois qu'on puisse affirmer qu'il rétablirait un contact aussi complet qu'au début.

Les résultats obtenus jusqu'à ce jour paraissent satisfaisants et portent sur des services déjà prolongés. Néanmoins des applications nombreuses et un emploi très prolongé sont nécessaires pour qu'on puisse assurer sans hésitation le mérite certain d'un joint de rails.

Aujourd'hui on peut dire que le joint électro-mécanique est bien étudié et que les essais déjà faits sont encourageants. Spécialement sur les voies électriques, la conductibilité qu'il assure offre un sérieux avantage.

Votre Comité vous propose de remercier M. Godfernaux de son intéressante communication et d'insérer le présent Rapport, avec ses figures et ses annexes, dans le *Bulletin* de la Société.

Signé : E. Sauvage, *rapporteur.*

Lu et approuvé en séance le 14 mai 1909.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE N° 1

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS. LABORATOIRE D'ESSAIS.
Paris, le 27 juin 1908.

Procès-verbal de l'essai n° 6169 demandé par la Société anonyme des éclisses électro-mécaniques.

ESSAIS DE FLEXION STATIQUE DE DEUX ÉCLISSES SANS BOULONS

La Société des éclisses a présenté au Laboratoire deux appareils de son système dont l'un était du type « Ouest » et l'autre du type « Métro ».

Les essais de ces appareils ont été faits de la façon suivante :

I. — APPAREIL TYPE OUEST

Après un graissage convenable des parties des mors portant sur les rails et la semelle, on a enfoncé les mors avec un marteau de 4 kilogrammes, de façon à pouvoir introduire, dans le premier trou réservé à cet effet, la goupille d'arrêt de ces mors. A ce moment, des repères tracés au préalable sur chaque joue de l'appareil nous ont indiqué que l'écartement des joues s'était accru de 2 millimètres. L'appareil a ensuite été placé dans la machine de flexion, comme l'indique le croquis ci-dessous (fig. 6) et des repères

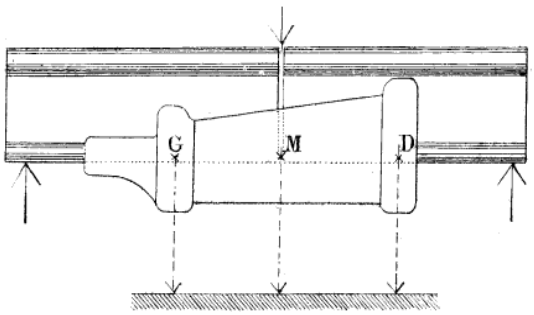


Fig. 6.

ont été tracés en G, M, D, pour mesurer les déformations de l'éclisse sous charges par rapport à un même plan fixe.

On a fait deux séries d'essais ; dans la première, l'une des joues de la semelle était disposée comme l'indique le croquis ; dans la seconde, c'était l'autre joue qui avait pris sa place, l'ensemble ayant été retourné de 180°.

Les résultats des essais ont été les suivants :

Efforts de flexion.	Déformations en G	Déformations en M	Déformations en D	
1 000 kg.	0 mm.	0 mm.	0 mm.	
5 000	0	0,5	0	
7 500	0	0,5	0	
9 900	0	0,6	0	
11 000	0	0,8	0	
15 000	0	1,0	0	
0	0	0	0	Retour à l'effort nul.
20 000	1,3	1,2	0,5	
25 000	2,0	2,0	1,0	
30 000	3,5	3,0	1,5	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Après l'essai les rails ont été sortis de l'appareil et l'on a constaté que l'écartement de 2 millimètres des joues trouvé après le serrage était purement élastique, l'appareil était revenu à son écartement primitif.

On a alors procédé au second essai ci-après :

Efforts de flexion.	Déformations en G	M	D	
1 000 kg.	0 mm.	0 mm.	0 mm.	
5 000	0	0	0	
7 500	0	0	0	
9 000	0	0	0	
11 000	0	0	0	
15 000	0,5	1,5	0	
0	0	0	0	Retour à l'effet nul.
17 000	0,8	1,8	0,5	
20 000	1,0	2,0	1,0	
0	0	0	0	Retour à l'effort nul.
1 000	0	0		
15 000	0,8	1	1,0	
30 000	0,8	2,4	1,5	
40 000	3,6	3	3	
51 300	9,0	31,0	4	

II. — APPAREIL TYPE MÉTRO

Le montage, le traçage des repères et l'essai ont été effectués de la même façon que dans l'essai précédent.

1er ESSAI

Efforts de flexion	Déformations en G	M	D	
1 000 kg.				
3 060				
5 000	0mm,5	0mm,5	0mm,5	
7 000	0,6	1,0	0,6	
8 000	0,8	1,0	0,8	
0	0	0	0	Retour à la charge nulle.
4 000	0,5	0,5	0,5	
6 000	0,8	1,0	0,8	
8 000	1,2	1,5	1,0	
9 000	1,3	1,7	1,2	
10 000	1,4	1,9	1,2	
12 000	1,6	2,2	1,6	

2e ESSAI

Efforts de flexion.	Déformations en G	M	D	
1 000 kg.	0 mm.	0 mm.	0 mm.	
2 600	0	0	0	
5 000	0	0,3	0,3	
7 000	0,5	0,5	0,3	
8 000	0,5	0,7	0,3	
0	0	0	0	Retour à l'effort nul.
4 000	0,5	0,3	0,3	
8 000	0,5	0,7	0,5	
10 000	0,7	1,0	0,5	
12 000	1,0	1,2	0,6	
13 000	1,2	2,0	0,8	
15 000	1,5	2,2	1,0	
0	0,5	0,5	0,5	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Après ce deuxième essai, l'examen sur le marbre n'ayant démontré aucune déformation permanente, l'appareil a été remonté et l'essai a été poussé plus loin, comme l'indiquent les résultats suivants :

Efforts de flexion.	Déformations en G	Déformations en M	Déformations en D
1 000 kg.	0 mm.	0 mm.	0 mm.
5 000	2,0	0,3	0,2
10 000	1,0	1,2	1,0
15 000	1,2	1,4	1,2
16 000	1,2	1,7	1,4
17 000	1,4	2,0	1,5
18 000	1,6	2,2	1,6
19 000	1,8	2,4	1,6
0	1,9	2,6	1,7
20 000	2,0	2,7	1,7
21 000	2,2	2,8	1,8
22 000	2,4	3,0	1,8
23 000	2,6	3,2	1,8
24 000	2,8	3,4	1,9
25 000	3,0	3,6	2,0
0	0	0	0
26 000	3,2	3,8	2,5
27 000	3,2	4,2	3,0
0	0,4	0,5	0,4
28 000	3,6	4,4	3,4
29 000	3,6	5,0	3,6
30 000	4,0	6,0	3,8
0	1,0	2,0	1,0

Après l'essai à 15, comme à 30 tonnes, l'examen des pièces n'a révélé aucune déformation notable, ni détérioration. Les repères disposés pour la mesure de l'écartement des joues ont accusé une déformation totale, après le serrage, de $1^{mm},7$ et après avoir retiré les rails de l'éclisse, cet écartement, comme dans l'essai précédent, était revenu à sa valeur primitive.

ANNEXE N° 2

COMPARAISON DE LA DILATATION DES RAILS AVEC ÉCLISSES ORDINAIRES A BOULONS ET ÉCLISSES ÉLECTRO-MÉCANIQUES

Cette comparaison a été faite sur la ligne des Invalides à Versailles. La section d'essai porte des éclisses ordinaires sur l'un de ces rails, et des éclisses électro-mécaniques sur l'autre. La figure 7 reproduit l'un des nombreux diagrammes qui ont été dressés. Les ordonnées figurent, pour les divers joints représentés par les abscisses, l'ouverture des joints, c'est-à-dire la distance entre les deux bouts de rails, pour deux températures différentes (15° et 39°). Les cotes inscrites indiquent la variation de l'ouverture correspondant à la variation de la température (24°).

L'examen des diagrammes montre qu'au point de vue de la dilatation il y a analogie entre l'éclissage à boulons et l'éclissage électro-mécanique ; la dilatation du rail semble même plus régulière avec l'éclissage électro-mécanique, ce qui, du reste, n'a rien qui puisse surprendre, le serrage étant modéré et réglable.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette dernière observation est, d'ailleurs, conforme aux résultats obtenus lors des essais faits récemment au Conservatoire des Arts et Métiers et relatés dans le n° de juillet 1908 de la *Revue générale des chemins de fer et des tramways* (page 8).

Ces essais, qui avaient pour but de rechercher quelle pression il faut exercer sur un rail pour amener celui-ci à glisser dans un éclissage, ont démontré qu'avec des rails à l'état normal reliés au moyen d'éclisses-cornières à boulons serrées normalement, la

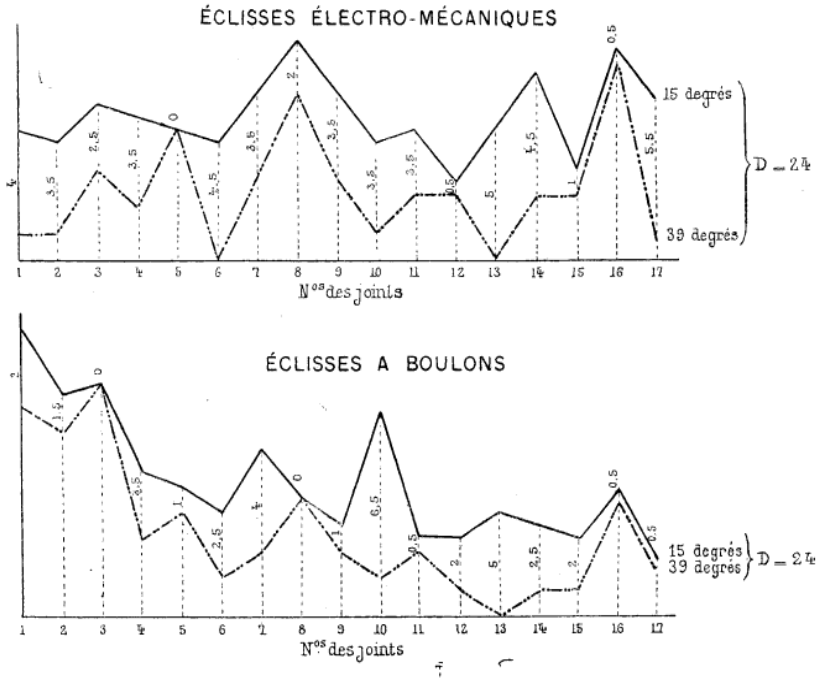


Fig. 7.

pression de glissement était de 18 tonnes. En admettant un coefficient de frottement de l'éclisse contre le rail de 0,50, chiffre tiré d'expériences antérieures, il en résulte une pression de serrage de 18 tonnes entre le rail et les éclisses, donnant une résistance de 9 tonnes sur chaque face du rail

Or, la pression de serrage des éclisses électro-mécaniques est de beaucoup inférieure à cette pression de 18 tonnes; elle varie, en effet, de 9 tonnes pour les voies de chemin de fer à 5 ou 6 tonnes pour les voies de tramways.

Ces pressions modérées expliquent pourquoi la dilatation des rails aux joints se fait sans difficulté avec les éclisses électro-mécaniques et comment elle se produit d'une manière plus régulière qu'avec les éclisses à boulons, la pression de serrage de ces dernières étant, comme nous l'avons dit plus haut, de beaucoup supérieure à celle de l'éclisse électro-mécanique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE N° 3

Des expériences ont été faites, en octobre 1907, aux Tramways Lausannois, par M. Landry, professeur d'électricité à l'Université de Lausanne.

Les conclusions de son rapport sont les suivantes :

« 1° L'éclisse mécanique ordinaire n'assure pas un contact électrique suffisant et nécessite l'adjonction d'éclisses électriques;

« 2° L'éclisse électro-mécanique sans adjonction d'éclisses électriques, montée sur rails n'ayant subi aucune préparation spéciale, et malgré ses faibles dimensions, assure un meilleur contact électrique que l'éclisse mécanique ordinaire avec adjonction d'éclisses électriques;

« 3° L'éclisse électro-mécanique, sans adjonction d'éclisses électriques et fortement chassée sur rails soigneusement nettoyés, assure un excellent contact électrique;

« La résistance ohmique d'un joint muni de cette éclisse n'est que fort peu supérieure à la résistance ohmique d'une longueur équivalente prise en plein rail. »

Dans les expériences faites au laboratoire d'essai du Conservatoire des Arts et Métiers, en décembre 1907, on a mesuré la résistance en microhms d'un assemblage de deux bouts de rails de 50 centimètres, réunis par une éclisse électro-mécanique, le serrage des coins étant produit avec une force variable, produite par une machine d'essai. Deux séries d'expériences ont été faites : dans la première série, un seul des deux coins s'enfonçait régulièrement; dans la seconde série, les coins étaient préalablement montés au marteau.

Les résultats obtenus sont les suivants :

	Efforts de serrage.	Résistance en michroms.
1re série.	4 000 kg.	124
	6 000	118
	8 000	109
	0	121
	8 300	103
	10 000	104
	12 300	88
	13 000	83
2e série.	5 000 kg.	136
	11 100	91
	13 300	91
	15 400	91
	18 400	91,5
	18 450	90,5
	18 800	90,5

Avant l'essai on avait légèrement blanchi à la lime le patin des rails et la plate-forme de la semelle supportant ces patins. Tout le reste des pièces était brut et plus ou moins rouillé.

La résistance d'un mètre ininterrompu de rail a été trouvée de 67 à 74 microhms.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES

RAPPORT fait, au nom du *Comité des Arts mécaniques*, par **M. Ed. Sauvage**, sur un PATIN A FROTTEMENT HYDRAULIQUE, présenté par **M. Ch. Théryc.**

M. Ch. Théryc a soumis à l'examen de la Société une disposition nouvelle de patin à frottement hydraulique, destiné à réaliser le principe du chemin de fer glissant de Girard. On se rappelle qu'à l'Exposition de 1889, M. Barre avait construit une section d'essai d'un tel chemin de fer, sur laquelle ont circulé des véhicules sur patins pendant la durée de l'Exposition. Mais la très grande consommation d'eau des patins suffisait à elle seule pour rendre le système inapplicable en pratique ; d'après les renseignements communiqués par M. Théryc, les essais du patin au repos ont accusé une dépense de $3^{m3},5$ d'eau pour maintenir soulevé un poids d'une tonne pendant une heure. En marche la dépense a augmenté de 11 p. 100.

De nombreux perfectionnements ont été déjà apportés à l'invention de Girard ; nous sommes heureux d'en signaler un nouveau.

M. Théryc a réussi à réduire dans une très forte proportion la dépense d'eau, en entourant le patin rectangulaire de Barre, qui porte la charge, d'un autre patin non chargé (fig. 1), et en ramenant à la bâche d'alimentation du système l'eau recueillie entre les deux patins concentriques. L'eau refoulée par les conduits c, c, d, d et e, e, pénètre sous le patin intérieur, comprime l'air sous ce patin, et s'échappe entre les deux patins par les conduits e', d' et h. On doit étrangler légèrement l'orifice d'échappement en h pour qu'une petite quantité d'eau pénètre sous le patin extérieur, non chargé, et le maintienne soulevé ; cette petite quantité d'eau est la perte principale, l'assemblage des deux patins étant fait à frottement doux et de manière à ne donner que des fuites insignifiantes dans les parties n et m.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce patin perfectionné a été l'objet d'expériences au laboratoire d'essais du Conservatoire des arts et métiers. Les essais se faisaient sur les patins au repos. Le patin central, convenablement chargé, était soulevé par la pression de l'eau ; on mesurait la perte d'eau et aussi la quantité retournant à la tâche, entre les deux patins.

Ces expériences ont indiqué des pertes extrêmement faibles, d'environ 25 litres par heure pour une charge d'une tonne. L'inventeur pense même qu'on pourrait substituer à l'eau l'air sous pression.

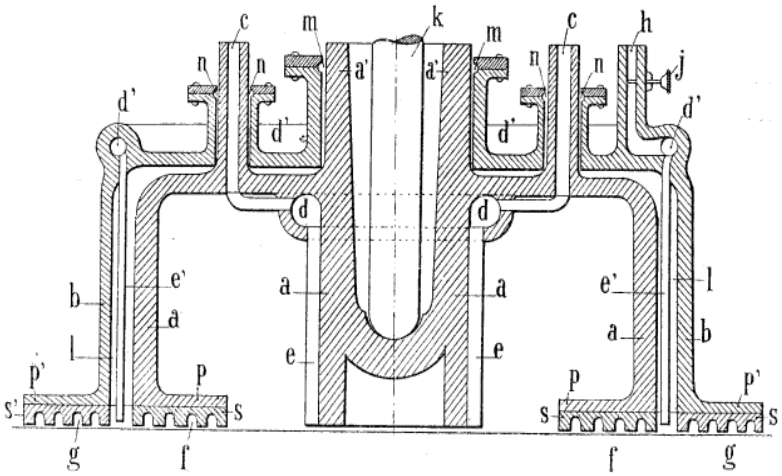


Fig. 1.

Le nouveau patin constitue donc un perfectionnement fort important de l'ancien.

Il est vrai qu'il est difficile d'estimer dans quelle proportion serait augmentée la dépense d'eau sur un patin en marche, par suite des variations de la distance très faible entre le patin et son support résultant des inégalités de ce support, et du mouvement même, par suite aussi de l'adhérence d'une pellicule d'eau qui resterait sans doute sur toute la surface balayée par les patins.

Quoi qu'il en soit, la disposition imaginée par M. Théryc est évidemment de nature à réduire beaucoup la dépense d'eau des patins primitifs.

Les documents remis par M. Théryc contiennent des considérations sur les avantages que présenteraient des chemins de fer établis suivant le système Girard. M. Théryc indique aussi le principe d'une disposition permettant les croisements et les traversées de voies dans le cas où une voie

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ferrée ordinaire serait complétée par une plate-forme pour patins glissants; il propose aussi un joint à dilatation des sections de cette plate-forme.

Mais tous ces documents ne sont pas assez détaillés pour permettre une appréciation sérieuse, et d'ailleurs les questions soulevées échappent en partie à la compétence du Comité des Arts mécaniques ; c'est pourquoi votre rapporteur a cru devoir limiter son examen à la disposition faisant l'objet principal des recherches de M. Théryc.

En résumé, votre Comité vous propose de remercier M. Théryc de sa communication et d'insérer le présent rapport, avec la figure qui l'accompagne, dans le *Bulletin* de la Société.

Signé : E. Sauvage, *rapporteur*.

Lu et approuvé en séance le 6 avril 1909.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS CHIMIQUES

Recherches sur la conductibilité, la porosité et la perméabilité des matières réfractaires, par **M. S. Wologdine.**

I

La Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale m'a fait l'honneur de me charger d'une étude d'ensemble sur les propriétés des matériaux réfractaires comprenant la détermination de leur conductibilité calorifique, de leur porosité et de leur perméabilité au gaz.

Le rôle important que jouent les produits céramiques en général et les matériaux réfractaires en particulier dans l'industrie moderne, démontre toute la nécessité d'étudier l'ensemble de leurs propriétés physiques et chimiques, non seulement pour leur fabrication, mais encore pour leur emploi comme matières premières destinées à la construction des appareils industriels les plus divers. En ce qui concerne les produits réfractaires, leurs propriétés isolantes, c'est-à-dire la conductibilité calorifique et la perméabilité pour les gaz, sont celles qui jouent le rôle prépondérant dans leurs applications pour la construction des fours métallurgiques et céramiques, des creusets et des cornues, des appareils destinés à l'industrie chimique, etc. Tandis que dans les fours la conductibilité calorifique plus ou moins grande détermine le degré d'utilisation des divers combustibles employés pour le chauffage de ces fours, cette conductibilité influe non moins directement, mais dans un autre sens, sur la qualité des creusets, des cornues et d'autres appareils analogues.

La perméabilité pour les gaz influe à son tour non seulement sur la perte des gaz dans les appareils chimiques, mais elle donne naissance à des pertes de chaleur emportées par les gaz, qui peuvent traverser les parois des fours, des cheminées, etc.

La fusibilité et l'altérabilité par les divers agents chimiques, physiques et mécaniques sont les seules auxquelles on faisait jusqu'ici attention à cause d'une influence plus directe sur la réussite des opérations aux hautes températures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mais on a depuis longtemps remarqué que l'action nuisible de hautes températures et la destruction des parois de fours par les matières avec lesquelles ces parois se trouvent en contact, dépendent aussi de chutes de température à l'intérieur et à l'extérieur du four, dépendant à leur tour de la conductibilité calorifique des briques, employées pour la construction de ce four. En effet, plus grande est la chute des températures, plus petite est la partie du mur qui subit l'action des températures voisines à la limite de résistance du matériel de ce mur.

Grâce au concours de M. Le Chatelier qui a bien voulu mettre à ma dispo-

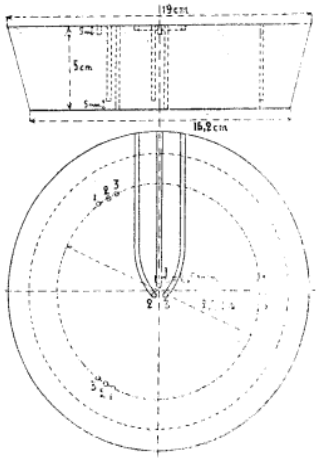


Fig. 1.

sition, dans ses laboratoires de l'École des Mines et de la Sorbonne, tous les appareils nécessaires pour ces recherches, et qui n'a pas cessé de m'aider de ses précieux conseils pendant toute la durée du travail ; grâce enfin aux fabricants de produits réfractaires, français et étrangers, qui ont bien voulu se charger de faire préparer pour moi des échantillons, j'ai eu la possibilité d'étudier un grand nombre des produits céramiques les plus divers avec toute la précision suffisante pour des applications industrielles.

Je suis heureux d'adresser ici tous mes remerciements à M. Louis Baraduc-Muller, ancien ingénieur chimiste des Établissements Émile Muller, d'Ivry; à M. Euchène, directeur technique de la Société du Gaz à Paris; à M. Charpy, directeur des Établissements du Centre de la Compagnie des Forges de Chatillon et Neuves-Maisons, à la maison Appert Frères; à la Société J. et A. Pavin de Lafarge, MM. H. de Gaillard et Servier et à M. Vogt, directeur des Travaux Techniques de la Manufacture Nationale de Sèvres, qui ont ainsi mis à ma dis-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

position des produits industriels de fabrication courante, pour servir de matière première à mes études.

Les matériaux étudiés. — Les matériaux qui m'ont servi peuvent être classés en quatre catégories suivantes :

1° Mélanges pour produits réfractaires proprement dits.

2° Mélanges pour produits de grès et de porcelaine.

3° Mélanges pour produits en faïence ou en terres cuites blanches.

4° Mélanges pour produits en terres cuites rouges.

Ces mélanges m'ont été livrés en forme des plaques rondes, ayant 19 centimètres de diamètre supérieur, 16,2 centimètres de diamètre inférieur et 5 centimètres d'épaisseur (ils sont représentés sur la figure 1). Ces plaques étaient percées de quatre séries de trous : le premier des trous de chaque série traversait toute l'épaisseur, le deuxième avait 3 millimètres de profondeur et le fond du troisième arrivait à 5 millimètres de la face inférieure, comme on le voit sur la figure 1.

La majeure partie de ces plaques a été livrée en un double jeu, correspondant à deux degrés de cuisson différents, ce qui m'a permis d'étudier l'influence de la cuisson sur leurs propriétés physiques.

Le tableau ci-dessous donne la liste de ces produits céramiques dans laquelle sont indiqués : les noms de fabricants, l'analyse approximative, la température de cuisson, les profondeurs de trous, qui servent pour y placer des couples thermo-électriques pendant les expériences de conductibilité. La valeur de a_3 est égale à l'épaisseur de la plaque, parce que ce troisième trou traverse la plaque.

Après avoir servi pour les essais de conductibilité, ces plaques ont été utilisées pour les autres mesures de densité, de porosité et de perméabilité aux gaz. Dans ce but, je les ai taillées et transformées en un cylindre de $3^{cm},5$ de diamètre environ et d'une hauteur égale à l'épaisseur des plaques primitives.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU I

NUMEROS.	DÉSIGNATIONS.	MARQUES.	NUMEROS EN ORDRE chronologique.	DONNÉES PAR	ANALYSE CHIMIQUE APPROXIMATIVE.	TEMPÉRATURE DE CUISSON.	PROFONDEUR des TROUS POUR LES couples. a_1	a_2	a_3
				Mélanges pour produits réfractaires.					
1	Ter. réfr. ord.		1			1 200°	0,5	4	4,6
2	—	RA-5	31	M. Baraduc-Muller	$SiO_2=78$, $Al_2O_3=18$, $Fe_2O_3=3,3$, $CaO=0,5$	1 050°	0,7	4,5	4,9
3	—	RA-9	30	—	—	1 300°	0,7	4,4	4,85
4	—	RB-5	20	—	$SiO_2=66$, $Al_2O_3=29$, $Fe_2O_3=4$, $CaO=0,5$	1 050°	0,5	4,45	4,9
5	—	RB-9	24	—	—	1 300°	0,65	4,7	4,95
6	Pâte à carreaux		2	—			0,7	4,5	5,0
7	—		4	—			0,5	4,5	5,5
8	Pâte à corn.	" 20 "	3	—			0,55	4,5	5,0
9	—	" 20 "	5	—			0,92	4,5	5,0
10	Bauxite	Bx-5	16	—	$SiO_2=28$, $Al_2O_3=66$, $Fe_2O_3=5$	1 050°	0,6	4,5	4,8
11	—	Bx-9	15	—	—	1 300°	0,5	4,5	4,9
12	Silice	S-5	14	—	$SiO_2=94$, $Al_2O_3=1$, $Fe_2O_3=2$, $CaO=2$	1 050°	0,5	4,6	5,0
13	—	S-9	13	—	—	1 300°	0,6	4 5	5,1
14	Magnésie	M-5	12	—	$SiO_2=1$, $Al_2O_3+Fe_2O_3=0,5$, $MgO=95$.	1 050°	0,7	3,8	5,0
15	—	M-9	61	—	—	1 300°	0,5	4,75	5,0
16	Magn. d'Eub.	M	53	Gaillard et Servier	Plus riche en Fe que N°s 14 et 15		0,7	4,2	5,0
17	Magn. d'Eub. et terre Vallauris	MV	47	—			0,6	3,75	5,0
18	—	MV	50	—			0,6	4,1	4,95
19	—	MV	56	—			0,9	4,4	5,1
20	Creus. de verr.	P-1	44	Appert Frères		n. cuit	0,6	3,8	5,25
21	—	P-2	22	—		1 200°	0,75	4,3	5,3
22	—	P-3	21	—		1 600°	0,65	4,25	5,2
23	Creus. de verr. aut. mélange	B-4	43	—		n. cuit	0,8	4,5	5,35
24	—	B-5	27	—		1 200°	1,0	4,4	5,25
25	Carborundum	CA-5	19	M. Baraduc-Muller	$SiC=87$, $Si0_2=12$, $Fe_2O_3=0,4$	1 050°	0,5	4,5	5,0
26	—	CA-9	28	—	—	1 300°	0,7	1,95	5,15
27	Carborundum aut. mélange	C-5	17	—	$SiC=75$, $Si0_2=20$, $Al_2O_3=3$, $Fe_2O_3=1$, $Ca0$ et $Mg0=1$	1 050°	0,5	4,6	5,1
28	—	C-9	18	—	—	1 300°	0,6	4,7	5,2

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU I (*suite*).

NUMÉRO	DÉSIGNATIONS.	MARQUES.	NUMÉROS EN ORDRE chronologique.	DONNÉES PAR	ANALYSE CHIMIQUE APPROXIMATIVE.	TEMPÉRATURE DE CUISSON.	PROFONDEUR des TROUS POUR LES couples. a_1	a_2	a_3
29	Plombagine	P-18	32	M. Baraduc-Muller	C=48, 5, Si_3O_2 =30,5,Al_2O_3= 18, Fe_2O_3=2	710°	0, 5	4,3	4,5
30	—	P-5	11	—	—	1 050°	0,6	3,9	4,35
31	—	P-9	10	—	—	1 300°	0,6	3,9	4,35
32	Fer-chromé	Ch-1	23	M. Charpy			0,5	4,5	5,1
33	—	Ch-1	36	—			0,6	4,5	5,1
34	—	Ch-1	39	—			0,5	4,5	5,05
35	—	Ch-2	59	—			0,5	4,4	5,0
36	—	Ch-2	26	—			0,5	4,5	5,1
37	—	Ch-2	45	—			0,5	4,3	5,0
38	—	Ch-2	60	—			0,5	4,4	5,0
39	Fer-chromé aggloméré	FA-5	62	M. Baraduc-Muller		1 050°	0,65	4,55	4,9
40	—	FA-9	63	—		1 300°	0,65	4,25	4,8
41	Fer-chromé non aggloméré	F-9	64	—		1 300°	0,5	4,85	5,25
42	Kieselguhr	K	49	Gaillard et Servier		·	0,5	3,9	4,4
43	Plombagine	$\frac{QR}{204}$	54	Fabrication angl.			0,5	4,5	4,85
44	—	—	68	—			0,65	4,2	4,85
				Mélanges pour produits de grès.					
45	Grès	GT-5	37	M. Baraduc-Muller	Silice, Alumine, Oxyde de fer, Alcalis	1 050°	1,0	4,3	5,05
46	—	GT-9	29	—	—	1 300°	0,9	4,1	4,8
47	—	G-44-5	38	—	—	1 050°	1,25	4,15	5,20
48	—	G-44-9	25	—	—	1 300°	1,1	4,05	5,0
49	—	G-152-5	33	—	—	1 050°	1,0	4,15	4,95
50	—	G-152-9	34	—	—	1 300°	0,9	4,15	5,0
51	—	G-189-5	35	—	—		0,8	4,0	4,8
52	Pâte nouvelle (porcelaine)	PN	65	Manufac. Nation. de Sèvres	SiO^2 = 69,4, Fe^2O^3 + Al^2O^3 = 23, 61, CaO = 1,22, K^2O = 2,58, Na^2O = 2,42.	1 300°	0,45	4,15	4,6
53	Pâte dure	PD	66	—	SiO^2 = 60,75, Fe^2O^3 + Al^2O^3 = 32, CaO = 4,15, K^2O + Na^2O = 3,02.	1 400°	0,45	3,95	4,45
54	Grès	—	67	—	SiO^2 = 79,32, Al^2O^3 + Fe^2O^3 = 18,42, K^2O + Na^2O = 2,14.	1 300°	0,05	4,45	4,85

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU I (*suite et fin*).

NUMEROS.	DÉSIGNATIONS.	MARQUES.	NUMÉROS EN ORDRE chronologique.	DONNÉES PAR	ANALYSE CHIMIQUE APPROXIMATIVE.	TEMPÉRATURE DE CUISSON.	PROFONDEUR des TROUS POUR LES couples. a_1	a_2	a_3
				Mélanges pour produits en faïence ou en terres cuites blanches.					
55	Briques de la construction	TCB–5	41	M. Baraduc-Muller		1 050°	0,9	4,2	4,85
56	—	TCP	6	—		1 050°	0,6	4,3	4,9
				Mélanges pour produits en terres cuites rouges.					
57	Briq. de terres cuites rouges	T–2/5	9	M. Baraduc-Muller	$SiO_2=75$, $Al^2O^3=14$, $Fe^2O^3=6$, $CaO=3$, $MgO=2$.	1 050°	0,6	3,8	4,8
58	—	T–2/5	40	—	—	1 050°	0,5	2,15	4,65
59	Aut. mélange	T–3/5	42	—	$SiO_2=74$, $Al_2O^3=16$, $Fe_2O^3=6,5$, $CaO=2,5$, $MgO=1$.	1 050°	0,6	4,3	4,9
60	—	T–3/5	7	—	—	1 050°	0,8	4,8	5,1
61	Terre Vallauris	V	48	Gaillard et Servier			0,5	4,7	5,1
62	—	V	51	—			0,6	4,9	5,1
63	—	V	57	—			0,7	4,55	5,0
64	Terre légère	L	52	—			0,6	4,0	5,0
65	—	L	58	—			0,75	4,5	5,0

II

Essais de conductibilité

Les coefficients de conductibilité des briques réfractaires ont été déterminés pour la première fois par Péclet (1), qui a indiqué pour un mur en briques le coefficient de 0,6, exprimé par le nombre de grandes calories traversant en une heure une surface d'un mètre carré, sous une épaisseur d'un mètre et dont les surfaces ont été maintenues à des températures constantes qui différaient de 1° l'une de l'autre. Dans le même mémoire, il a donné pour la porcelaine les chiffres de 0,86 et pour la terre cuite 0,83.

(1) Sur la détermination des coefficients de conductibilité (*Ann. de Chimie et de Physique*, S 3, t. 2 (1841), p. 107).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mais en opérant sur différentes matières portées à des températures ne dépassant guère 35°, M. Péclet a été amené à donner des chiffres évidemment trop faibles pour la pratique courante : 1° parce que dans celle-ci les températures usuelles sont beaucoup plus élevées, et 2° parce que la conductibilité calorifique augmente avec la température.

En effet, M. Euchène (1), au cours de ses belles recherches sur les réactions thermiques, qui s'effectuent pendant la distillation de la houille, a trouvé, d'après les mesures faites pour déterminer les pertes de chaleur qui se produisent dans les maçonneries des fours à gaz, un coefficient égal à 1,43 et à 1,39 pour des différences de températures égales à 700° et 865° environ.

Pour cela il s'est servi d'une méthode employée par le célèbre Sir Lowthian Bell, qui consiste à appliquer, à la paroi d'un four, un appareil permettant

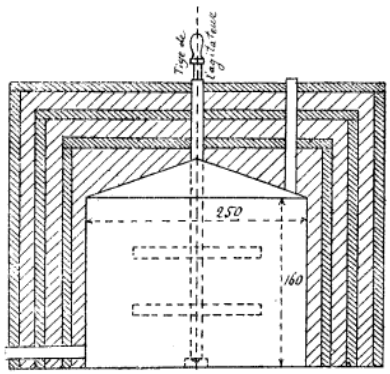


Fig. 2.

de lui soustraire sa chaleur. Son calorimètre représenté sur la figure 2 se compose d'une caisse en tôle de zinc très mince, munie de deux tubulures dans lesquelles passent des thermomètres qui donnent les températures de liquide. La caisse est entourée sur toutes ses faces, sauf une, d'une série de plaques de feutre.

Quand on applique ce calorimètre sur une paroi en agitant l'eau continuellement, on observe que l'eau s'échauffe très régulièrement, ce qui permet donc d'admettre la constance du passage de la chaleur et de calculer la quantité de celle-ci absorbée par lui en une unité de temps. Soit Q — quantité de chaleur cédée par 1 mètre carré de surface par heure; T et t — les températures inférieure et extérieure; e — épaisseur en centimètres, — le coefficient de conductibilité sera :

$$K = \frac{Q\,e}{T-t}.$$

(1) Congrès international de l'industrie du gaz en 1900. Communication de M. Euchène.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Voici un exemple de ce calcul cité par M. Euchène :

Récupérateur.

Température intérieure T. . . . . = 800°
— extérieure t. . . . . = 100°
Épaisseur — e. . . . . = 0,45 cm.
Quantité de chaleur par 1 m² Q. . . . . = 2,237

D'après ce que nous avons vu :

$$K = \frac{Q\,e}{T-t} = 1,43.$$

Bien qu'il soit évidemment d'une importance capitale de connaître aussi exactement que possible la conductibilité calorifique des matériaux que l'on emploie pour la construction des fours, des cornues, des creusets, etc., on ne peut pas trouver dans la littérature des indications plus précises que celles données par les chiffres cités tout à l'heure.

Les recherches de Wheeler, publiées récemment dans les « Transactions of American Ceramic Society » (1), sont consacrées seulement à l'étude des cornues à gaz, en se servant d'une méthode qui ne donne pas directement la conductibilité.

La méthode employée par ce savant était comparative et consistait en la détermination du temps nécessaire pour élever la température de la partie extérieure des briques étudiées à une quantité de chaleur déterminée de 80° F. jusqu'à 700° F. quand le côté opposé est chauffé à l'aide d'un bec Bunsen au rouge vif.

Voici les chiffres de conductibilité relative pour les différents échantillons :

Échantillons.	Densité.	Épaisseur en pouces.	Temps.	Conductibilité corrigée pour épaisseurs égales.
3 *x*	2.41	3.19	123′	100
2 *y*	2.30	3.17	131′	108
2 *z*	2.36	3.23	178′	140

Tout dernièrement M. Nousselt a publié ses recherches très précises sur la conductibilité des matières isolantes (die Wärmeleitfähigkeit von Wärmeisolirstoffen) (2); ces recherches, qui n'avaient pour but que de comparer les différentes matières employées comme isolants, ne se rattachent par suite qu'indirectement aux matières réfractaires proprement dites; elles ont néanmoins confirmé les observations de M. Euchène sur l'augmentation du coefficient de conductibilité avec la température.

(1) « Heat conductivity of refractory clays » (*Trans. Am. Cer. Soc.*, vol. VI, p. 119).
(2) Zeitschr. des Vereins Deutsch. Ingen. B. 52, N° 23, 1908 et Technologische Mittheilungen des Bayerischen Gewerbemuseums. Nürenberg, 20 juli, 1906.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. J. Bied a fait aussi quelques mesures des pertes de chaleur par les parois d'un four en se servant d'un calorimètre à circulation d'eau appuyé contre les dites parois (1).

C'est le même principe dont je me suis servi pour les mesures de conductibilité calorifique pendant mes recherches. Les chiffres qu'il a trouvés ne donnent non plus la conductibilité des matériaux qui ont servi pour la construction de son four, ils sont néanmoins intéressants pour se rendre compte approximati-

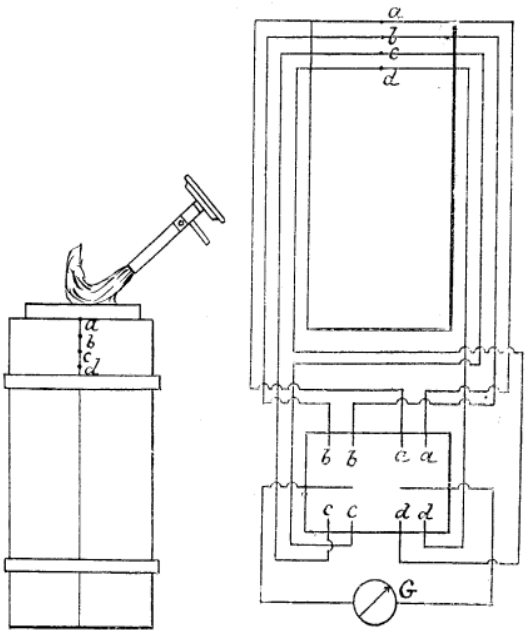


Fig. 3.

vement des quantités de chaleur perdues par rayonnement par les parois des fours industriels.

Je laisse de côté la méthode employée par R. S. Hutton et J.-R. Beard (2) pour mesurer la conductibilité des corps mauvais conducteurs à l'état de poudre, car cette méthode n'est pas applicable pour les mesures à hautes températures.

En 1908, M. Simonis a publié un article sur le même sujet (3) dans lequel

(1) J. Bied. Sur les pertes de chaleur par les parois des fours. *Revue de Métallurgie*, 1905, N° 9, p. 693 (Mémoires).

(2) Transactions of Faraday Society, v. I, 1905.

(3) M. Simonis. Beitrag zur Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit von Schamotteziegeln, etc. Sprechsaal. Jahrgang, XLI, n° 40, 1 october 1908.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

il décrit une méthode très simple de comparaison pour déterminer la conductibilité relative de briques réfractaires. La figure 3 représente son dispositif. Deux briques de même matière sont fortement attachées l'une à l'autre. Entre ces briques on a soin d'y placer des couples thermo-électriques disposés à des rainures parallèles à leur surface. Sur cette surface se trouve placée une plaque bonne conductrice pour la chaleur (carborundum), chauffée par un bec Bunsen renversé. Les quatre rainures sont faites à des distances égales à 1 centimètre l'une de l'autre à partir de la face chauffée.

La transmission de la chaleur a lieu de haut en bas, de telle sorte que la température, donnée par les couples, diminue graduellement de *a* jusqu'à *d*. Comme mesure de conductibilité calorifique relative, M. Simonis prend le rapport des températures données pas les couples *b* et *c*. Les expériences lui ont montré que ce rapport $\frac{b}{c}$ tend à se rapprocher à une certaine limite comme on voit sur l'exemple ci-dessous :

Briques réfractaires.

Durée de chauffage en minutes.	Température correspondante à des couples.			$\frac{b}{c}$
	a	*b*	*c*	
0	26°	26°	26°	1
10	157°	73°	45°	1,62
28	202°	114°	79°	1,44
88	211°	137°	105°	1,30
128	211°	140°	118°	1,19
213	230°	147°	114°	*1,29*
265	235°	150°	116°	*1,29*
325	277°	152°	117°	*1,30*
390	235°	152°	118°	*1,29*

L'auteur a étudié trois espèces de briques : briques réfractaires (Schamotte-ziegel), briques en carborundum aggloméré par kaolin, faiblement chauffées et briques légères (poröse Ziegel) (1).

Les chiffres qu'il a obtenus sont les suivants :

Désignations.	$\frac{b}{c}$	Température moyenne entre *c* et *b*.	Porosité p. 100 en poids.
1. Brique réfractaire.....	1.29	120°	15,9
2. Carborundum.....	1.26	103°	9,2
3. Brique légère.....	1.70	175°	70,5

L'auteur remarque que le chiffre pour carborundum est un peu trop faible, ce qu'il explique par la cuisson à trop basse température de cet échantillon.

(1) Nous aurons l'occasion de revenir à cet article dans lequel on trouve aussi la critique des chiffres sur la conductibilité que j'ai publiée dans une notice préliminaire dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, t. 110, 6, 1908.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En vue de donner les coefficients de conductibilité des matières analogues à celles qu'on emploie dans les diverses industries, dans les conditions où elles travaillent le plus souvent, j'ai choisi, comme matières premières, des produits d'une fabrication courante, je leur ai donné ensuite une forme approchant, par son épaisseur de 5 centimètres, de celle des produits usuels, enfin j'ai fait les mesures à des températures employées dans la pratique. En effet, j'ai mesuré le flux de chaleur passant au travers de mes plaques à des températures de leur face inférieure variant de 500 à 1 000°. On mesurait simultanément la quantité de chaleur, cédée à l'extérieur, au moyen d'un calorimètre à circulation d'eau, appliqué sur la surface supérieure du corps à étudier.

En même temps on mesurait la température à l'intérieur du four, immé-

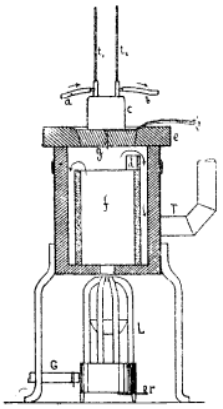


Fig. 4.

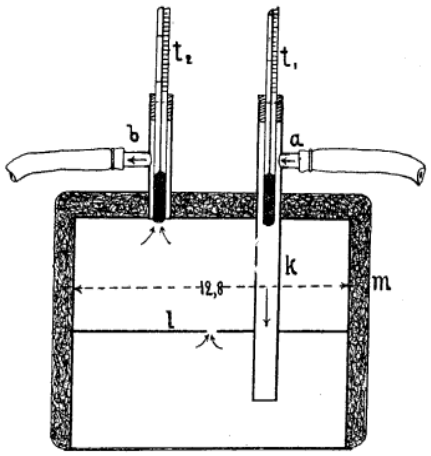


Fig. 5.

diatement sous la surface réfractaire, et la température en deux points intérieurs de la masse, distants l'un de 5 millimètres de la face inférieure et l'autre de 5 millimètres de la face supérieure, c'est-à-dire écartés l'un de l'autre de 40 millimètres. On avait ainsi la relation entre le flux de chaleur et la loi de variation de la température à l'intérieur de la masse solide, ce qui permettait de calculer le coefficient de conductibilité, c'est-à-dire la quantité de chaleur exprimée en calories-grammes, traversant une seconde une section de 1 centimètre carré, pour une variation de la température de 1° par centimètre linéaire.

Dispositif expérimental. — L'appareil de chauffage était un four à gaz représenté sur la figure 4 et dont la partie supérieure était remplacée par un couvercle *e* avec une ouverture permettant d'y placer les plaques *g* à étudier.

Pour avoir le chauffage, aussi régulier que possible, de la partie inférieure

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la plaque, soumise à l'action directe de la flamme, on a placé les morceaux de briques réfractaires *d* à la partie du four la plus voisine de la cheminée T, de façon à répartir régulièrement la flamme. Les mesures des températures à l'aide des couples thermo-électriques, placés dans les trois trous, disposés à distance égale du centre de chaque plaque, ont montré la régularité suffisante du chauffage. Pour mesurer, d'une part, la température de la flamme, chauffant directement la face inférieure de la plaque et, d'autre part, celle de la face supérieure sur laquelle était placé le calorimètre *c*, je me suis servi des couples thermo-électriques (1, 2 et 3) disposés dans les trous préparés pour ce but au centre de chaque plaque. Le calorimètre à circulation d'eau, représenté

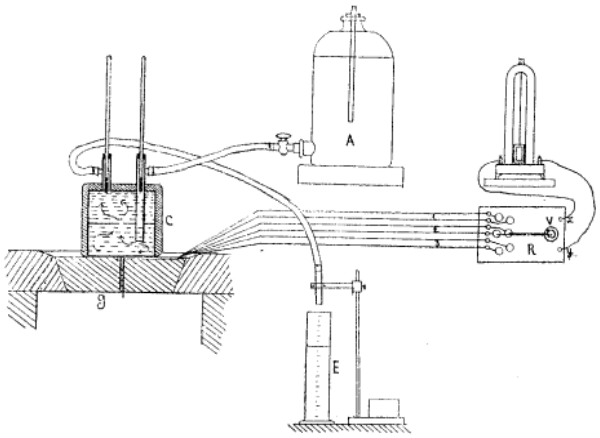


Fig. 6.

sur la figure 5, a un diaphragme *l* avec un trou au milieu, qui permettait de réaliser facilement un mélange intime des courants d'eau.

La constance suffisante des températures indiquées par les thermomètres sensibles au dixième t_1, et t_2, et placés dans le calorimètre à l'entrée et à la sortie du courant d'eau a démontré l'utilité de ce diaphragme. La quantité d'eau passant du vase de Mariotte A (fig. 6) dans la boîte calorimétrique pendant un temps déterminé était recueillie et pesée. En même temps, lorsqu'on supposait l'équilibre établi, on faisait les mesures de la température au moyen des pinces thermo-électriques 1, 2 et 3, en se servant d'un simple dispositif R permettant d'employer pour ces mesures un seul galvanomètre.

Ce dispositif, représenté sur la figure 7, consiste en un double vase V, rempli de mercure et en une série de contacts auxquels aboutissent les fils des couples thermo-électriques. Au moyen des deux tiges *i*, isolées l'une de l'autre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on peut facilement envoyer le courant de chacun de ces couples dans le galvanomètre réuni aux prises de courant x, y.

Les couples thermo-électriques consistaient en deux fils platine-platine rhodié de 0,1 millimètre de diamètre. La partie de ces couples qui doit être envoyée dans les trous de la plaque a été isolée par un mélange de sable finement broyé, imbibé d'une petite quantité de silicate de soude.

Ils ont été étalonnés au moyen des points fixes usuels : ébullition de l'eau, de la naphtaline (217°), du soufre (455°), les points de fusion de l'aluminium (655°), du sel marin (800°) et du cuivre (1 080°) (1).

Les plaques à étudier avant d'être placées sur le four étaient préparées de la façon suivante :

1° En les frottant l'une contre l'autre, on est arrivé à avoir deux faces opposées

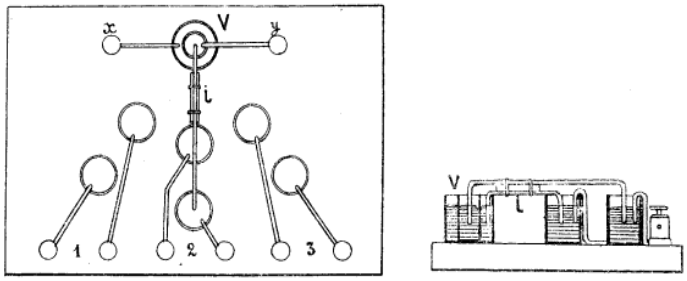


Fig. 7.

assez planes et parallèles, ce qui est absolument nécessaire pour que le contact entre le calorimètre et la plaque soit parfait.

2° On a fait trois rainures aboutissant chacune dans un des trous du centre de la plaque pour y placer les trois couples isolés à l'aide du fil d'amiante, de sorte qu'ils sont au-dessous de la surface sur laquelle sera appliqué le calorimètre (voir la figure 1).

3° Pour chaque plaque, on a mesuré avec beaucoup de soin (à 0,5 mm. près) l'épaisseur de la plaque et les profondeurs des trous. Ces chiffres sont donnés sur le tableau I.

L'introduction des couples présentait quelques difficultés, étant donnés le diamètre assez faible des fils et la nécessité d'arriver juste au fond des trous. Le procédé d'isolement décrit plus haut permet de faire cette opération assez facilement.

Les photographies (fig. 11, 12, 13 et 14) représentent ces appareils.

(1) Cet étalonnage avait été répété de temps en temps; mais l'expérience a monté que seulement le couple qui touchait directement la flamme a subi une légère modification.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La marche d'une expérience était la suivante : on allume le four et on fait monter la température progressivement sans placer le calorimètre sur la plaque. De temps en temps on note les températures au centre de la plaque. Quand on juge établi l'équilibre entre la chaleur fournie par la flamme et perdue par radiation et par contact avec de l'air extérieur, on place le calorimètre

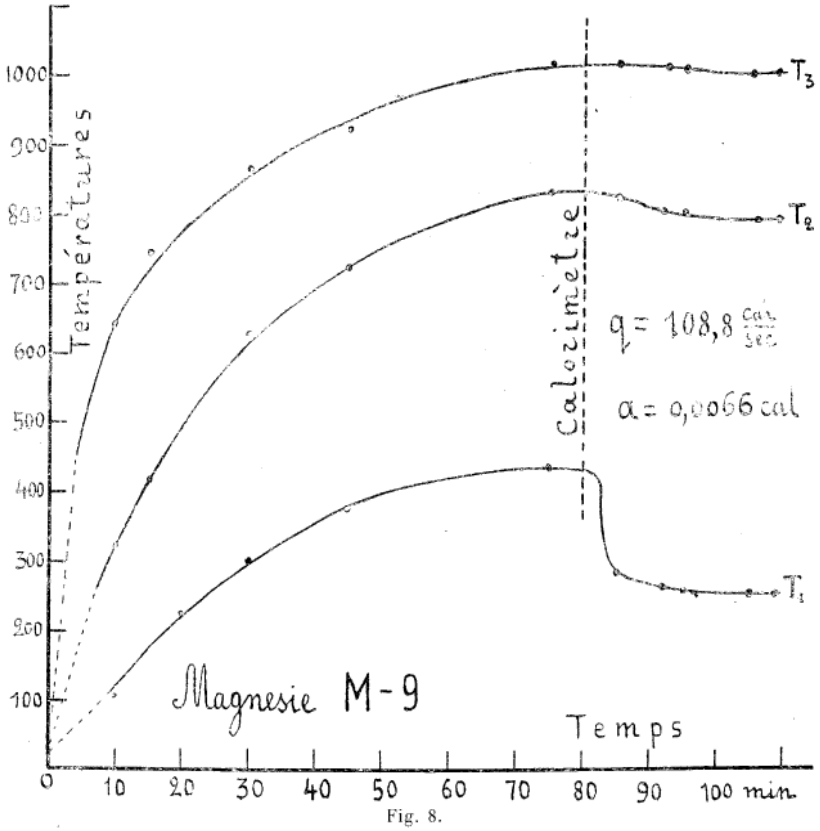


Fig. 8.

et on fait passer le courant d'eau. On continue de noter les températures indiquées par les couples et on termine l'expérience quand le nouvel équilibre sera établi. De temps en temps on s'assure que la quantité d'eau traversant le calorimètre en une minute est constante en la recueillant dans une éprouvette graduée.

Le diagramme (fig. 8) représente les variations de ces trois températures pendant une expérience avec une brique de magnésie. Après 80 minutes de chauffe, l'équilibre étant réalisé, on place le calorimètre qui modifie, bien

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

entendu cet équilibre et le transforme 30 minutes après en un autre. La courbe inférieure, correspondant au changement de température de la partie supérieure de la plaque donnée par le couple a, montre la chute brusque de la température sous l'influence du calorimètre. La deuxième courbe correspondant à la température donnée par le couple a_2 n'est modifiée que très peu sous cette influence. La courbe des températures de la flamme au voisinage de la

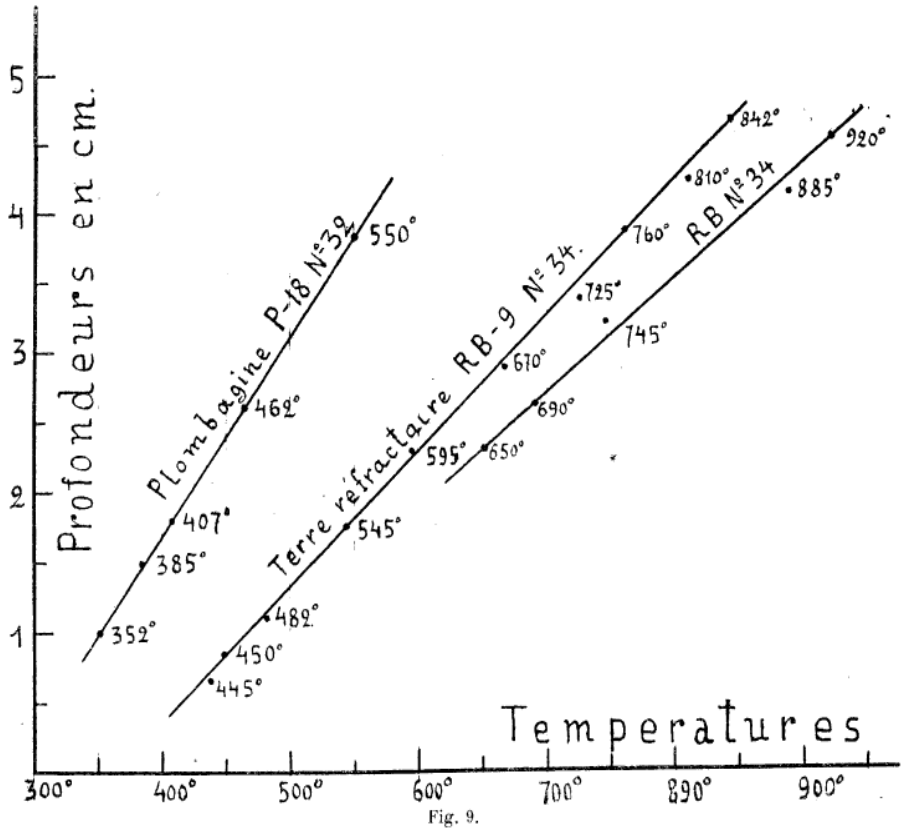


Fig. 9.

face inférieure de la plaque montre la constance sensible de ces températures pendant toute la durée de l'expérience.

Pour calculer le coefficient de conductibilité j'admets que la répartition des températures dans la masse d'une plaque peut être représentée par une ligne droite, réunissant les températures des deux surfaces de cette plaque, ce qui m'a permis de trouver ces températures par interpolation. En outre, cette loi était vérifiée en mesurant directement les températures de quelques plaques qui sont préalablement chauffées pendant un temps suffisant pour atteindre un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

équilibre. La figure 9 représente quelques résultats obtenus, qui confirment suffisamment cette loi. Le diagramme (fig. 10) représente un exemple de ces calculs pour la même brique de magnésie.

Soit T_1, T_2, T_3, les températures données par les pinces; t_1 et t_2, les températures correspondantes à l'entrée et à la sortie du calorimètre; P — quantité d'eau ayant traversé le calorimètre et exprimée en grammes par minute. Par interpolation on trouve les températures T_0 et T_5 correspondant aux surfaces

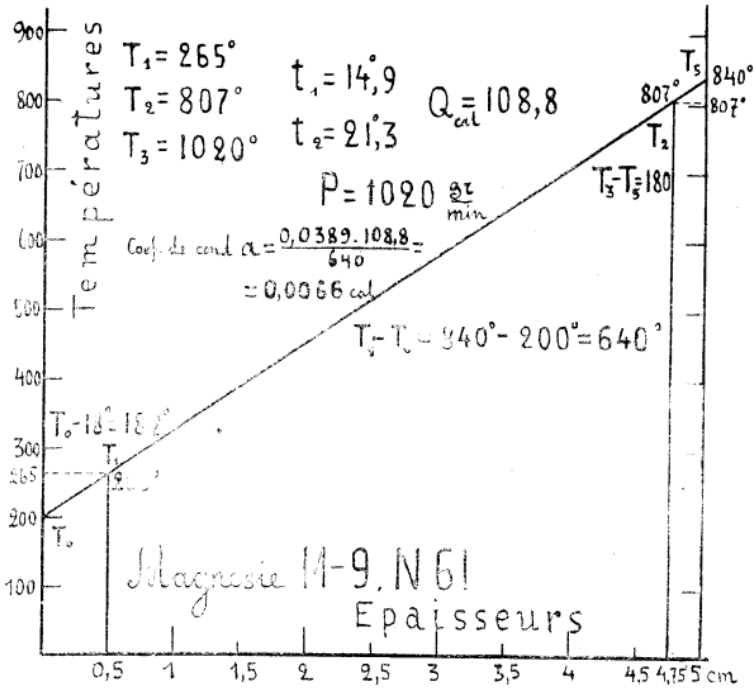


Fig. 10.

inférieure et supérieure de la plaque. La quantité de chaleur Q qui traverse, en une seconde, une surface de la plaque égale à la surface du fond du calorimètre S, sera :

$$Q = \frac{P\,(t_2 - t_1)}{60}.$$

La conductibilité calorifique

$$a = \frac{S\,(T_5 - T_0)}{Q\,l}.$$

où l représente l'épaisseur de la plaque. Dans notre exemple (magnésie M-9) : $T_1 = 265$, $T_2 = 807$, $T_3 = 1020$; $t_1 = 14,9$, $t_2 = 21,3$; $l = 5$ centimètres, $S = 125,68$ centimètres carrés, d'où $Q = 108,8$ et $a = 0,0066$ cal.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les écarts entre la température de la surface supérieure de la plaque et la température moyenne de l'eau calorimétrique d'une part et entre la température de la surface inférieure et de la flamme de l'autre peuvent donner quelques renseignements utiles sur l'équilibre calorifique. Pour notre exemple ces écarts sont :

$$T_0 - 18^\circ = 182^\circ \text{ et } T_3 - T_3 = 180^\circ.$$

Quand ces écarts différaient trop l'un de l'autre, j'ai répété l'expérience en augmentant la durée de chauffage.

Résultats obtenus. — Les conductibilités calorifiques sont exprimées :

1° En calories grammes, pour 1° de différence de température, 1 centimètre carré de la surface et 1 centimètre d'épaisseur en une seconde.

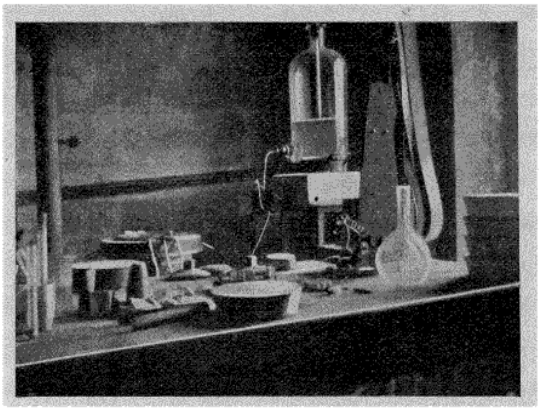


Fig. 11. — Four préparé pour l'expérience ; sans calorimètre.

2° En grandes calories pour 1° de différence pour 1 mètre carré de la surface, 1 mètre d'épaisseur en 1 heure.

Ce dernier coefficient est plus commode dans la pratique pour calculer les pertes de chaleur des fours. Pour la plupart des briques, comme nous le verrons plus loin, la conductibilité se change avec la température entre 500 et 1 000°. Mais les différences entre les extrêmes chiffres ne sont pas assez grandes et on peut prendre pour la pratique comme coefficient de conductibilité la moyenne des coefficients correspondant aux différentes températures dans ces limites. Ces chiffres moyens sont réunis dans le tableau général, dans la quatrième et la cinquième colonne.

Examinons d'un peu plus près les chiffres de conductibilité des matériaux, en les groupant par analogie de composition chimique, surtout au point de vue de l'influence de la température de cuisson. Dans l'annexe on trouvera tous les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chiffres caractéristiques pour chaque expérience et les chiffres qui sont nécessaires pour calculer le coefficient de conductibilité correspondant à une température (maxima) de la plaque donnée.

1. Terres réfractaires ordinaires.

A ce groupe appartiennent les briques marquées RA — 5, RA — 9, RB — 5, RB — 9.

Marques.	Température de la face supérieure. T_0.	Température de la face intérieure T_5.	Conductibilité a cal. grammes.	Observations.
	Briques cuites à 050°.			
RA–5	145	1 010	0,0038	
—	125	840	0,0036	
Moyenne	»	»	0,0037	
RB–9	250	1 220	0,0037	
—	205	1 095	0,0032	
Moyenne	»	»	0,0035	
	Briques cuites à 1300°			
RA–9	310	1 000	0,0054	
—	205	725	0,0048	
Moyenne	»	»	0,0051	
RB–9	225	1 085	0,0039	Équilibre mal établi.
—	230	925	0,0044	
—	225	620	0,0042	

Comme on voit d'après ces chiffres :

1° La conductibilité des briques augmente avec la température maxima de chauffage et 2°, la conductibilité augmente avec la température de cuisson.

2. Briques de la Compagnie parisienne du gaz.

PÂTE À CARREAUX

Marques.	Température de la face supérieure T_0.	Température de la face intérieure T_5.	Conductibilité a cal. grammes.	Observations.
2	185	1 005	0,0035	
—	85	706	0,0030	
—	110	563	0,0036	
Moyenne	»	»	0,0034	
4	112	825	0,0043	
—	115	730	0,0036	
Moyenne	»	»	0,0039	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PÂTE À CORNUES

Marques.	Température de la face supérieure. T_θ.	Température de la face intérieure T_s.	Conductibilité a cal. grammes.	Observations.
" 20/3 "	140	1 120	0,0040	
—	175	1 110	0,0040	
—	160	1 050	0,0039	
—	150	1 010	0,0040	
—	140	990	0,0038	
—	151	870	0,0037	
—	105	685	0,0035	
Moyenne	»	»	0,0038	
" 20/5 "	195	1 125	0,0041	
—	110	930	0,0038	
—	150	920	0,0037	
—	150	865	0,0036	
Moyenne	»	»	0,0038	

Ces deux tableaux montrent assez nettement l'augmentation de conductibilité avec la température de chauffage. Le diagramme (fig. 15) représente cette variation pour mélanges à cornues " 20/3 " et " 20/5 " en fonction de la température (1).

3. Briques en bauxite.

Marques.	Température de la face supérieure T_θ.	Température de la face intérieure. T_s.	Conductibilité a cal. grammes.	Observations.
Bx-5	150	1 140	0,0030	
—	160	1 120	0,0033	
Moyenne	»	»	0,0031	
Bx-9	170	1 155	0,0035	
—	170	965	0,0031	
Moyenne	»	»	0,0033	

Pour ces mélanges l'augmentation de conductibilité avec la température de cuisson n'est pas nette.

4. Briques en silice.

Marques.	Température de la face supérieure T_θ.	Température de la face intérieure T_s.	Conductibllité a cal. grammes.	Observations.
S-9	147	1 015	0,0033	
—	165	1 015	0,0033	
—	140	1 000	0,0031	
—	146	1 000	0,0031	
—	160	805	0,0029	
—	165	735	0,0031	
Moyenne	»	»	0,0031	
S-5	110	1 005	0,002	

(1) La conductibilité à une température t peut être approximativement représentée par $a_t = a_{to}\,[1 + \alpha\,(t\text{-}to)]$, ou $\alpha = 0{,}80035$.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La cuisson à 1 300° donne la conductibilité 1,5 fois plus grande que celle des briques cuites à 1 050°. La conductibilité augmente légèrement avec la température.

5. Briques en magnésie.

Marques.	Température de la face supérieure T_e.	Température de la face intérieure T_i.	Conductibilité a cal.-gr.	Observations.
M-5	230	1 000	0,0058	
M-9	185	915	0,0060	
—	200	840	0,0066	
—	155	795	0,0062	
—	180	745	0,0064	Magnésie blanche très pure.
—	200	720	0,0064	
—	165	700	0,0072	
—	134	530	0,0070	
Moyenne	»	»	0,0065	
M-53	260	970	0,0072	
—	215	885	0,0075	Moins pure que les briques précédentes.
—	130	675	0,0065	
Moyenne	»	»	0,0071	

Les mesures pour les briques en magnésie très pure (95 p. 100 de MgO) présentaient beaucoup de difficultés à cause de leur faible compacité surtout pour les briques cuites à 1 500°. Les chiffres de conductibilité pour la brique (cuite à 1 300°) varient d'une façon régulière de 0,0060 jusqu'à 0,0072.

Le tableau donne également en trois dernières lignes le coefficient de conductibilité pour les briques en magnésie (M), qui contiennent des quantités considérables de terre rouge (terre Vallauris) et ne présentent pas par conséquent les qualités des briques en magnésie proprement dite, leur fusibilité étant beaucoup plus grande. Les briques de la même provenance, marquées MV (magnésie d'Eubée et terre Vallauris) sont encore moins riches en magnésie que les briques marquées M.

Le tableau suivant donne la conductibilité pour ces mélanges.

Marques.	Température de la face supérieure T_e.	Température de la face intérieure T_i.	Conductibilité a cal.-gr.	Observations.
MV /47	115	910	0,0035	
—	105	695	0,0036	
Moyenne	»	»	0,00355	
MV /50	90	905	0,0035	
—	50	485	0,0036	
Moyenne	»	»	0,00355	
MV /56	130	1 139	0,0030	
—	115	980	0,0031	
—	70	705	0,0027	
Moyenne	»	»	0,0029	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Comme on voit, la conductibilité de ces briques est tout à fait inférieure à celle des briques précédentes et se rapproche de la conductibilité des briques réfractaires argileuses.

6. Creusets de verrerie.

J'ai étudié deux mélanges destinés pour la fabrication des creusets de cristalleries et de verreries marqués « P » et « B » (1).

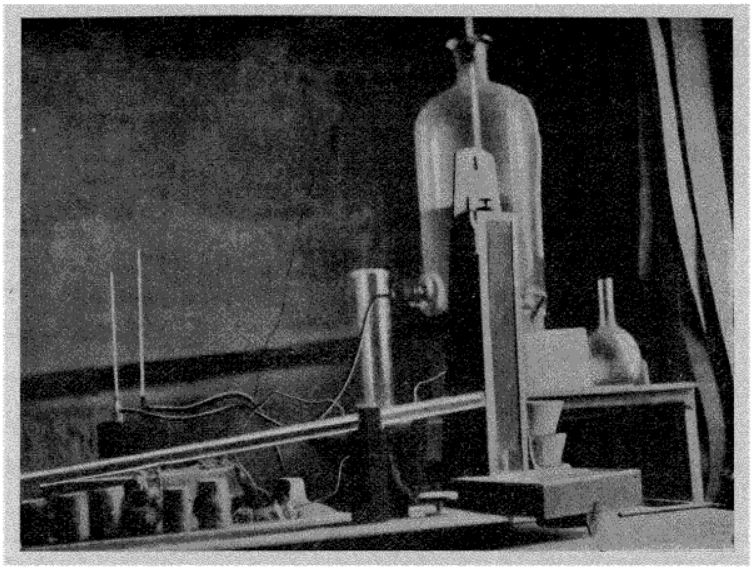


Fig. 12. — Dispositif pendant l'expérience de conductibilité.

Outre les échantillons non cuits et cuits à 1 200°, j'avais une plaque préparée d'un fragment de creuset de verrerie de même composition que les échantillons P-1 et P-2, soumis à une température de 1 600° environ pendant soixante jours.

Marques.	Température de la face supérieure T_s.	Température de la face intérieure T_i.	Conductibilité α cal.-gr.	Observations.
P-1	57	565	0,0025	Brique non cuite.
P-2	190	1 035	0,0026	
—	90	640	0,0023	Cuite à 1 200°.
Moyenne	»	»	0,00245	
P-3	255	990	0,0048	Cuisson prolongée
—	140	615	0,0042	à 1 600°.
Moyenne	»	»	0,0045	
B-4	80	560	0,0031	Brique non cuite.
B-5	175	1 150	0,0029	
—	100	670	0,0025	Cuite à 1 200°.
Moyenne	»	»	0,0027	

(1) Tous ces échantillons étaient offerts par la maison « Appert Frères » (Clichy).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On voit que la cuisson augmente la conductibilité surtout quand elle est faite à très hautes températures.

7. Briques en carborundum.

Les briques en carborundum étaient livrées en deux mélanges, marquées CA et C, qui se distinguent les unes des autres par la teneur en carborundum SiC.

Marques.	Température de la face supérieure T_1.	Température de la face intérieure T_2.	Conductibilité a cal.-gr.	Observations.
CA-5	280	750	0,015	
—	270	690	0,014	
—	265	680	0,014	
—	255	660	0,015	
Moyenne	»	»	0,0145	
CA-9	300	650	0,019	La profondeur du deuxième trou a_2 était trop faible (1.95 cm.).
—	230	440	0,027	
Moyenne	»	»	0,023	
C-5	205	1 210	0,0032	
—	200	1 165	0,0032	
—	155	1 075	0,0036	
—	160	1 065	0,0034	
—	155	870	0,0033	
Moyenne	»	»	0,0033	
C-9	420	1 000	0,015	
—	355	775	0,017	
—	290	730	0,014	
—	280	720	0,013	
—	225	555	0,013	
Moyenne	»	»	0,014	

Les mesures pour ces briques très conductrices présentaient des difficultés dépendant de l'échauffement du calorimètre par rayonnement d'une part et des défauts de fabrication très difficiles à réparer, étant donnée la dureté de sa matière première, d'autre part. Ces causes d'erreur expliquent l'irrégularité dans les chiffres obtenus. Néanmoins on voit que : 1° la conductibilité augmente très sensiblement quand la teneur en carborundum croît ; 2° la conductibilité augmente avec la température de cuisson, comme pour les briques en argile. Cette grande conductibilité du carborundum a trouvé son application bien ingénieuse dans la construction d'un four spécial pour très hautes températures par M. Baraduc-Muller qui a constaté en 1905 cette curieuse propriété du carborundum (1).

(1) M. Baraduc-Muller, « Le Carborundum », *Revue de Métallurgie*, v. VI, n° 2, 1909, p. 137.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

8. Briques en plombagine.

Marques.	Température de la face supérieure T_6.	Température de la face intérieure T_5.	Conductibilité a cal.-gr.	Observations.
P-18	180	900	0,0061	
—	175	855	0,0055	Par chauffage à la flamme oxydante une partie du graphite est brûlée.
—	162	685	0,0063	
—	130	620	0,0053	
—	115	420	0,0061	
Moyenne	»	»	0,0059	
P-5	200	660	0,013	Graphite partiellement brûlé.
—	215	595	0,015	
—	210	565	0,015	
Moyenne	»	»	0,014	
P-9	405	865	0,019	Même remarque.
—	175	405	0,018	
Moyenne	»	»	0,0185	
QR-54	330	600	0,024	
204	295	550	0,024	Chauffées à la flamme
Moyenne	»	»	0,024	
QR-68	430	705	0,026	réductrice.
204	285	485	0,024	
Moyenne	»	»	0,025	

L'étude de ces briques dans les conditions que j'ai adoptées présente quelques particularités qu'il faut signaler ici. Outre sa grande conductibilité calorifique et par conséquent l'échauffement anormal du calorimètre par radiation, le graphite brûle à hautes températures quand la flamme est oxydante. Malheureusement je n'ai pas pris les précautions nécessaires pendant les premières expériences ; c'est pourquoi la partie intérieure des briques P-18, P-5 et P-9, chauffée directement par la flamme, est devenue blanche à cause de la disparition partielle des graphites de quelques millimètres de profondeur. Les deux autres briques qui étaient chauffées par une flamme ayant un grand excès de gaz n'ont pas subi ce changement, leur surface restait noire.

Les chiffres obtenus pour ces dernières briques sont plus grands que pour la brique P-9 qui a la même composition chimique et subit les traitements thermiques analogues, ce qui peut être expliqué par la disparition partielle du graphite. Le degré de la cuisson a la même influence que les briques précédentes : la conductibilité a augmenté de 0,014 à 0,018.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

9. Briques en fer chromé.

	Marques.	Température de la face supérieure T_0	Température de la face intérieure T_3	Conductibilité a cal.-gr.	Observations.
62	FA-5	160	1 120	0,0026	
	—	215	1 075	0,0031	Briques marquées FA sont agglomérées.
	—	115	955	0,0026	
	Moyenne	»	»	0,0028	
63	FA-9	125	1 180	0,0034	
	—	115	805	0,0034	
	Moyenne	»	»	0,0034	
64	F	70	1 125	0,0025	Fer chromé pur, brique peu compacte.
	—	105	675	0,0025	
	Moyenne	»	»	0,0025	
23	Ch-1	235	895	0,0068	Les briques marquées 1 sont plus compactes que les briques marquées 2.
	—	150	510	0,0070	
	Moyenne	»	»	0,0069	
36	Ch-1	170	620	0,0072	
	—	125	575	0,0062	
	—	125	565	0,0063	
	—	150	500	0,0066	
	Moyenne	»	»	0,0066	
39	Ch-1	170	600	0,0062	
59	Ch-2	295	1 190	0,0060	
	—	210	855	0,0058	
	—	205	820	0,0052	
	—	220	805	0,0058	
	—	145	570	0,0057	
	Moyenne	»	»	0,0057	
26	Ch-2	155	900	0,0056	
	—	110	655	0,0054	
	Moyenne	»	»	0,0055	
45	Ch-2	240	985	0,0044	
	—	280	950	0,0050	
	—	175	540	0,0046	
	Moyenne	»	»	0,0047	
60	Ch-2	260	1 025	0,0053	
	—	185	960	0,0056	
	Moyenne	»	»	0,00545	

La conductibilité des briques agglomérées par des quantités considérables des matières argileuses ne diffère guère de celle des briques argileuses. Le chiffre assez faible pour la brique F, qui ne contient que très peu de matières étrangères, est dû à sa faible compacité, le volume relatif des pores dépassant 35 p. 100 de volume total, comme nous le verrons plus tard. Il semble d'après les résultats que la conductibilité calorifique pour fer chromé pur reste constante pour toutes les températures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

10. Kieselguhr.

Ces briques sont surtout intéressantes à cause de leur faible conductibilité pour la chaleur et leur faible densité apparente. Leur fabrication présente beaucoup de difficultés à cause du changement de volume pendant la cuisson, quand la silice hydratée perd son eau. Parmi les six échantillons, je ne pus en utiliser qu'un seul.

Marques.	Température de la face supérieure T_4	Température de la face intérieure T_3	Conductibilité a cal. gr.	Observations.
K	140	910	0,0020	
—	100	630	0,0016	
Moyenne	»	»	0,0018	

11. Grès.

Marques.	Température de la face supérieure. T^0	Température de la face intérieure T_3	Conductibilité a cal. gr.	Observations.
GT-5	115	845	0,0033	
—	70	610	0,0031	Non vitrifiée.
Moyenne	»	»	0,0032	
GT-9	200	1 000	0,0052	
—	135	675	0,0047	Vitrifiée.
Moyenne	»	»	0,00495	
G-44-5	110	930	0,0029	
—	75	650	0,0032	Non vitrifiée.
Moyenne	»	»	0,00305	
G-44-9	160 (?)	1 000	0,0053	
—	160	675	0,0042	Vitrifiée.
Moyenne	»	»	0,00475	
G-152-5	115	990	0,0034	
—	105	800	0,0033	Non vitrifiée.
Moyenne	»	»	0,00335	
G-152-9	70	655	0,0040	Vitrifiée.
G-189-5	105	860	0,0038	Non vitrifiée.
Grès (M. de Sèvres)	280	795	0,0045	Vitrifiée.

Tous ces mélanges, d'usage très divers, cuits jusqu'à vitrification, possèdent une conductibilité supérieure à celle de tous les mélanges à base d'argile et de silice. La conductibilité des plaques cuites à plus basse température sans traces de vitrification (GT-5,G-44-5, G-152-5, G--189-5) ne diffère guère de celle des briques ordinaires, réfractaires ou non. Ces briques montrent d'une façon très nette l'augmentation de la conductibilité avec la température.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les plaques en porcelaine de la manufacture de Sèvres (pâte dure et pâte nouvelle) ont donné les coefficients de conductibilité comparables à ceux des grès plus ou moins impurs.

12. Briques en terre cuite blanches

Marques.	Température de la face supérieure T_0	Température de la face intérieure T_5	Conductibilité a cal.-gr.	Observations
TCB-5	60	860	0,0033	
TCP	203	875	0,0038	
—	195	830	0,0036	
Moyenne	»	»	0,0037	

Ces mélanges employés dans la fabrication des pièces architecturales, pour la construction et pour le revêtement des murs, etc., ont été cuits à une température assez basse. C'est pourquoi leur conductibilité calorifique est celle des briques argileuses faiblement cuites.

13. Briques en terre cuite rouges.

Marques.	Température de la face supérieure T_0	Température de la face inférieure T_5	Conductibilité a cal.-gr.	Observations.
T-2-5	255	1 000	0,0034	
—	260	840	0,0033	
—	175	720	0,0038	
Moyenne	»	»	0,0035	
T-2-5	150	1 130	0,0034	
T-3-5	135	695	0,0035	
T-3-5	65	965	0,0029	
—	115	765	0,0028	
—	95	660	0,0027	
Moyenne	»	»	0,0028	
V-48	80	860	0,0033	
—	55	530	0,0024	
Moyenne	»	»	0,00285	Terre Vallauris.
V-51	100	865	0,0024	
—	90	710	0,0024	
Moyenne	»	»	0,0024	
V-57	125	1 100	0,0025	
—	105	1 080	0,0026	
—	60	795	0,0023	
—	15	655	0,0018	
Moyenne	»	»	0,0023	Terre légère.
L-52	110	1 135	0,0026	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Marques.	Température de la face supérieure T_4	Température de la face intérieure T_5	Conductibilité α cal.-gr.	Observations.
—	95	885	0,0024	
—	60	550	0,0022	
Moyenne	»	»	0,0024	Terre légère.
L-58	95	1 120	0,0023	
—	95	995	0,0024	
Moyenne	»	»	0,00235	

Dans cette rubrique, j'ai réuni tous les mélanges qu'on emploie à la fabrication de briques, de tuiles, de carreaux, d'ornements de toitures, etc. Cuits à basse température ils possèdent la même conductibilité que les briques précédentes.

Ces résultats ont été réunis dans un tableau d'ensemble, de façon à les rendre

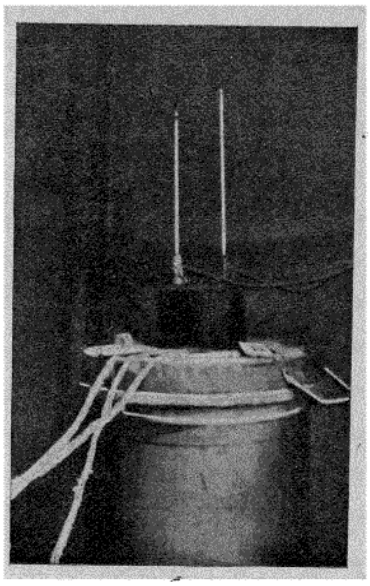


Fig. 13. — Partie supérieure du four; calorimètre et couple thermo-électrique.

plus commodes pour l'emploi pratique. Pour cela, en première colonne je donne la moyenne de coefficients de conductibilité correspondant aux différentes températures. Étant donnée la variation assez faible de conductibilité avec la température, au moins dans les limites de mes expériences (entre 500 et 1200°), ces moyennes peuvent être considérées comme suffisantes pour les calculs des pertes de chaleur dans les fours industriels, etc. Dans la deuxième colonne je donne les quantités de chaleur A qui traversent en une heure une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

surface de 1 mètre carré sous une épaisseur de 1 mètre et pour une différence de température de 1°.

Il résulte de ces chiffres que toutes les pâtes argileuses moyennement cuites, réfractaires ou non, ont sensiblement le même coefficient de conductibi-

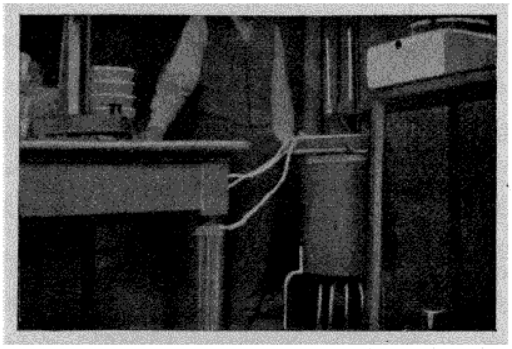


Fig. 14. — Vue du four pendant l'expérience.

lité — 0,003. Les briques réfractaires très cuites ont une conductibilité notablement plus grande — 0,0045 environ.

Les briques en silice ont une conductibilité plus faible que les briques en

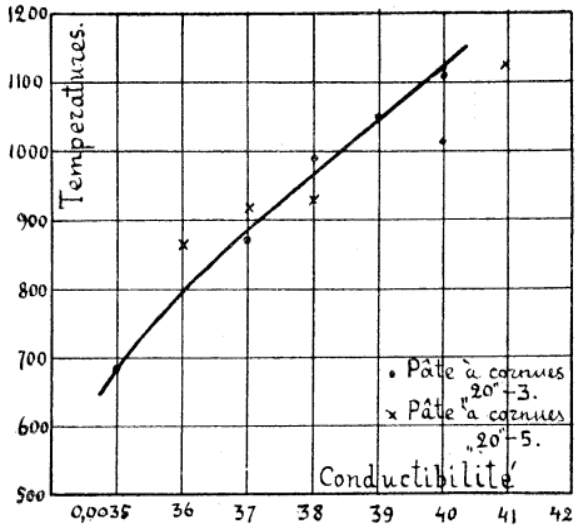


Fig. 13.

argile si elles ne sont pas fortement calcinées, c'est-à-dire partiellement transformées en trydimide. La conductibilité des briques en magnésie est à peu près deux fois plus grande que celle des briques d'argile. Le carborundum et le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

graphite ont une conductibilité cinq fois plus grande que l'argile. Enfin le Kieselguhr m'a donné la conductibilité calorifique la plus faible de toutes les pâtes étudiées — 0,0018, c'est-à-dire la moitié de celle des briques d'argile. Pour toutes les briques, la conductibilité augmente après la cuisson prolongée à très haute température — 1300° par exemple. Cette conductibilité croît avec la température.

Pour faciliter la comparaison des différents mélanges que j'ai étudiés, au point de vue de leur conductibilité relative, j'ai réuni dans le tableau suivant les chiffres représentant cette conductibilité par rapport à celle de la plombagine $\left(\frac{QR-68}{204}\right)$ (qui est égale à 0,0231) supposée égale à 100.

III

POROSITÉ

La porosité des matières céramiques peut être définie soit par le volume des pores, exprimé en pour cent de leur volume total (1), soit par le rapport de la différence entre le poids de l'échantillon, imbibé d'eau et puis desséché à l'étuve et le poids de ce dernier (2) exprimé également en pour cent de ce poids.

Soit Ps — poids d'un échantillon desséché à son poids constant, Pm — poids de celui-ci imbibé d'eau et Pe — poids de ce dernier dans l'eau. La porosité correspondante à la première définition sera

$$Pp = \frac{(Pm - Ps).\,100}{Ps}.$$

La porosité correspondante à la deuxième définition sera

$$Pr = \frac{Pm - Ps}{(Ps - Pe) + (Pm - Ps)} = \frac{Pm - Ps}{Pm - Pe},$$

ou $Ps - Pe$ = volume de matière sans pores
et $Pm - Ps$ = volume des pores.

La connaissance des valeurs Ps, Pm et Pe permet en outre de calculer facilement la densité vraie (δ vr.) et la densité apparente (δ app.)

$$\delta \text{ vr.} = \frac{Ps}{Ps - Pe}$$

$$\delta \text{ app.} = \frac{Ps}{(Ps - Pe) + (Pm - Ps)} = \frac{Ps}{Pm - Pe}.$$

(1) Ries. « *Clays* », 1906.

(2) Le Chatelier, Sur quelques propriétés physiques des pâtes céramiques (*Bull.* Soc. d'Encour., 3, S. 5, 1898, p. 1317.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU II

DÉSIGNATIONS.	MARQUES.		CONDUCTIBILITÉ RELATIVE, P. 100.	DÉSIGNATIONS.	MARQUES.		CONDUCTIBILITÉ RELATIVE, P. 100.
Plombagine . .	QR/204	68	*100*	Magn. d'Eubée et terre Vallauris .	»	50	*14,2*
—	QR/204	54	*96,0*	Terre cuite rouge.	T-3/5	42	*14,0*
Carborundum .	CA-9	28	*92,4*	—	T-2/5	9	*13,9*
Plombagine . .	P-9	10	*74,0*	Terre réfract. ordin. . . .	RB-5	20	*13,9*
Carborundum .	CA-5	19	*59,8*	Fer chromé. .	FA-9	63	*13,7*
—	C-9	18	*57,9*	Terre cuite rouge.	T-2/5	40	*13,6*
Plombagine . .	P-5	11	*56,4*	Grès.	G-152/5	33	*13,5*
Magn. d'Eubée.	M	53	*28,4*	Pâte à carreaux. .	—	2	*13,5*
Fer chromé. .	Ch-1	23	*27,6*	Terre cuite bl.	TCB/5	41	*13,3*
—	Ch-1	36	*26,4*	Bauxite. . . .	Bx-9	15	*13,2*
Magnésie . . .	M-9	61	*26,2*	Carborundum.	C-5	17	*13,2*
Fer chromé. .	Ch-1	39	*25,0*	Grès.	GT-5	37	*12,8*
Plombagine . .	P-18	32	*23,5*	Silice.	S-9	13	*12,4*
Magnésie . . .	M-5	12	*23,1*	Creusets de verrerie. . .	B-4	43	*12,4*
Fer chromé. .	Ch-2	59	*22,8*	Bauxite. . . .	Bx-5	16	*12,4*
—	—	26	*22,0*	Grès.	G-44/5	38	*12,3*
—	—	60	*21,8*	Terre réfract. ordinaire. .	—	1	*11,9*
Terre réfract. ordin. . . .	RA-9	30	*20,6*	Magn. d'Eubée et terre Vallauris	MV	56	*11,7*
Grès.	GT-9	29	*19,8*	Terre Vallauris. .	V	48	*11,4*
—	G-44/9	25	*19,1*	Terre cuite rouge . . .	T-3	7	*11,2*
Fer chromé. .	Ch-2	45	*18,8*	Fer chromé. .	FA-5	62	*11,2*
Pâte nouvelle. .	PN	65	*18,4*	Creusets de verrerie. . .	B-5	27	*10,8*
Creusets de verrerie. . . .	P-3	21	*18,0*	Fer chromé. .	F-9	64	*9,9*
Grès.	—	67	*17,8*	Creusets de verrerie. . .	P-2	22	*9,8*
Pâte dure. . .	PD	66	*17,3*	—	P-1	44	*9,8*
Terre réfract. ordin. . . .	RB-9	24	*16,7*	Terre Vallauris	V	51	*9,6*
Grès.	G-152/9	34	*16,0*	Terre légère. .	L	52	*9,6*
Pâte à carreaux	»	4	*15,8*	—	—	58	*9,3*
Pâte à cornues.	20	3	*15,2*	Terre Vallauris	V	57	*9,2*
Grès.	G-189/5	35	*15,2*	Silice.	S-5	14	*7,8*
Pâte à cornues.	20	5	*15,2*	Kieselguhr. . .	K	49	*7,1*
Terre cuite blanche. . .	TCP	6	*14,9*				
Terre réfract. ordinaire. . .	RA-5	31	*14,7*				
Magn. d'Eubée et terre Vallauris.	MV	47	*14,3*				

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour ces mesures il était nécessaire de faire trois pesées : 1° d'un morceau sec; 2° du même morceau bouilli dans l'eau pour chasser tout l'air et refroidi avec elle sous pression réduite; 3° du même morceau imbibé d'eau distillée.

Pour cela j'ai préparé des morceaux des briques à étudier, d'une forme plus ou moins régulière, pesant 10 grammes au moins, que je faisais bouillir dans l'eau distillée pendant une heure environ après quoi tout était abandonné au refroidissement sous une cloche réunie à une pompe à eau. Si la deuxième ébullition ne donnait pas lieu à un nouveau dégagement de gaz, je pesais cet échantillon dans l'eau préalablement bouillie, en le suspendant par un fil très mince à un plateau des balances hydrostatiques. Pour obtenir la valeur Pm, le même échantillon était essuyé avec du papier à filtrer pour faire disparaître l'eau de la surface. Cette opération a beaucoup d'influence sur l'exactitude des mesures surtout quand le poids initial est petit; pour rendre cette cause d'erreur aussi petite que possible je répétais cette opération plusieurs fois et prenais la moyenne des différentes pesées. Pour éviter les pertes par évaporation, les échantillons étaient pesés dans des flacons fermés avec un bouchon à l'émeri.

Cette méthode est applicable seulement pour les matières dans lesquelles les bulles d'air ne sont pas complètement isolées par une matière vitreuse, comme c'est le cas dans les grès et les porcelaines.

Les résultats des mesures sont réunis dans le tableau suivant, dans lequel les chiffres de densité vraie et apparente sont donnés dans la première et la deuxième colonne et les chiffres de porosité en pour cent du poids et en pour cent du volume dans la troisième et la quatrième colonne.

TABLEAU III

Désignations	Marques.	Densités		Porosités	
		δ vraie.	δ apparente.	P. 100 de poids.	P. 100 de volume.
Terre réfractaire ordinaire.....	RA–5–31	2,61	1,81	17,08	30,85
—	RA–9–30	2,5	1,9	12,1	24,1
—	RB–5–20	2,59	1,81	16,12	29,44
—	RB–9–24	2,55	1,78	16,0	30,2
Pâte à carreaux.....		2,65	1,91	14,5	27,8
Pâte à cornues.....	20	2,58	1,87	14,5	27,3
Bauxite	Bx –5–16	3,22	1,89	22,0	41,49
—	Bx –9–15	3,12	1,92	20,0	38,4
Silice	S–5–14	2,75	1,58	26,98	42,58
—	S–9–13	2,62	1,50	28,63	42,90
Silice cuite à 1 400°.....	S–9–13	2,57	1,50	27,59	41,52
Magnésie	M–5–12	3,07	2,0	17,61	35,12
—	M–9–61	3,39	2,0	20,64	41,0
Magnésie d'Eubée	M–53	3,50	2,40	13,15	31,52
Magnésie d'Eubée et terre Vallauris.	MV–56	3,39	2,02	19,93	40,32

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Désignations.	Marques.	Densités δ vraie.	Densités δ apparente.	Porosités P. 100 de poids.	Porosités P. 100 de volume.
Creusets de verrerie.....	P–2–22	2,65	1,86	15,95	29,69
—	P–3–21	2,50	1,95	11,2	21,9
—	B–4–43	2,52	1,77	16,57	29,44
—	B–5–27	2,53	1,71	17,0	30,4
Carborundum	C–5–17	3,02	1,96	17,0	35,2
—	C–9–18	2,83	1,96	15,58	30,6
Plombagine	P–9–10	2,37	1,7	16,7	28,4
Fer chromé	Ch–2–59	4,06	3,19	6,7	21,3
—	Ch–2–26	4,03	2,98	8,75	26,09
—	FA -5–62	3,38	2,31	13,74	31,7
—	FA -9–63	3,38	2,49	10,6	26,42
—	F–9–64	4,09	2,62	13,0	35,9
Kieselguhr	K -49	2,48	1,03	57,0	58,0
Plombagine	$\frac{QR–54}{204}$	2,42	1,79	14,52	25,97
Grès	GT-5–37	2,56	1,96	11,95	23,38
—	GT-9–29	2,36	2,13	4,75	10,10
—	G-44-9-25	2,42	2,18	4,39	9,59
—	$\frac{G-189–35}{5}$	2,57	1,92	13,29	25,46
Terre cuite blanche	$\frac{TCB–41}{5}$	2,48	1,98	10,05	19,94
—	TCP–6	2,56	1,90	13,53	25,71
Terre cuite rouge	T–3–7	2,54	1,95	11,76	22,99
Terre Vallauris	V–51	2,55	1,71	19,23	32,92
Terre légère	L–53	3,50	2,40	13,15	31,52

En se basant sur ces chiffres, on peut tirer quelques conclusions sur les variations que subissent les briques réfractaires pendant leur cuisson et surtout pendant leur service dans les diverses parties des fours industriels.

Il suffit pour cela de comparer la variation de densité vraie des briques en question. La densité des briques en silice faiblement cuites (1050°) étant 2,75 (1) s'est abaissée jusqu'à 2,62 pour la brique cuite à 1 300° et devenue 2,57 après la cuisson prolongée à 1400° environ. Cette augmentation de volume est le résultat de transformation plus ou moins complète de la silice en trydémide.

Il est à remarquer que, pendant cette transformation la porosité ne varie pas sensiblement. L'autre phénomène s'est produit, mais dans un sens inverse, pour les briques en magnésie pure. Un échantillon faiblement cuit, qui avait la densité égale à 3,07, est devenu après la cuisson à 1 300° de densité notablement plus grande — 3,39. Cette dernière densité est égale à la densité d'un fragment

(1) Ce chiffre de densité est un peu trop fort, étant donné la densité de la silice pure égale à 2,65, probablement à cause de la présence d'oxyde de fer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de brique en magnésie très pure, provenant d'un four, des usines à chaux du Teil. Cet échantillon était nettement cristallisé, presque transparent et très compact. Il diffère du précédent par sa porosité très faible (au lieu de 41 p. 100 — 8,7 p. 100).

Il est évident qu'ici nous sommes en présence d'une transformation allotropique peu connue. Nous verrons plus tard que ces transformations sont accompagnées d'un changement énorme de perméabilité pour les gaz de ces matières. Les autres briques donnent les mêmes changements, plus ou moins nets. Il est intéressant enfin de noter la porosité assez grande 25-28 p. 100, des briques en plombagine qui sont néanmoins, comme nous le verrons plus tard, presque imperméables aux gaz.

Il est évident que dans ce cas les dimensions des pores sont extrêmement petites, comme par exemple dans les argiles pures.

IV

PERMÉABILITÉ AUX GAZ

Les mesures de perméabilité présentent beaucoup de difficultés à cause de la non-homogénéité des différentes parties d'une même plaque, de l'existence de fissures, souvent invisibles, dans les différentes directions, etc.

Comme nous le verrons plus loin, cette propriété varie d'une façon très sensible, quand les autres propriétés, densité, porosité, etc., ne varient que très peu. Ceci s'explique par le changement de dimension *des pores capillaires* relativement très grands à cause des transformations de l'argile, de la silice, de la magnésie, etc., accompagnées d'augmentation ou de diminution de la densité. La deuxième difficulté résulte de la différence de structure dans les différentes directions : perpendiculairement à la surface des plaques la perméabilité n'est pas la même que dans la direction parallèle à cette surface. Cette dernière propriété m'a empêché d'employer une méthode de mesure très simple qui consiste dans la détermination de la quantité d'air qui traverse par unité de temps l'épaisseur de la plaque, quand dans un tube appliqué à la surface de cette plaque on maintient une certaine pression de gaz. En comparant les chiffres ainsi obtenus avec les résultats des mesures sur les morceaux cylindriques découpés dans les mêmes briques et enfermés dans un tube en verre, j'ai trouvé des rapports tellement différents qu'on ne pouvait pas les expliquer par des erreurs d'expérience. Voici quelques résultats obtenus par ces deux méthodes ; ils confirment cette conclusion :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Désignations.	Perméabilité en litres par seconde.	Rapport
Silice (S–9) directement	0,109	3,4
— dans le cylindre	0,032	
Bauxite (Bx–9) directement	0,044	3,5
— dans le cylindre	0,0127	
Bauxite (Bx–5) directement	0,0054	3,1
— dans le cylindre	0,0018	
Terre réfractaire (RB–5) directement	0,016	2,5
— dans le cylindre	0,0063	
Terre réfractaire (RA–5) directement	0,0069	2,8
— dans le cylindre	0,0025	
Magnésie (M–53) directement	0,0016	1,7
— dans le cylindre	0,0009	

Il était donc nécessaire de s'arrêter à cette dernière méthode, quoiqu'elle exigeât une préparation des échantillons difficile et compliquée. La forme des échantillons que j'ai adoptée pour ces mesures était celle d'un cylindre de 4 centimètres de diamètre environ et ayant une hauteur égale à l'épaisseur de la plaque. La surface cylindrique était couverte d'une couche de paraffine laissant nues les deux faces de ce cylindre. Cette opération a demandé beaucoup de soin pour ne pas laisser de bulles d'air entre la surface et la couche de paraffine, et pour éviter en même temps la pénétration de la paraffine dans les pores de l'échantillon. Le meilleur moyen consiste dans l'emploi de cylindres froids, qu'on frotte avec un morceau de paraffine à peine solidifié. Dans ce cas, la paraffine couvre très bien la surface, mais se solidifie immédiatement au contact de la brique froide.

Ainsi préparé, l'échantillon était introduit dans un tube en verre et soigneusement paraffiné, de façon à éviter toute espèce de fuites quand on fait la pression dans ce tube, ce dernier étant fermé à l'autre extrémité par un bouchon traversé d'un petit tube en verre. Ce tube est relié par des tubes en caoutchouc à un cylindre dans lequel on fait la pression indiquée par un manomètre à tube incliné au dixième et rempli d'eau.

La figure 16 représente schématiquement l'installation que j'ai employée pour les mesures des échantillons, qui ne sont pas très perméables. Le cylindre C, de 5,5 centimètres de diamètre et de deux litres de capacité environ, était divisé suivant sa longueur en centimètres cubes et avait servi pour mesurer les volumes de l'air qui traversait l'échantillon pendant un temps déterminé. Pour cela sa partie inférieure était réunie par un tube en caoutchouc avec un vase B de 10 litres de capacité, dans lequel on laisse écouler l'eau d'un vase Mariotte A, placé au-dessus du premier. La partie supérieure de ce cylindre gradué, munie de deux robinets r' et r'' était reliée à un vase D, qui, à son tour, était en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

communication avec le tube E, dans lequel se trouve placé l'échantillon à étudier et avec un manomètre F constitué par un tube T incliné à un dixième.

Cette installation, très commode pour les briques peu perméables, était modifiée pour l'étude des briques très perméables. Pour cela je me suis servi d'un gazomètre, représenté sur la photographie (fig. 19). Ce gazomètre avait une échelle graduée en litres le long de laquelle glissait un indicateur relié avec la cloche.

Les photographies (fig. 17 et 18) représentent la première installation

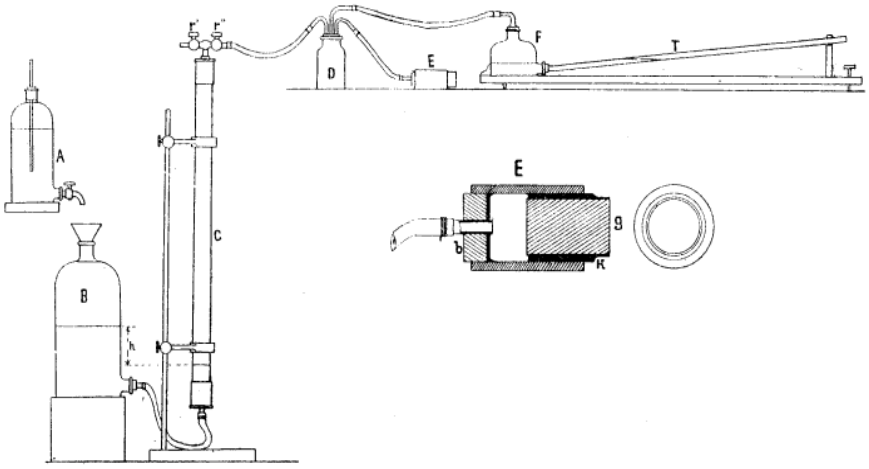


Fig. 16.

employée pour les mesures de perméabilité faites sans découper les plaques, méthode qui fut remplacée par une autre, comme nous l'avons vu plus haut.

La marche des opérations était la suivante: on commence par abaisser le vase B, le robinet r' étant ouvert de façon que l'air remplisse le cylindre; après quoi on ferme le robinet r', on monte le vase B de sorte que le niveau soit plus élevé dans ce vase que dans le cylindre C à une certaine hauteur h, ce que détermine la pression p dans le cylindre E indiquée par le manomètre F. Cette pression s'abaisse lentement par diminution de hauteur h; pour la tenir à un niveau constant on ouvre le robinet du vase Mariotte A. L'équilibre se réalise peu à peu et quand le niveau d'eau dans le tube T devient constant, on commence les mesures en remarquant la hauteur de l'eau dans le cylindre C, correspondante aux différents moments de temps. Étant donnée la possibilité d'avoir des fuites à travers la couche de paraffine, il était nécessaire de répéter chaque expérience au moins deux fois. Pour la plupart des échantillons, je faisais plu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sieurs déterminations, en changeant chaque fois la direction suivant laquelle l'air traverse le cylindre et par conséquent en le retournant dans le tube E. Si les résultats de différentes mesures n'étaient pas identiques, ou assez approchés, l'expérience était recommencée jusqu'à la concordance qu'on pouvait juger comme satisfaisante.

J'appelle la porosité v comme la quantité d'air en centimètres cubes qui tra-

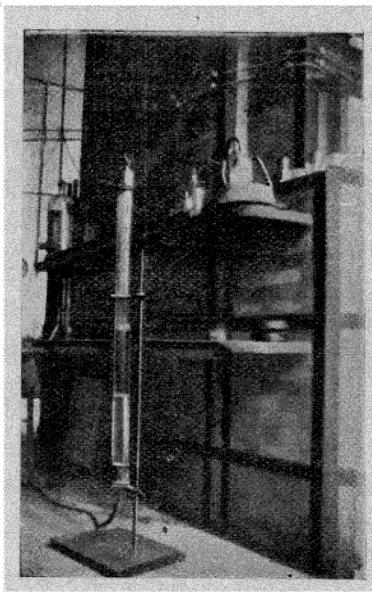


Fig. 17. — Installation pour mesurer la perméabilité; cylindre gradué.

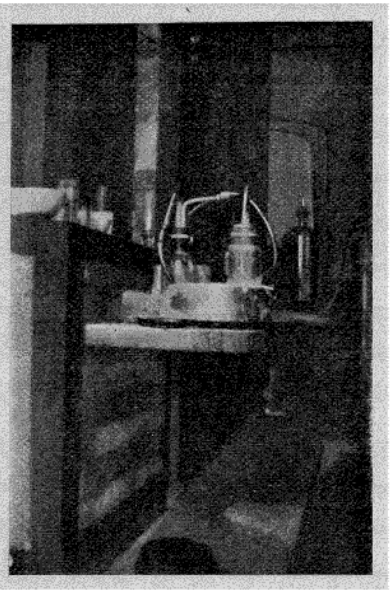


Fig. 18. — Échantillon avec un tube en verre appliqué pour mesurer directement la perméabilité.

verse sous pression d'un centimètre d'eau en une seconde un cylindre ayant 1 centimètre carré de section et 1 centimètre de hauteur.

Pour les calculs pratiques la perméabilité v peut être exprimée par le nombre de litres, qui traversent en une heure une surface de 1 mètre carré sous une épaisseur de 1 mètre. Soit q — quantité d'air en litres, qui traversent en t minutes, sous pression $(p - p_0)$ (1) le cylindre de S centimètres carrés de section et de l centimètres de longueur.

La perméabilité sera :

$$v = \frac{q.l.\ 1000}{t.\ (p - p_0)\,S.60} = \frac{16{,}667\ ql}{t(p - p_0)}.$$

(1) p_0 est le niveau dans le tube T correspondant à la pression égale à la pression atmosphérique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les résultats de ces mesures sont reproduits dans le tableau général dans lequel se trouve placée la perméabilité v, exprimée en centimètres cubes par seconde, en même temps que V exprimé en litres par heure.

Les chiffres de perméabilité aux gaz sont très différents d'un mélange à l'autre et même pour les pâtes analogues, cette propriété varie d'une façon assez notable suivant la cuisson, la finesse des grains, etc. Par exemple, pour les briques de silice la perméabilité étant 3,3 litres par heure, est augmentée notablement après la cuisson à 1300° et devient égale à 192,9 litres par

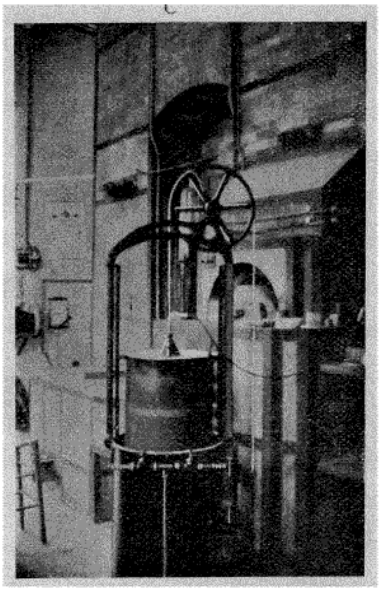


Fig. 19. — Gazomètre employé pour la mesure des grandes perméabilités.

heure (1). Nous rencontrons un changement analogue à un degré plus ou moins faible dans les briques réfractaires ordinaires, RB et RA, comme dans les briques de bauxite. Ce phénomène sera très net en regardant le diagramme (fig. 20) représentant la perméabilité en fonction de la densité vraie de ces matières avant et après la cuisson : toujours l'augmentation de densité est accompagnée de diminution de perméabilité des briques. Comme, au contraire, la densité de la magnésie croît avec la température de cuisson, la perméabilité croît aussi, c'est-à-dire obéit à la même loi.

(1) Le même échantillon après un chauffage prolongé à 1400° a donné comme chiffre de perméabilité 241 litres par heure et 1 m². La porosité est restée sensiblement la même que celle des briques précédentes 41,52 p. 100 (la densité vraie a diminué et est devenue égale à 2,57, celle de la brique S-9 étant de 2,62).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Et encore pour les briques qui ne changent pas de densité au fur et à mesure que la température de cuisson croît, par exemple, pour les briques en fer chromé (FA.), la perméabilité ne varie que très peu.

Ayant en possession les chiffres de porosité d'un assez grand nombre des briques étudiées précédemment au point de vue de leur conductibilité, j'ai essayé de voir dans quel degré la quantité d'air, qui se trouve emprisonnée entre

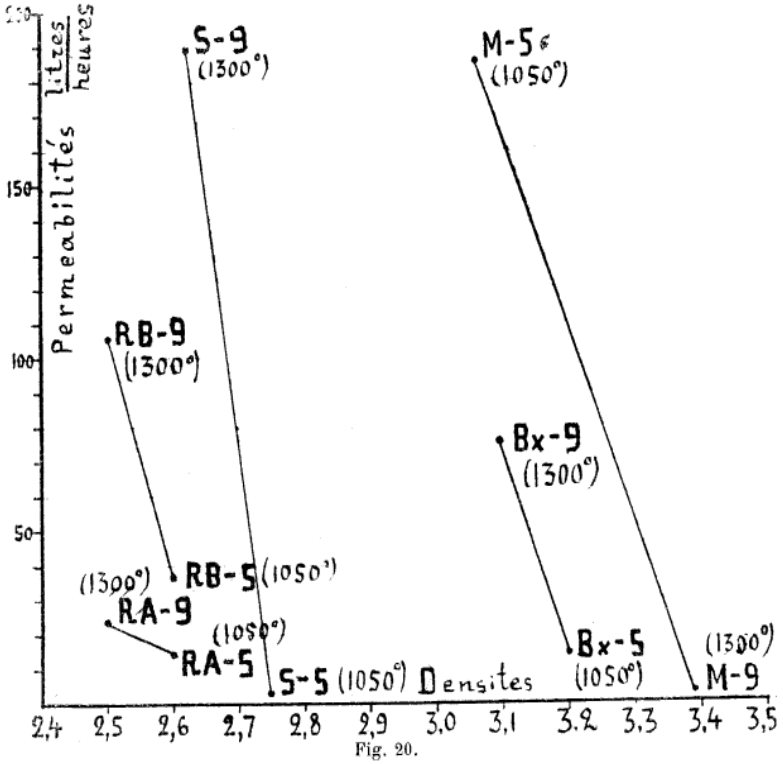


Fig. 20.

les particules solides dans des briques, influe sur ces propriétés isolantes. M. Simonis, en se basant sur les données que j'ai publiées précédemment (1) dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale* et sur les résultats obtenus par M. Nousselt (2) sur la conductibilité des matières isolantes, est arrivé à la conclusion suivante : « La conductibilité des produits argileux est celle de l'air emprisonné dans ses pores et non pas celle de la matière elle-même. »

(1) Simonis, *loc. cit.*
(2) Nousselt, *loc. cit.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le diagramme (fig. 21) dans lequel les abscisses représentent la conductibilité moyenne des différentes briques et les ordonnées — la porosité correspondante, exprimée en pour cent de volume, semble confirmer ces conclusions.

En effet, seulement les briques en magnésie (M-9, M-5, M-53), en plombagine et en carborundum possédant la conductibilité de la matière exception-

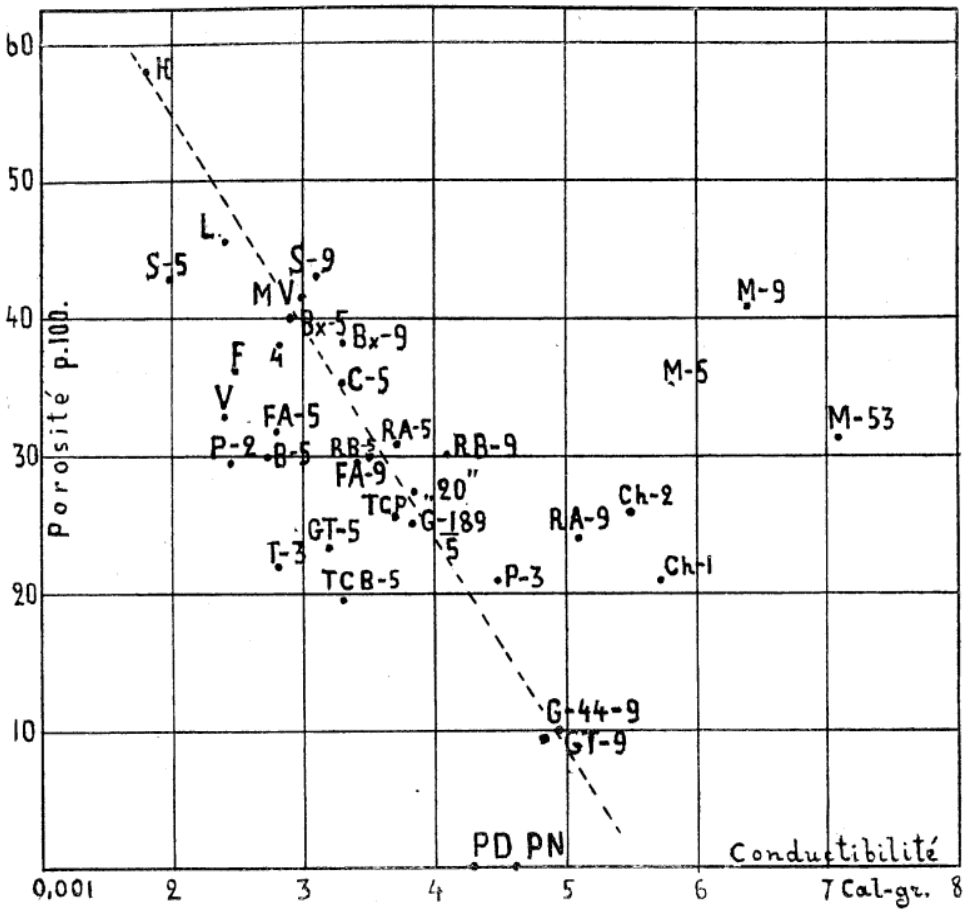


Fig. 21.

nellement grande, par rapport à celle des autres matières argileuses et siliceuses, n'obéissent pas à cette loi. Le diagramme (fig. 21 *bis*) tracé en plus petite échelle peut donner une idée de l'influence de la conductibilité propre à la matière sur la conductibilité apparente. Hors de la ligne droite tracée sur les points caractéristiques du diagramme précédent (K, B — 5, G — 189 — 5, G — 44 — 9), sont les points correspondants à des briques possédant une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grande conductibilité calorifique (fer chromé, magnésie, carborundum, plombagine). Sans doute la porosité en volume, comme nous l'avons définie plus haut, n'est pas le seul facteur parmi les plus importants qui influent sur la conductibilité des briques. On peut dire, *a priori*, que le degré d'isolement des bulles d'air qui se trouvent placées entre les particules des corps poreux, c'est-à-dire leur perméabilité aux gaz, doit avoir également une influence sur la conductibilité. En effet, si nous prenons les briques possédant la même porosité, par

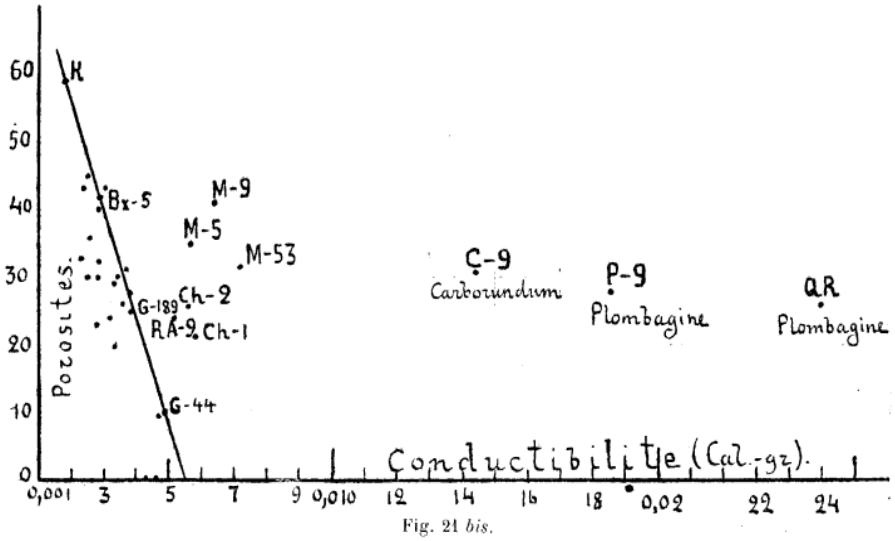


Fig. 21 *bis*.

exemple 30 p. 100 (voir le diagramme P-2, B-5, RB-5, RA-5, RB-9), nous verrons que leurs perméabilités croissent au fur et à mesure que la conductibilité croît.

Marques.	Porosité p. 100.	Perméabilité litres en 1 h. par 1m².	Conductibilité gr. cal. par 1 h. et 1m².
P –2	30,0	0,30	0,89
B–5	30,4	1,02	0,96
RB–5	29,44	37,84	1,25
RA–5	30,85	14,72	1,32
RB–9	30,2	106,2	1,50

Les briques en silice S-5 et S-9, possédant la même porosité 42 p. 100 environ, peuvent également justifier cette conclusion.

Marques.	Porosité.	Perméabilité.	Conductibilité.
S–5	42,58	3,32	0,002
S–9	42,90	192,9	0,0031

Comme on le voit, la conductibilité croît quand les bulles d'air à l'intérieur de ces corps possèdent la plus grande mobilité, c'est-à-dire quand la perméabilité est plus grande. Quoique ces chiffres ne soient pas absolument concordants, la tendance est assez nettement prononcée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU GÉNÉRAL

Conductibilité, densité, porosité et perméabilité des matériaux réfractaires.

NUMÉROS.	NOMS.	MARQUES.	CONDUCTIBILITÉ. a (cal-grm. 1°, cm², cm. 1° de différence de temper.).	CONDUCTIBILITÉ. A (cal-kg., 1h, m², m. 1° différ. de temp.).	DENSITÉ. δ VRAIE.	DENSITÉ. δ APPARENTE.	POROSITÉ P. 100 DE VOLUME.	PERMÉABILITÉ. v cm³, 1″, 1 cm², 1 cm.	PERMÉABILITÉ. V lit., 1h, 1m², 1m.	TEMPÉRATURE DE LA CUISSON	OBSERVATIONS.
1	Ter. réfr. ord.	1	0,0030	1,07	»	»	»	0,015	5,58	vers. 1 200°	
2	—	RA–5 / 31	0,0037	1,32	2,61	1,81	30,8	0,041	14,72	1 050°	
3	—	RA–9 / 30	0,0050	1,81	2,5	1,9	24,1	0,069	24,84	1 300°	
4	—	RB–5 / 20	0,0035	1,25	2,59	1,81	29,4	0,105	37,84	1 050°	
5	—	RB–9 / 24	0,0042	1,50	2,55	1,78	30,2	0,295	106,2	1 300°	
6	Pâte à carreaux	2	0,0034	1,21	»	»	»	»	»	»	
7	—	4	0,0039	1,42	2,65	1,91	27,8	0,0465	16,74	»	
8	Pâte à corn.	20 / 3	0,0038	1,37	2,58	1,87	27,3	0,0599	21,56	»	
9	—	20 / 5	0,0038	1,36	»	»	»	0,0498	17,93	»	
10	Bauxite	Bx-5 / 16	0,0031	1,11	3,22	1,89	41,5	0,0292	10,50	1 050°	
11	—	Bx-9 / 15	0,0033	1,19	3,12	1,92	38,4	0,212	76,39	1 300°	
12	Silice	S–5 / 14	0,0020	0,71	2,75	1,58	42,58	0,0092	3,32	1 050°	
13	—	S–9 / 13	0,0031	1,12	2,62	1,50	42,9	0,536	192,9	1 300°	
14	Magnésie	M-5 / 12	0,0058	2,08	3,07	2,0	35,1	0,517	186,1	1 050°	
15	—	M-9 / 61	0,0065	2,35	3,39	2,0	41,0	0,0097	3,49	1 300°	
16	Magn. d'Eub.	M / 53	0,0071	2,54	3,50	2,40	31,5	0,015	5,40	»	
17	Magn. d'Eub. et terre Vallauris.	MV / 47	0,0036	1,28	»	»	»	»	»	»	Magnésie impure.
18	—	MV / 50	0,0035	1,27	»	»	»	0,025	9,0	»	
19	—	MV / 56	0,0029	1,05	3,39	2,02	40,3	0,0084	3,03	»	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU GÉNÉRAL (*suite*).

NUMÉROS.	NOMS.	MARQUES.	CONDUCTIBILITÉ. α (cal-grm. 1° cm².cm.. 1° de différence de temper.).	CONDUCTIBILITÉ. A (cal-kg. 1h.m².m. 1° différ. de temp.).	DENSITÉ. δ VRAIE.	DENSITÉ. δ APPARENTE.	POROSITÉ P. 100 DE VOLUME.	PERMÉABILITÉ. v cm³, 1°, 1cm², 1cm.	PERMÉABILITÉ. V lit., 1h, 1m², 1m.	TEMPÉRATURE DE LA CUISSON.	OBSERVATIONS.
20	Creus. de verr.	P-1/44	0,0025	0,89	»	»	»	0	0	vers. n. cuit	
21	—	P-2/22	0,0025	0,89	2,65	1,86	29,7	0,0008 (?)	0,30	1 200°	
22	—	P-3/21	0,0045	1,62	2,50	1,95	21,9	0,0031	1,11	1 600°	Chauffée pendant 60 j. env.
23	Creus. de verr. aut. mélange	B-4/43	0,0027	0,96	2,52	1,77	29,4	0	0	n. cuit	
24	—	B-5/27	0,0027	0,96	2,53	1,71	30,4	0,0028	1,02	1 200°	
25	Carborundum	CA-5/19	0,0145	5,22	»	»	»	»	»	1 050°	
26	—	CA-9/28	0,0231	8,32	»	»	»	»	»	1 300°	
27	Carborundum aut. mélange	C-5/17	0,0033	1,20	3,02	1,96	35,2	0,0053	1,90	1 050°	
28	—	C-9/18	0,0145	5,22	2,83	1,96	30,6	0,0043	1,55	1 300°	
29	Plombagine	P-18/32	0,0059	2,12	»	»	»	0,0057	2,07	710°	Chauffée à la flamme oxydante (perte d. graphite).
30	—	P-5/11	0,0141	5,08	»	»	»	»	»	1 050°	
31	—	P-9/10	0,0185	6,66	2,37	1,7	28,4	0,0012	0,4	1 300°	
32	Fer chromé	Ch-1/23	0,0069	2,48	»	»	»	»	»	»	
33	—	Ch-1/36	0,0066	2,37	»	»	»	»	»	»	
34	—	Ch-1/39	0,0062	2,25	»	»	»	»	»	»	
35	—	Ch-2/59	0,0057	2,05	4,06	3,19	21,3	0,0568	20,45	»	
36	—	Ch-2/26	0,0055	1,98	4,03	2,98	26,1	0,106	38,16	»	
37	—	Ch-2/45	0,0047	1,69	»	»	»	»	»	»	
38	—	Ch-2/60	0,0054	1,96	»	»	»	»	»	»	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU GÉNÉRAL (*suite*).

NUMÉROS.	NOMS.	MARQUES	CONDUCTIBILITÉ. a (cal-grm. 1° cm²-cm., 1° de différence de temper.).	CONDUCTIBILITÉ. A (cal-kg.-1ʰ-m²-m. 1° dif°er. de temp.).	DENSITÉ. δ VRAIE.	DENSITÉ. δ APPARENTE.	POROSITÉ P. 100 DE VOLUME.	PERMÉABILITÉ. v cm³, 1°, 1 cm², 1 cm.	PERMÉABILITÉ. V lit., 1ʰ, 1m², 1m.	TEMPÉRATURE DE LA CUISSON.	OBSERVATIONS.
39	Fer chromé aggloméré	FA-5/62	0,0028	1,00	3,38	2,31	31,7	0,0032	1,15	vers. 1 050°	
40	—	FA-9/63	0,0034	1,23	3,38	2,49	26,4	0,0075	2,7	1 300°	
41	Fer chromé non aggloméré	F/64	0,0025	0,89	4,09	2,62	35,9	0,0963	34,67	1 050°	
42	Kieselguhr	K/49	0,0018	0,64	2,48	1,03	58,0	0,0957	34,45	»	
43	Plombagine	QR-204/54	0,024	8,64	2,42	1,79	26,0	0	0	»	Chauffées sans perte de graphite.
44	—	QR-204/68	0,025	9,0	»	»	»	»	»	»	
45	Grès	GT-5/37	0,0032	1,15	2,56	1,96	23,4	0,0022	0,80	1 050°	
46	—	GT-9/29	0,0049	1,78	2,36	2,13	10,1	0	0	1 300°	
47	—	G-44-5/38	0,0031	1,10	»	»	»	»	»	1 050°	
48	—	G-44-9/25	0,0048	1,72	2,42	2,18	9,59	»	»	1 300°	
49	—	G-152-5/33	0,0034	1,22	2,41	1,93	19,05	»	»	1 050°	
50	—	G-152-9/34	0,0040	1,44	»	»	»	»	»	1 300°	
51	—	G-189-5/35	0,0038	1,37	2,57	1,91	25,5	0,0047	1,68	»	
52	Pâte nouvelle (porcelaine)	PN/65	0,0046	1,66	»	»	»	0	0	1 400°	
53	Pâte dure	PD/66	0,0043	1,55	»	»	»	»	»	1 400°	
54	Grès de Sèvres	67	0,0045	1,61	»	»	»	»	»	1 300°	
55	Briq. de construction	TCB-5/41	0,0033	1,20	2,48	1,98	19,9	»	»	1 050°	
56	—	TCP/6	0,0037	1,34	2,56	1,90	25,7	0,0015	0,53	1 050°	
57	Briq. de terre cuite rouge	T-2-5/9	0,0035	1,25	»	»	»	»	»	1 050°	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU GÉNÉRAL (*suite*).

NUMÉROS.	NOMS.	MARQUES	CONDUCTIBILITÉ. a (cal-grm. 1°, cm², cm, 1° de différence de temper.)	CONDUCTIBILITÉ. A (cal-kg, 1h, m², m. 1° différ. de temp.)	DENSITÉ. δ VRAIE.	DENSITÉ. δ APPARENTE.	POROSITÉ P. 100 DE VOLUME.	PERMÉABILITÉ. v cm³, 1re, 1 cm² 1 cm.	PERMÉABILITÉ. V lit., 1h, 1m², 1m.	TEMPÉRATURE DE LA CUISSON.	OBSERVATIONS.
58	—	T–2–5 / 40	0,0034	1,22	»	»	»	»	»	vers. 1 050°	
59	Autre mélange	T–3–5 / 7	0,0028	1,01	2,54	1,95	23,0	0,0021	0,74	1 050°	
60	—	T–3–5 / 42	0,0035	1,26	»	»	»	»	»	1 050°	
61	Terre Vallauris	V / 48	0,0028	1,03	»	»	»	0,178	64,1	»	
62	—	V / 51	0,0024	0,86	2,55	1,71	32,9	»	»	»	
63	—	V / 57	0,0023	0,83	»	»	»	»	»	»	
64	Terre légère	L / 52	0,0024	0,86	2,60	1,41	45,7	0,0164	5,90	»	
65	—	L / 58	0,0023	0,84	»	»	»	»	»	»	

Application. — Calcul des pertes par rayonnement et par contact avec l'air.

Possédant les chiffres de conductibilité, j'ai essayé de les appliquer à l'évaluation de quantité de chaleur perdue par une surface horizontale, chauffée à une certaine température par radiation et par contact avec l'air extérieur. La perte par radiation est celle qui serait la plus facile à déterminer directement. Il n'en est pas de même de la perte au contact de l'air extérieur qui varie avec la température, avec des courants d'air, la position de la surface chauffée (horizontale ou verticale), etc. Il est impossible d'évaluer cette perte par des formules.

Pour ces calculs j'ai utilisé la formule de conductibilité calorifique :

$$a = \frac{Q \cdot l}{S\,(T_5 - T_0)}$$

d'où la quantité de chaleur sera :

$$\frac{Q}{S} = \frac{a\,(T_5 - T_0)}{l}$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ce qui représente la quantité de chaleur transmise de l'enceinte intérieure à l'enceinte extérieure.

Qnand l'équilibre est établi, il est évident que cette quantité est égale à la quantité de chaleur qui se transmet au dehors par radiation et par contact par la surface extérieure, chauffée à la température T_0. Dans ce cas $\chi = \frac{a(T_5 - T_0)}{l}$.

Pour déterminer les valeurs de T_5, T_0, j'ai utilisé les observations faites au cours des expériences sur la conductibilité. En effet, comme nous l'avons vu, il était nécessaire de réaliser l'équilibre entre la chaleur cédée par la flamme et

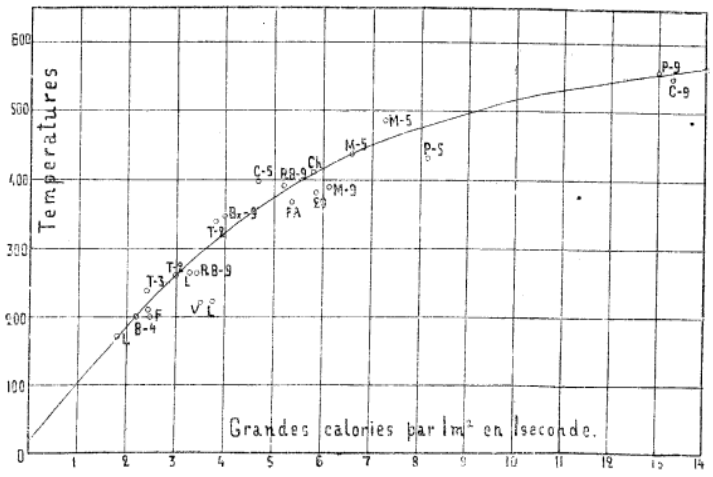


Fig. 22.

perdue par la surface avant d'y placer le calorimètre. Les températures données par deux couples thermo-électriques 1 et 2 en ce moment — T_1 et T_2 — peuvent servir par interpolation pour déterminer les températures des deux surfaces T_0 et T_5.

Marques des briques.	Température de la surface T_0.	Quantité de chaleur (gr. cal. par m² et 1″).	Marques des briques.	Température de la surface T_0.	Quantité de chaleur (gr. cal. par m² et 1″).	Observations.
4	170°	1,82	Bx–9	350°	4,0	Etant donné les irré-
B–4	200°	2,1	M-9	390°	6,1	gularités de ces chif-
F	200°	2,27	Ch-1	405°	5,9	fres il serait préfé-
V	215°	2,22	RB–9	410°	5,5	rable de se servir
L	265°	3,30	M-5	440°	6,6	directement de dia-
T–3	240°	2,44	M-53	485°	71,2	gramme.
T–2	260°	2,96	C-9	550°	13,3	
			P–9	560°	13,0	

J'exprime les quantités de chaleur ainsi déterminées, en grandes calories

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par un mètre carré de la surface en une seconde. Ils sont représentés sur le diagramme (fig. 22) en fonction de la température T_0 de la surface chauffée. On voit que cette quantité de chaleur croît avec la température assez lentement jusqu'à 200-300° et plus rapidement aux plus hautes températures. Voici quelques données numériques qui me semblent être utiles pour des calculs approximatifs des pertes de chaleur dans les fours industriels et d'autres appareils semblables.

Avant de terminer je suis heureux d'exprimer mes remerciements à la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale qui a bien voulu me donner les ressources pour mener à bien ce travail et d'exprimer toute ma profonde et respectueuse reconnaissance à M. Henry Le Chatelier, membre de l'Institut, lequel n'a pas cessé pendant plusieurs années de guider mes recherches.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE.

I. *Conductibilité.* — Dans le tableau ci-dessous sont réunies les valeurs observées pendant les expériences : T_3, T_2, T_1 les températures données par les couples thermo-électriques, t_1 et t_2 les températures données par des thermomètres calorimetriques et P — quantité d'eau, qui traverse le calorimètre en litres par minute. T_5 et T_0 sont des températures des deux surfaces trouvées par interpolation sur les diagrammes de répartition des températures. Pour simplifier les calculs .la température T_5 correspond toujours à l'épaisseur de la brique égale à 5 centimètres.

Bien entendu, elle doit être plus ou moins différente de la valeur réelle, quand l'épaisseur de la brique n'est pas égale exactement à 5 centimètres.

Q — est la quantité de chaleur absorbée par l'eau calorimétrique en une seconde :

$$Q = \frac{p(t_2 - t_1)}{60}.$$

La conductibilité — a est exprimée en calories-grammes et correspond à 1 centimètre carré, de la surface 1 centimètre d'épaisseur et la différence de températures égale à 1°.

NUMÉROS.	MARQUES.	TEMPÉRATURES.					TEMPÉRATURES DE L'EAU calorimétrique.		p lit./1'.	Q cal.-gr.	CONDUCTIBILITÉ a cal.-gr.	OBSERVATIONS.
		T_3.	T_2.	T_1.	T_5.	T_0.	t_2.	t_1.				
1	Ter. réfr. ord.	862	788	319	860	255	12,4	9,7	1 090	49,05	0,00298	
2	RA-5-31	1 100	925	265	1 010	145	25,35	21,05	1 170	83,85	0,00377	
	—	945	770	223	840	125	24,15	20,25	1 020	66,3	0,0036	
	Moyenne	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,00363	
3	RA-9-30	1 120	925	405	1 000	310	25,2	19,6	1 030	96,13	0,00542	
	—	850	670	280	725	205	22,4	18,6	1 010	63,97	0,00478	
	Moyenne	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,00504	
4	RB-5-20	1 200	1 120	350	1 220	250	22,3	16,7	1 000	93,3	0,0037	
	—	1 115	1 000	300	1 095	205	20,0	15,5	985	73,9	0,00323	
	Moyenne	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,00346	
5	Ter. réfr. ord. RB-9-24	1 150	1 030	332	1 085	225	24,4	19,1	985	87	0,0039	
	—	1 055	870	313	925	230	24,95	20,25	995	77,94	0,0044	Equilibre était mal établi.
	—	755	640	280	620	225	19,4	16,75	965	42,62	0,0042	
	Moyenne	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,0042	
6	Pâte à carreaux 2	1 219	918	297	1 005	185	14,8	10,6	1 050	73,5	0,0035	
	»	769	646	175	706	85	12,9	9,85	910	46,26	0,0030	
	»	609	473	175	563	110	13,0	10,7	1 100	42,17	0,0036	
	Moyenne	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,00337	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NUMÉROS.	MARQUES.	TEMPÉRATURES. T_3.	T_2.	T_1.	T_5.	T_6.	TEMPÉRATURES DE L'EAU calorimétrique. T_2.	T_1.	p lit./1'.	Q cal.-gr.	CONDUCTIBILITÉ α cal.-gr.	OBSERVATIONS.
7	4	1 050	755	185	825	112	20,1	14,7	880	79,2	0,0043	
	—	940	665	178	730	115	17,6	14,0	945	56,7	0,0036	
	Moyenne	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,00395	
8	Pâte à corn. 20-3	1 250	1 016	277	1 110	175	20,2	14,9	1 080	95,4	0,00396	
		1 225	1 025	251	1 120	140	22,65	15,45	835	100,0	0,00397	
		1 170	965	275	1 050	160	24,9	18,2	810	90,0	0,00393	
		1 160	925	260	1 010	150	20,05	14,5	930	86,02	0,00389	
		1 155	910	248	990	140	21,2	15,2	825	82,5	0,00377	
		1 108	800	228	870	151	18,6	14,2	922	67,61	0,00366	
		860	630	180	685	105	14,35	18,55	750	52,5	0,00352	
	Moyenne	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,0038	
9	Pâte à corn. 20-5	1 215	1 055	380	1 125	195	22,3	16,0	925	97,12	0,00406	
	—	1 100	860	273	930	110	25,3	20,7	1 040	79,7	0,00379	
	—	1 065	815	278	865	150	19,25	15,25	990	66,0	0,00359	
	—	1 030	682	295	920	150	23,1	17,9	848	73,49	0,00371	
	Moyenne	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,00379	
10	Bauxite Bx-5-16	1 120	1 040	270	1 140	150	19,7	15,2	1 005	75,3	0,00296	
	—	1 100	1 020	275	1 120	160	21,1	16,1	983	81,9	0,00332	
	—	1 100	1 020	275	1 120	160	20,1,	15,5	1 000	75,0	0,00300	
	Moyenne	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,00309	
11	Bx-9-15	1 200	1 055	270	1 155	170	22,15	16,85	1 000	88,33	0,0035	
	—	1 065	885	245	965	170	19,30	15,15	985	63,2	0,0031	
	Moyenne	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,0033	
12	Silice S-5-14	1 145	935	200	1 005	110	18,7	15,9	970	45,26	0,00196	
13	S-9-13	1 145	935	267	1 015	165	21,7	17,4	997,5	71,48	0,00327	
	—	1 135	910	245	1 000	145	19,7	15,5	985	68,95	0,00313	
	—	1 130	910	240	1 000	140	19,1	15,3	990	67,65	0,00306	
	—	1 130	925	247	1 015	147	20,6	16,1	986	73,95	0,0033	
	—	975	740	191	805	160	17,05	14,15	980	47,37	0,00286	
	—	880	678	188	735	165	16,55	13,75	970	45,27	0,00309	
	Moyenne	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,00312	
14	Magn. M-5-12	1 210	815	340	1 000	230	21,9	15,0	995	114,42	0,00578	
15	M-9-61	1 080	880	260	915	185	18,5	11,8	1 005	112,2	0,0060	Les variations irrégulières des chiffres peuvent être expliquées par la faible compacité de ces briques.
	—	1 020	807	265	840	200	21,3	14,9	1 020	108,8	0,00661	
	—	960	760	220	795	155	16,85	10,85	1 015	101,5	0,00617	
	—	935	715	237	745	180	19,7	14,1	990	92,4	0,00636	
	—	920	700	253	720	200	18,25	13,05	995	86,23	0,00645	
	—	850	670	215	700	165	19,0	13,2	1 020	98,6	0,00717	
	—	700	512	173	530	134	17,05	12,55	940	70,5	0,0069	
	Moyenne	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,00654	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NUMÉROS.	MARQUES.	TEMPÉRATURES. T_3.	T_2.	T_1.	T_5.	T_6.	TEMPÉRATURES DE L'EAU calorimétrique. T_2.	T_1.	p lit./H.	Q cal.-gr.	CONDUCTIBILITÉ a cal.-gr.	OBSERVATIONS.
16	Magn. d'Eubée M-53	1 113	853	355	970	260	23,5	15,9	1 040	131,73	0,0072	
	—	1 055	775	305	885	215	24,05	16,5	1 024	128,85	0,0075	
	—	755	537	205	675	130	21,5	16,0	1 000	91,7	0,0065	
	Moyenne	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,0071	
17	Magn. d'Eubée et terre Vallauris MV-47	1 080	710	210	910	115	22,4	18,3	1 065	72,7	0,0035	
		845	550	175	695	105	20,9	17,7	1 040	55,5	0,00365	
	Moyenne	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,00357	
18	MV-50	1 085	760	195	905	90	21,35	17,35	1 052	73,5	0,00350	
	—	575	405	105	485	50	19,9	17,6	1 050	40,25	0,00359	
	Moyenne	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,00354	
19	MV-56	1 160	935	313	1 130	130	21,3	16,8	1 018	76,35	0,00297	
	—	1 090	810	275	980	115	21,45	17,4	1 015	68,51	0,00308	
	—	805	577	185	705	70	18,85	16,2	1 000	44,17	0,00270	
	Moyenne	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,00292	
20	Creus. de verr. P-1-44	640	445	120	565	57	22,50	20,55	990	32,17	0,00246	
21	P-2-22	1 125	920	315	1 035	190	20,1	16,65	972	55,89	0,00259	
	—	730	565	170	640	90	17,9	15,85	964	32,94	0,00233	
	Moyenne	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,00246	
22	P-3-21	1 150	880	350	990	255	22,6	17,1	985	90,3	0,00477	Cette brique avait des fentes.
	—	770	547	205	615	140	19,0	15,8	973	51,89	0,00425	
	Moyenne	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,00451	
23	Creus. de verr. autre mélange B-4-43	685	515	130	560	75	22,9	20,9	1 000	33,3	0,00266	
24	B-5-27	1 170	1 033	368	1 150	175	23,2	18,8	988	72,45	0,00289	
	—	745	600	215	670	100	20,1	17,85	980	36,75	0,0025	
	Moyenne	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,0027	
25	Carborundum CA-5-19	935	705	325	750	280	24,5	15,0	1 145	181,3	0,0150	
	—	900	640	305	680	265	24,4	15,5	1 025	152,04	0,0142	
	—	860	655	307	690	270	24,4	16,1	1 110	153,55	0,0142	
	—	835	620	297	660	255	24,1	15,3	1 040	152,53	0,0146	
	Moyenne	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,0145	
26	CA-9-28	900	437	350	650	300	23,25	16,95	1 650	173,2	0,0192	La profondeur du deuxième trou a_2 était trop faible (1,95 cm.).
	—	700	317	260	440	230	25,25	16,8	1 035	145,76	0,027	
	Moyenne	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,0231	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NUMÉROS.	MARQUES.	TEMPÉRATURES. T_3.	T_2.	T_1.	T_3.	T_0.	TEMPÉRATURES DE L'EAU calorimétrique. T_2.	T_1.	p lit./1'.	Q cal.-gr.	CONDUCTIBILITÉ α cal.-gr.	OBSERVATIONS.
27	Carborundum autre mélange C–5–17	1 195	1 115	305	1 210	203	20,9	15,85	995	83,74	0,00324	
	—	1 175	1 070	297	1 165	200	20,9	16,15	998	79,0	0,00318	
	—	1 135	1 005	247	1 075	155	21,4	16,3	1 000	85,0	0,00357	
	—	1 125	1 000	250	1 065	160	21,4	16,6	1 000	80,0	0,00343	
	—	935	800	228	870	155	18,6	14,9	985	60,74	0,0033	
	Moyenne	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,00334	
28	C–9–18	1 170	965	490	1 000	420	25,5	14,2	1 200	22,6	0,0151	
	—	945	750	402	775	355	42,0	14,75	1 185	182,69	0,0169	
	—	930	705	345	730	290	23,9	14,5	1 000	156,67	0,0138	
	—	930	700	336	720	280	22,45	13,4	1 010	152,34	0,0135	
	—	725	530	260	555	225	19,2	12,5	997	111,33	0,0131	
	Moyenne	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,0145	
29	Plombagine P–18–32	885	740	250	900	180	25,0	19,0	1 135	113,5	0,00613	Une partie du graphite disparue. Flamme oxydante.
	—	885	760	240	855	175	24,8	19,2	1 040	97,07	0,00555	
	—	690	570	215	685	162	23,60	18,55	1 010	85,01	0,0063	
	—	680	550	180	620	130	22,8	18,65	966	66,81	0,0053	
	—	475	378	145	420	115	22,8	19,8	960	48,0	0,00612	
	Moyenne	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,00588	
30	P–5–11	940	560	255	660	200	24,0	16,1	1 140	150,1	0,0127	
	—	890	505	255	595	215	21,8	13,05	980	142,9	0,0146	Même remarque.
	—	810	490	250	565	210	21,4	13,0	980	137,2	0,0150	
	Moyenne	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,0141	
31	Plombagine P–9–10	1 030	765	462	865	405	25,3	13,8	1 150	220,42	0,0186	Même remarque.
	—	530	355	200	405	175	19,8	13,1	980	109.4	0,0185	
	Moyenne	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,01855	
32	Fer chromé Ch-1-23	980	827	300	895	235	24,3	17,15	970	115,6	0,0068	
	—	565	477	190	510	150	20,1	16,1	970	64,7	0,00699	
	Moyenne	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,00689	
33	Ch-1–36	690	535	175	575	125	24,2	19,9	1 000	71,67	0,0062	
	—	690	530	175	565	125	23,6	19,3	1 000	71,67	0,00633	
	—	640	565	220	620	170	25,35	20,9	1 130	83,8	0,00724	
	—	586	470	190	500	150	23,1	19,4	965	59,5	0,0066	
	Moyenne	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,00659	
34	Ch-1–39	730	555	210	600	170	23,4	19,25	1 000	69,16	0,00625	
35	Ch-2–59	1 200	1 085	387	1 190	295	23,35	14,0	882	137,44	0,00597	
	—	990	780	275	855	210	20,9	14,1	850	96,33	0,00581	
	—	925	732	280	805	220	19,65	13,45	840	86,8	0,00577	
	—	922	750	268	820	205	18,75	13,3	912	82,84	0,00524	
	—	660	520	190	570	145	17,9	13,6	872	62,49	0,0057	
	Moyenne	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,0057	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NUMÉROS.	MARQUES.	TEMPÉRATURES. T_3.	T_2.	T_1.	T_8.	T_0.	TEMPÉRATURES DE L'EAU calorimétrique. T_i.	T_f.	p lit./1'.	Q cal.-gr.	CONDUCTIBILITÉ a cal.-gr.	OBSERVATIONS.
36	Ch-2-26	1 032	824	230	900	155	24,3	17,8	987	106,92	0,00558	
	—	760	600	160	655	110	21,5	16,9	995	76,28	0,00544	
	Moyenne	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,00551	
37	Fer chromé											
	Ch-2-45	1 135	880	315	985	240	25,7	21,35	1 170	84,82	0,0044	
	—	1 100	855	350	950	280	23,4	18,4	1 040	86,67	0,0050	
	—	655	490	210	540	175	19,50	16,95	1 030	43,77	0,0046	
	Moyenne	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,0047	
38	Ch-2-60	1 110	930	340	1 025	260	18,75	12,55	1 015	104,88	0,00530	
	—	1 083	865	263	960	185	21,55	14,25	915	111,30	0,00559	
	Moyenne	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,00544	
39	Fer-chromé aggloméré											
	FA-5-62	1 130	1 000	335	1 075	215	18,55	14,4	1 000	69,16	0,00313	
	—	1 120	1 030	287	1 120	160	16,8	12,6	920	64,4	0,00261	
	—	1 020	880	227	955	115	18,0	14,3	922	56,85	0,00263	
	Moyenne	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,00279	
40	FA-9-63	1 170	1 020	260	1 180	125	18,5	12,8	975	92,62	0,00342	
	—	900	705	200	805	115	16,65	12,8	950	60,96	0,00344	
	Moyenne	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,00343	
41	Fer-chromé non aggloméré											
	F-64	1 190	1 095	175	1 125	70	15,5	11,3	960	67,2	0,00247	
	—	795	660	160	675	105	14,7	12,4	960	36,8	0,00247	
	Moyenne	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,00247	
42	Kieselghur $\frac{K}{49}$	985	740	217	910	140	19,45	17,25	1 060	38,9	0,00196	
	—	655	515	152	630	100	17,5	16,15	970	21,8	0,0016	
	Moyenne	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,00178	
43	Plombagine											
	QR-204-54	705	570	347	600	330	23,3	14,0	1 045	161,97	0,024	Chauffée à la flamme réductrice.
	—	645	525	320	550	295	23,5	14,4	1 050	159,25	0,024	
	Moyenne	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,024	
44	QR-204-68	880	660	465	705	430	24,3	13,1	970	181,0	0,0256	Même remarque.
	—	580	457	313	485	285	20,7	12,9	958	126,2	0,0245	
	Moyenne	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,02505	
45	Grès GT-5-37	935	735	255	845	115	22,4,	18,7	1 000	61,66	0,00328	
	—	680	528	175	610	70	20,6,	18,0	1 000	43,33	0,00312	
	Moyenne	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,00320	
46	GT-9-29	1 090	855	343	1 000	200	25,3	19,0	1 030	108,15	0,0052	
	—	785	580	230	675	135	21,4	17,6	1 030	65,23	0,0047	
	Moyenne	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,00495	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NUMÉROS.	MARQUES.	TEMPÉRATURES. T_3.	T_2.	T_1.	T_f.	T_0.	TEMPÉRATURES DE L'EAU calorimétrique. T_2.	T_1.	p lit./l'	Q cal.-gr.	CONDUCTIBILITÉ a cal.-gr.	OBSERVATIONS.
47	G-44-5-38	1 050	790	313	930	110	22,6	18,9	1 000	61,7	0,00292	
	—	700	537	217	650	75	22,2	19,35	1 000	47,5	0,00321	
	Moyenne	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,00306	
48	G-44-9-25	1 095	870	450	675	160	24,7	19,55	1 127	96,73	0,00534	
	—	735	580	270	1 000	295	22,0	18,6	985	55,81	0,00421	
	Moyenne	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,00477	
49	Grès $\frac{G-152-5}{33}$	1 020	850	290	990	115	25,35	21,3	1 135	76,61	0,00341	
	—	860	680	240	800	105	23,8	20,3	1 029	60,02	0,00335	
	Moyenne	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,00338	
50	Grès $\frac{G-152-9}{34}$	740	553	175	655	70	22,7	19,1	1 000	60,0	0,0040	
51	Grès $\frac{G-189-5}{35}$	870	710	225	860	105	23,9	19,45	992	73,57	0,0038	
52	Pâte nouvelle (porcelaine) PN-65	795	645	217	740	165	16,3	12,0	950	68,08	0,0046	
53	Pâte dure PD-66	1 055	865	325	1 025	250	21,1	15,3	980	94,7	0,00475	
	—	802	635	225	765	170	17,19	14,05	930	59,67	0,00390	
	Moyenne	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,00432	
54	Grès-67	810	735	330	795	280	18,3	14,65	970	59,0	0,00446	
55	Terre cuite blanche TCB-5-41	925	737	205	860	60	25,2	21,0	980	68,6	0,00333	
56	Terre cuite blanche TCP-6	1 000	746	265	830	195	18,07	14,17	960	62,4	0,00382	
	—	975	782	285	875	203	18,15	14,25	971	63,1	0,00365	
	Moyenne	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,00373	
57	Ter. cuit. roug. T-2/5-9	1 000	820	345	1 000	255	18,9	14,9	967	64,47	0,00337	
	—	827	700	330	840	260	18,7	15,2	970	56,58	0,00327	
	—	750	590	240	720	125	16,0	13,08	942	45,84	0,00379	
	Moyenne	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,00348	
58	Ter. cuit. roug. T-2/5-40	1 110	570	260	1 130	150	21,85	19,7	995	84,4	0,0034	
59	Autre mélange T-3/5-7	1 105	840	170	965	65	18,05	13,95	970	66,3	0,00286	
	—	830	680	194	765	115	16,75	13,75	950	47,5	0,00284	
	—	680	587	164	660	95	16,1	13,3	852	39,76	0,00274	
	Moyenne	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,00281	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NUMÉROS.	MARQUES.	TEMPÉRATURES. T_3.	T_2.	T_1.	T_5.	T_w.	TEMPÉRATURES DE L'EAU calorimétrique. T_2.	T_1.	p lit./T.	Q cal.-gr.	CONDUCTIBILITÉ a cal.-gr.	OBSERVATIONS.
60	Autre mélange T-3-5-42	785	670	217	695	135	24,0	21,0	1 020	51,0	0,0035	
61	Terre Vallauris V-48	1 035	810	165	860	80	22,4	18,6	1 040	65,86	0,00328	
	—	675	505	100	530	55	18,6	16,8	988	29,64	0,00243	
	Moyenne	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,00285	
62	Terre Vallauris V-51	1 040	850	195	710	90	20,35	17,55	1 030	48,1	0,00244	
	—	855	700	165	865	100	19,2	17,0	1 030	37,8	0,00237	
	Moyenne	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,00240	
63	Terre Vallauris V-57	1 165	1 012	263	1 100	125	19,75	15,95	992	62,8	0,0025	
	—	1 165	995	240	1 080	105	18,0	14,4	1 070	64,2	0,00256	
	—	940	725	163	795	60	18,4	15,7	980	44,1	0,00233	
	—	780	600	105	655	55	16,85	15,0	970	29,9	0,0018	
	Moyenne	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,00230	
64	Terre légère L-52	1 180	930	237	1 135	110	21,5	17,6	1 055	68,6	0,0026	
		1 040	725	190	885	95	19,95	17,15	1 040	48,5	0,00239	
	—	700	457	120	550	60	18,3	16,7	1 036	27,6	0,00219	
	Moyenne	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,00239	
65	Terre légère L-58	1 120	1 020	247	1 120	95	16,9	13,0	915	59,47	0,00226	
	—	985	860	217	995	95	17,45	13,8	920	55,96	0,00242	
	Moyenne	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,00234	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2. *Porosité.* — Ps, poids de l'échantillon sec; Pm, poids de l'échantillon imbibé d'eau; Pe, poids de l'échantillon dans l'eau; δ vraie, δ app. — Densités; $\frac{(Pm-Ps)\,100}{Ps}$ porosité exprimée en quantité d'eau dans les pores par rapport du poids (en p. 100); $\frac{(Pm-Ps)\,100}{Pm-Pe}$ porosité exprimée en p. 100 de volume.

NUMÉROS.	NOMS.	MARQUES.	Ps.	Pm.	Pe.	$\frac{Ps}{Ps-Pe}$ δ vraie.	$\frac{Ps}{Pm-Pe}$ δ app.	$\frac{(Pm-Ps)\,100}{Ps}$ p. 100 en poids.	$\frac{(Pm-Ps)\,100}{Pm-Pe}$ p. 100 en volume.
2	Ter. réfr. ord.	RA-5/31	38,2855	44,8258	23,6248	2,61	1,81	17,08	30,85
3	—	RA-9/30	44,7010	50,4080	26,7973	2,5	1,9	12,1	24,1
4	—	RB-5/20	45,3590	52,6730	27,8366	2,59	1,81	16,12	29,44
5	—	RB-9/24	52,9300	61,8951	32,1777	2,55	1,78	16,0	30,2
7	Pâte à carreaux	4	40,2565	46,1102	25,0627	2,65	1,91	14,5	27,8
8	Pâte à cornues	20/3	53,1050	60,8280	32,5078	2,58	1,87	14,5	27,3
10	Bauxite	Bx-5/16	18,2715	22,2900	12,6060	3,22	1,89	22,0	41,49
11	Bauxite	Bx-9/15	34,6522	41,5620	23,5644	3,12	1,92	2,0	38,4
12	Silice	S-5/14	18,4726	23,4570	11,7530	2,75	1,58	26,98	42,58
13	Silice	S-9/13	50,3908	64,8220	31,1867	2,62	1,50	28,63	42,90
14	Magnésie	M-5/12	23,3985	27,5185	15,7870	3,07	1,99	17,61	35,12
15	Magnésie	M-9/61	22,2476	26,8414	15,6889	3,39	1,99	20,64	41,0
16	Magn. d'Eubée	M/53	22,0670	24,9698	15,7600	3,50	2,40	13,15	31,52
19	Magn. d'Eubée et terre Vallauris	MV/56	73,6391	88,3390	51,9122	3,39	2,02	19,93	40,32
21	Creus. de verr. cuite à 1200°	P-2/22	38,2846	44,3910	23,8256	2,65	1,86	15,95	29,69
22	Creus. de verr. cuite à 1600°	P-3/21	43,9360	48,8930	26,4119	2,50	1,95	11,20	21,90
23	Creus. de verr. autre mélange	B-4/43	23,1893	27,0331	13,9782	2,52	1,77	16,57	29,44
24	Creus.de verr. autre mélange	B-5/27	31,8932	37,3080	19,2882	2,53	1,71	17,00	30,40
27	Carborundum	C-5/17	25,0112	29,5014	16,7370	3,02	1,96	17,00	35,2
28	Carborundum	C-9/18	28,4343	32,8655	18,3880	2,83	1,96	15,58	30,60
34	Fer-chromé	Ch-2/59	58,7602	62,7020	44,2923	4,06	3,19	6,7	21,30

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NUMÉROS.	NOMS.	MARQUES.	P_s.	P_m.	P_e.	$\frac{P_s}{P_s - P_e}$ δ vraie.	$\frac{P_m - P_e}{P_s}$ δ app.	$\frac{(P_m - P_s)\,100}{P_s}$ p. 100 en poids.	$\frac{(P_m - P_s)\,100}{P_m - P_e}$ p. 100 en volume.
35	Fer chromé	$\frac{\text{Ch-2}}{26}$	17,9540	19,5260	13,5020	4,03	2,98	8,75	26,09
39	Fer chromé aggloméré	$\frac{\text{FA-5}}{62}$	36,1960	41,1700	25,4780	3,38	2,31	13,74	31,70
40	Fer chromé	$\frac{\text{FA-9}}{63}$	44,9034	49,6742	31,6184	3,38	2,49	10,60	26,42
41	Fer chromé non aggloméré	$\frac{\text{F}}{64}$	83,6665	95,1140	63,2100	4,09	2,62	13,60	35,90
42	Kieselguhr	$\frac{\text{K}}{49}$	10,6965	16,8030	6,3842	2,48	1,03	57,00	58,00
43	Plombagine	$\frac{\text{QR-204}}{54}$	19,5070	22,3396	11,4350	2,42	1,79	14,52	25,97
45	Grès (non vitrifié)	$\frac{\text{GT-5}}{37}$	31,8345	35,6408	19,3840	2,56	1,96	11,95	23,38
46	Grès	$\frac{\text{GT-9}}{29}$	23,8325	24,9650	13,7536	2,36	2,13	4,75	10,10
48	Grès	$\frac{\text{G-44-9}}{25}$	17,5687	18,3400	10,2987	2,42	2,18	4,39	9,59
49	Grès (n. v.)	$\frac{\text{G-152-5}}{33}$	38,6174	42,5060	22,5945	2,41	1,93	10,07	19,05
51	Grès (n. v,)	$\frac{\text{G-189-5}}{35}$	28,8000	32,6275	17,5923	2,57	1,91	13,29	25,46
55	Ter. cuit. blan.	$\frac{\text{TCB-5}}{41}$	58,7586	64,6665	35,0458	2,48	1,98	10,05	19,94
56	Ter. cuite blan.	$\frac{\text{TCP}}{6}$	25,2792	28,7000	15,3960	2,56	1,90	13,53	25,71
59	Ter. cuit. roug.	$\frac{\text{T3 /5}}{7}$	60,2955	67,3903	36,5336	2,54	1,95	11,76	22,99
62	Terre Vallauris	$\frac{\text{V}}{51}$	10,8169	12,8978	6,5778	2,55	1,71	19,23	56,76
64	Terre légère	$\frac{\text{L}}{52}$	16,6400	22,0220	10,2408	2,60	1,41	32,34	45,68

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3. *Perméabilité.* — Dans les colonnes 2 et 4 sont donnés : le temps et les quantités d'air correspondantes; q — quantité d'air qui a traversé l'échantillon pendant t minutes; p et p_0 — pression en cm. d'eau; l — longueur de l'échantillon en cm.; S — la section en cm² de cet échantillon.

v — quantité d'air qui a traversé un cylindre de 1 cm. de la hauteur et de 1 cm² de section en 1″ de pression de 1 cm.

V — quantité d'air qui a traversé un cylindre de 1 mèt. de la hauteur et de 1 m² de section en 1 h. sous pression de 1 cm.

NUMÉROS.	TEMPS h. m.	t	LITRES.	q	p	p_0	$p-p_0$	l	S	v cm³/1″	V lit./1 h.	OBSERVATIONS.
					1. *Terre réfractaire ordinaire* 1.							
1		244′	35,85	2,85	6,66	0,39	6,27	5,1	9,62	0,0164		Mesurées à l'aide du gazomètre.
2		1288′	33,00 / 22,15	8,85	4,53	»	4,14	»	»	0,0146 / 0,0155	5,58	
	Moyenne		13,30 / »	»	»	»	»	»	»	»	»	
					2. *Terre réfractaire ordinaire* $\frac{RA\text{-}5}{31}$							
1	10,53 / 11,10	17′	0,351 / 0,490	0,139	1,831	0,54	1,291	4,6	10,18	0,0477		
2	11,28 / 11,35	7′	0,250 / 0,409	0,159	4,6	»	4,06	»	»	0,0417		
3	11,43 / 11,50	7′	0,272 / 0,390	0,118	4,316	0,54	3,776	»	»	0,0335		
4	5,46 / 5,55	9′	0,357 / 0,458	0,101	2,41	0,4	2,01	4,5	»	0,041		
	Moyenne		»	»	»	»	»	»	»	0,0409	14,72	
					3. *Terre réfractaire ordinaire* $\frac{RA\text{-}9}{30}$							
1	9,36 / 9,39	3′	0,434 / 0,510	0,076	3,37	0,53	2,84	4,4	8,55	0,0755		
2	10,01 / 10,10	9′	0,337 / 0,460	0,123	2,324	0,53	1,794	4,4	8,55	0,065		
3	10,23 / 10,33	10′	0,351 / 0,475	0,124	2,10	0,53	1,57	»	»	0,0666		
	Moyenne		»	»	»	»	»	»	»	0,0690	24,84	
					4. *Terre réfractaire ordinaire* $\frac{RB\text{-}5}{20}$							
1	11,39 / 11,41	2′	0,548 / 0,605	0,057	2,817	0,42	2,397	4,8	9,62	0,0983		
2	12,3 / 12,5	2′	0,546 / 0,590	0,044	2,1	0,4	1,7	»	»	0,1083		
3	10,30 / 10,41	11′	0,461 / 0,522	0,061	0,945	0,52	0,425	»	»	0,107		

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NUMÉROS.	TEMPS h. m.	l	LITRES.	v	q	p_v	$p - p_v$	l	S	v cm³/1″	V lit./1 h.	OBSERVATIONS.
4	10,12	9′	0,464	0,085	1,303	0,53	0,773	»	»	0,1017		
	10,21		0,549									
5	11,37	4′	0,381	0,099	2,48	»	1,95	»	»	0,107		
	11,41		0,480									
6	11,26	5′	0,409	0,105	2,12	0,51	1,61	»	»	0,107		
	11,31		0,514									
	Moyenne		»	»	»	»	»	»	»	0,105	37,84	
	5. *Terre réfractaire ordinaire* $\frac{RB\text{-}9}{24}$											
1	10,25	1′	0,342	0,109	1,81	0,53	0,78	4,6	9,08	0,292		
	10,29		0,451									
2	10,49	1′	0,335	0,109	1,29	»	0,76	»	»	0,298		
	10,53		0,441									
	Moyenne		»	»	»	»	»	»		0,295	106,2	
	7. *Pâte à carreaux* 4.											
1	11,37	4′	0,420	0,051	2,53	0,42	2,11	4,85	11,95	0,0432		
	11,41		0,474									
2	2,53	7′	0,358	0,112	2,59	»	2,17	»	»	0,0498		
	3,00		0,470									
	Moyenne		»	»	»	»	»	»		0,0465	16,74	
	8. *Pâte à cornues* $\frac{20}{3}$											
1	9,50	5′	0,392	0,088	2,562	0,51	2,022	4,9	11,95	0,0593		
	9,55		0,480									
2	10,09	4′	0,398	0,100	3,413	»	2,873	»	»	0,059		
	10,13		0,498									
3	11,06	4′	0,386	0,101	3,39	0,53	2,86	»	»	0,06		
	11,10		0,487									
4	10,03	4′	0,391	0,097	3,22	»	2,69	»	»	0,0613		Changement de direction.
	10,07		0,488									
	Moyenne		»	»	»	»	»	»	»	0,0599	21,56	
	9. *Pâte à cornues* $\frac{20}{5}$											
1	21,40	2′	0,421	0,038	3,88	0,1	3,48	4,95	9,62	0,047		
	2,42		0,459									
2	2,51	5′	0,305	0,133	1,73	»	4,33	»	»	0,0527		
	2,56		0,438									
3	3,07	6′	0,319	0,136	4,31	»	3,91	»	»	0,0495		
	3,13		0,455									
4	6,25	1′	0,501	0,019	4,04	0,4	3,64	4,95	9,82	0,0447		
	6,26		0,520									
5	9,41	6′	0,341	0,113	3,25	»	2,85	»	»	0,055		
	9,47		0,454									
	Moyenne		»	»	»	»	»	»	»	0,0498	17,93	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NUMÉROS.	TEMPS h. m.	t	LITRES.	v	q	p_c	$p-p_0$	l	S	v cm³/1''	V lit./t h.	OBSERVATIONS.
						10. *Bauxite* $\frac{Bx-5}{16}$						
1	10,46	12′	1,898	0,143	3,706	0,43	3,276	4,8	9,62	0,0283		
	10,58		1,755									
2	11,03	12′	0,280	0,123	3,08	0,42	2,66	»	»	0,03		Changement de direction.
	11,15		0,403									
	Moyenne		»	»	»					0,0292	10,50	
						11. *Bauxite* $\frac{Bx-9}{15}$						
1	10,40	4′	1,890	0,170	1,895	0,33	1,565	4,6	9,62	0,217		
	10,44		1,720									
2	11,05	1′	1,862	0,010	0,72	»	0,39	»	»	0,205		
	11,06		1,852									
3	11,06	5′	1,852	0,042	0,67	»	0,34	»	»	0,197		
	11,11		1,810									
4	10,58	4′	1,715	0,124	1,514	0,39	1,124	4,55	»	0,217		Changement de direction
	11,02		1,591									
5	11,06	2′	1,845	0,185	3,63	»	3,24	»	»	0,225		
	11,08		1,660									
	Moyenne		»	»	»	»	»	»	»	0,212	76,39	
						12. *Silice* $\frac{S-5}{14}$						
1	11,02	19′	1,873	0,154	6,52	0,39	6,13	4,4	9,62	0,00983		
	11,21		1,719									
2	11,45	8′	1,860	0,06	6,66	»	6,27	»	»	0,00917		
	11,53		1,800									
3	9,14	14′	1,948	0,103	6,62	»	6,23	»	»	0,0085		
	9,28		1,845									
4	9,34	10′	1,790	0,082	6,97	»	6,58	»	»	0,0095		Changement de direction.
	9,44		1,708									
5	10,00	9′	1,960	0,06	6,175	»	5,785	»	»	0,00917		
	10,09		1,900									
6	10,09	21′	1,900	0,15	6,21	»	5,82	»	»	0,00917		
	10,30		1,750									
	Moyenne		»	»	»	»	»	»	»	0,00922	3,32	
						13. *Silice* $\frac{S-9}{13}$						
1	11,32	4′	1,635	0,254	1,4	0,33	1,07	4,7	9,62	0,483		
	11,36		1,381									
2	11,46	1′	1,600	0,150	2,8	»	2,47	»	»	0,483		
	11,47		1,450									
3	11,32	9′	1,911	0,367	0,952	0,39	0,562	4,5	»	0,55		
	11,41		1,544									
4	10,46	2′	1,762	0,199	1,75	»	1,36	4,6	»	0,57		Changement de direction.
	10,48		1,563									

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NUMÉROS.	TEMPS. h. m.	l	LITRES.	v	q	p_0	$p-p_0$	l	S	v cm³/l'	V lit./1 h.	OBSERVATIONS.
5	10,54 / 11,02	8′	1,840 / 1,579	0,261	0,86	0,39	0,47	4,6	9,62	0,55		Autre échantillon de la même brique.
6	11,07 / 11,09	2′	1,760 / 1,598	0,162	1,51	»	1,12	»	»	0,583		
	Moyenne		»	»	»	»	»	»	»	0,536	192,9	

14. *Magnésie* $\frac{M\text{-}5}{12}$

1	11,39 / 11,43	4′	1,899 / 1,697	0,202	1,275	0,42	0,855	5,0	9,62	0,517		
2	10,02 / 10,04	2′	1,710 / 1,609	0,101	1,24	»	0,82	»	»	0,540		
3	10,44 / 10,46	2′	1,829 / 1,710	0,119	1,41	»	0,99	»	»	0,517		
4	10,23 / 10,26	3′	1,880 / 1,660	0,220	1,67	»	1,25	»	»	0,505		
	Moyenne		»	»	»	»	»	»	»	0,517	186,12	

15. *Magnésie* $\frac{M\text{-}9}{61}$

1	2,50 / 3,17	27′	0,299 / 0,425	0,126	4,04	0,42	3,62	3,7	»	0,00817		
2	2,50 / 3,08	18′	0,313 / 0,400	0,096	4,456	»	4,036	4,8	11,34	0,00925		
3	3,23 / 3,30	7′	0,130 / 0,200	0,07	6,75	»	6,33	»	»	0,01113		
4	1,49 / 1,59	10′	0,285 / 0,357	0,072	5,423	0,4	5,023	»	11,34	0,0101		Autre échantillon de la même brique.
	Moyenne		»	»	»	»	»	»	»	0,0097	3,49	

16. *Magnésie d'Eubée* $\frac{M}{53}$

1	9,15 / 9,25	10′	1,850 / 1,769	0,081	5,006	0,4	4,606	5,0	9,62	0,015		
2	9,44 / 9,50	6′	1,874 / 1,830	0,044	4,53	»	4,16	»	»	0,015		
	Moyenne		»	»	»	»	»	»	»	0,015	5,40	

18. *Magnésie d'Eubée et terre Vallauris* $\frac{MV}{50}$

1	10,06 / 10,08	2′	1,940 / 1,906	0,034	5	0,37	4,63	4,95	9,62	0,03		
2	10,10 / 10,14	4′	1,871 / 1,800	0,071	5,96	»	5,59	»	»	0,027		
3	10,15 / 10,17	2′	1,785 / 1,750	0,035	6,32	»	5,95	»	»	0,023		

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NUMÉROS.	TEMPS. h. m.	t	LITRES.	v	q	p_0	$p-p_0$	l	S	v cm³/l'	V lit./1 h.	OBSERVATIONS.
4	10,39 / 11,24	15′	1,941 / 1,725	0,216	2,058	»	1,688	»	»	0,025		Changement de direction.
5	11,20 / 11,32	12′	1,991 / 1,764	0,227	6,736	0,1	6,336	»	»	0,025		
6	8,39 / 8,45	6′	1,925 / 1,835	0,090	5,35	»	4,95	»	»	0,025		
	Moyenne		»	»	»	»	»	»	»	0,025	9,0	
	19. *Magnésie d'Eubée et terre Vallauris* $\frac{MV}{56}$											
1	9,07 / 9,29	22′	1,980 / 1,839	0,141	6,60	0,42	6,18	5,0	9,62	0,0081		
2	9,39 / 9,50	11′	1,778 / 1,718	0,060	6,152	»	5,732	»	»	0,00843		
	Moyenne		»	»	»	»	»	»	»	0,00841	3,03	
	20. *Creusets de verrerie* $\frac{P\text{-}1}{44}$											
1	4,37 / 4,54	17′	0,350 / 0,351	0,001	5,2	0,41	4,79	2,6	9,35	0		Perméabilité de ce mélange est moins grande que l'erreur possible d'observation.
2	10,26 / 10,36	10′	0,600 / 0,601	0,001	3,05	»	2,64	»	»	0		
3	2,28 / 3,25	57′	0,289 / 0,301	0,002	1,61	0,1	4,21	2,5	»	0		
	21. *Creusets de verrerie* $\frac{P\text{-}2}{22}$											
1	9,06 / 10,26	80′	0,213 / 0,270	0,057	7,325	0,52	6,805	5	10,46	0,00082		Chiffre douteux; probablement trop grand.
2	12,04 / 12,41	37′	0,313 / 0,337	0,024	6,19	»	5,97	»	»	0,00086		
	Moyenne		»	»	»	»	»	»	»	0,00084	0,30(?)	
	22. *Creusets de verrerie* $\frac{P\text{-}3}{21}$											
1	12,10 / 12,31	21′	0,372 / 0,440	0,068	6,52	0,41	6,11	4,2	11,95	0,0031		La croûte supérieure est éloignée.
2	10,41 / 11,21	40′	0,311 / 0,419	0,108	5,645	»	5,245	»	»	0,00302		
3	11,21 / 11,31	13′	0,419 / 0,456	0,037	5,696	0,4	5,296	»	»	0,00313		
	Moyenne		»	»	»	»	»	»	»	0,00308	1,11	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NUMÉROS.	TEMPS. h. m.	t	LITRES.	v	q	p_0	$p-p_0$	l	S	c cm³/l''	V lit./1 h.	OBSERVATIONS.
					23. *Creusets de verrerie* $\frac{B\text{-}4}{43}$							
1	10,49 / 11,09	20′	19,28 / 19,28	0	3,81	0,4	3,41	5,3	9,62	0		Erreur possible = 0,0002 cm³ /sec.
2	10,07 / 10,49	42′	0,225 / 0,234	0,009	7,80	0,42	7,38	2,1	7,55	0,0001 / 0	0	
	Moyenne		»	»	»	»	»	»	»			
					24. *Creusets de verrerie* $\frac{B\text{-}5}{27}$							
1	11,47 / 12,01	14′	0,300 / 0,327	0,027	6,345	0,53	5,815	5,0	9,62	0,00283		
3	9,41 / 10,02	21′	0,167 / 0,213	0,046	7,38	»	6,85	»	»	0,00283 / 0,00283	1,02	
	Moyenne		»	»	»	»	»	»	»			
					27. *Carborundum* $\frac{C\text{-}5}{17}$							
1	9,36 / 10,09	33′	0,230 / 0,348	0,118	6,63	0,53	6,1	4,7	8,04	0,00572		
2	11,42 / 11,55	13′	0,226 / 0,263	0,037	6,29	»	5,76	»	»	0,00483 / 0,00527	1,90	
	Moyenne		»	»	»	»	»	»	»			
					28. *Carborundum* $\frac{C\text{-}9}{18}$							
1	12,31 / 1,01	30′	0,385 / 0,469	0,084	6,185	0,4	5,785	5,2	10,46	0,00402		
2	11,18 / 11,45	27′	0,353 / 0,426	0,073	5,324	0,41	4,91	»	»	0,00455		
3	11,45 / 12,00	15′	0,426 / 0,465	0,039	5,325	»	»	»	»	0,00437 / 0,00431	1,55	
	Moyenne		»	»	»	»	»	»	»			
					29. *Plombagine* $\frac{P\text{-}18}{32}$							
1	9,55 / 10,31	36′	46,85 / 46,65	0,20	7,4	0,42	6,98	4,5	9,62	0,0055		
2	12,15 / 12,30	15′	15,28 / 15,20	0,08	6,8	0,32	6,48	»	»	0,006 / 0,00575	2,07	
	Moyenne		»	»	»	»	»	»	»			
					31. *Plombagine* $\frac{P\text{-}9}{10}$							Une partie du graphite brûlée pendant les essais de conductibilité.
1	4,05 / 4,52	47′	0,371 / 0,409	0,038	5,122	0,4	4,722	4,25	10,18	0,00119	0,43	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NUMÉROS.	TEMPS. h. m.	l	LITRES.	v	q	p_0	$p-p_0$	l	S	v cm³/1″	V lit./1 h.	OBSERVATIONS.
						34. *Fer chromé* $\frac{Ch\text{-}2}{59}$						
1	11,42 / 11,47	5′	0,370 / 0,490	0,120	4,37	0,52	3,85	4,8	10,75	0,0463		
2	11,32 / 11,37	5′	0,424 / 0,549	0,125	3,51	0,4	3,11	4,8	10,75	0,0598		
3	11,47 / 11,50	3′	0,436 / 0,510	0,074	3,37	»	2,97	»	»	0,061		
4	11,57 / 12,02	5′	0,424 / 0,541	0,117	3,30	»	2,90	»	»	0,06		
	Moyenne		»	»	»	»	»	»	»	0,0568	20,45	
						35. *Fer chromé* $\frac{Ch\text{-}2}{26}$						
1	12,00 / 12,06	6′	0,356 / 0,418	0,062	1,876	0,53	1,346	4,6	5,5	0,107		
2	9,35 / 9,44	9′	0,330 / 0,470	0,140	2,45	»	1,92	»	»	0,108		
3	9,46 / 9,55	9′	0,392 / 0,557	0,165	2,95	0,52	2,43	»	»	0,103		
	Moyenne		»	»	»	»	»	»	»	0,106	38,16	
						39. *Fer chromé* (aggloméré) $\frac{FA\text{-}5}{62}$						
1	2,58 / 3,21	23′	0,279 / 0,335	0,056	4,763	0,4	4,363	4,85	9,35	0,0333		
2	3,45 / 3,55	10′	0,287 / 0,304	0,017	5,16	»	4,76	»	»	0,0308		
	Moyenne		»	»	»	»	»	»	»	0,00321	1,15	
						40. *Fer chromé* (aggloméré) $\frac{FA\text{-}9}{63}$						
1	11,27 / 11,54	27′	0,250 / 0,367	0,117	5,426	0,42	5,006	4,8	9,08	0,0075	2,7	
						41. *Fer chromé* (non-aggloméré) $\frac{F}{64}$						
1	4,50 / 4,57	7′	0,214 / 0,348	0,134	1,875	0,42	1,455	5,0	11,0	0,0987		
2	10,59 / 11,07	8′	0,345 / 0,474	0,129	1,72	0,43	1,29	»	»	0,0938		
	Moyenne		»	»	»	»	»	»	»	0,0963	34,67	
						42. *Kieselguhr* $\frac{K}{49}$						
1	10,4 / 10,6	2′	1,856 / 1,810	0,046	2,4	0,4	2,0	4,4	9,62	0,083		

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NUMÉROS.	TEMPS. h. m.	t	LITRES.	v	q	p_0	$p-p_0$	l	S	v cm³/1''	V lit./1 h.	OBSERVATIONS.
2	11,36 / 11,40	4'	1,860 / 1,681	0,179	3,725	0,4	3,325	4,4	9,62	0,097		
3	11,47 / 11,48	1'	1,763 / 1,703	0,060	4,95	»	4,55	»	»	0,1		
4	9,49 / 9,52	3'	1,835 / 1,675	0,160	4,47	»	4,07	»	»	0,0983		Changement de direction.
5	9,59 / 10,03	4'	1,880 / 1,628	0,252	5,17	»	4,77	»	»	0,1		
	Moyenne		»	»	»	»	»	»	»	0,0957	34,45	
	43. *Plombagine* $\frac{QR\text{-}204}{54}$											
1	5,25 / 5,32	7'	0,405 / 0,405	0	5,66	0,4	5,26	4,55	9,62	0		Erreur possible est égale 0,0002 cm³/sec.
2	10,40 / 12,06	86'	0,315 / 0,318	0,003	5,52	»	5,12	»	»	0,00001		
	Moyenne		»	»	»	»	»	»	»	0	0	
	45. *Grès* $\frac{GT\text{-}5}{37}$											
1	12,15 / 12,34	19'	0,290 / 0,321	0,031	5,25	0,54	4,71	4,9	10,75	0,00258		
2	2,37 / 3,34	57'	0,294 / 0,367	0,073	6,65	»	6,11	»	»	0,00205		
3	11,08 / 11,38	30'	0,270 / 0,308	0,038	5,035	0,42	4,615	»	»	0,00208		
	Moyenne		»	»	»	»	»	»	»	0,00223	0,80	
	46. *Grès.* $\frac{GT\text{-}9}{29}$											
1	11,54 / 12,00	6'	0,383 / 0,385	0,002	7,0	0,43	6,57	4,8	9,62	0,0002		Erreur possible = 0,0002 cm³/sec.
	Moyenne		»	»	»	»	»	»	»	0	0	
	51. *Grès* $\frac{G\text{-}189\text{-}5}{35}$											
1	10,40 / 11,14	34'	0,310 / 0,400	0,090	7,677	0,42	7,257	4,8	5,94	0,00483		
2	11,46 / 12,24	38'	2,295 / 0,400	0,105	7,45	0,53	6,92	»	»	0,00537		
3	10,44 / 11,13	29'	0,275 / 0,334	0,059	7,668	»	7,138	»	»	0,00386		
	Moyenne		»	»	»	»	»	»	»	0,00468	1,68	
	52. *Pâte nouvelle* $\frac{PN}{65}$											
1	11,21 / 11,32	11'	0,465 / 0,465	0	3,00	0,45	2,55	4,6	9,62	0		Essayée directement sans découper.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NUMÉROS.	TEMPS. h. m.	t	LITRES.	r	q	p_0	$p-p_0$	l	S	v cm³/l''	V lit./1 h.	OBSERVATIONS.
					56. *Terre cuite blanche* $\frac{TCP}{6}$							
1	10,18 / 10,30	12′	1,825 / 1,811	0,014	6,868	0,305	6,568	4,9	9,62	0,00151		
2	10,40 / 10,54	14′	1,782 / 1,764	0,018	7,89	»	7,585	»	»	0,00141		
3	11,8 / 11,16	8′	1,800 / 1,795	0,005	3,9	0,33	3,57	»	»	0,00148		
	Moyenne		»	»	»	»	»	»	»	0,00147	0,53	
					59. *Terre cuite rouge* $\frac{T\text{-}3\text{-}5}{7}$							
1	11,07 / 11,55	48′	0,265 / 0,345	0,080	7,115	0,54	6,575	4,8	11,34	0,00179		
2	11,29 / 12,16	47′	0,246 / 0,337	0,091	6,396	0,53	5,866	»	»	0,00232		
	Moyenne		»	»	»	»	»	»	»	0,00205	0,74	
					61. *Terre Vallauris* $\frac{V}{48}$							
1	10,59 / 11,09	10′	1,852 / 1,616	0,236	1,56	0,39	1,17	5,0	9,62	0,175		
2	11,20 / 11,25	5′	1,912 / 1,612	0,300	3,29	»	2,90	»	»	0,178		
3	11,34 / 11,47	13′	1,886 / 1,682	0,204	1,17	»	0,78	»	»	0,175		
4	10,03 / 10,06	3′	1,878 / 1,700	0,178	3,23	»	2,84	»	»	0,181		
5	10,06 / 10,08	2′	1,700 / 1,588	0,112	3,02	»	2,63	»	»	0,183		
	Moyenne		»	»	»	»	»	»	»	0,178	64,08	
					64. *Terre légère* $\frac{L}{52}$							
1	10,50 / 10,57	7′	1,963 / 1,907	0,056	4,86	0,41	4,45	4,9	9,62	0,015		
2	11,00 / 11,15	15′	1,880 / 1,751	0,129	5,14	»	4,73	»	»	0,0143		
3	10,53 / 10,55	2′	1,732 / 1,706	0,026	6,46	0,40	6,06	»	»	0,0182		Changement de direction.
4	11,06 / 11,22	16′	1,986 / 1,745	0,241	7,41	»	7,01	»	»	0,0182		
	Moyenne		»	»	»	»	»	»	»	0,0164	5,90	
					Silice S-9-13 après chauffage à 1 400°.							
1	3,46 / 3,51	5′	0,381 / 0,464	0,083	0,69	0,41	0,28	4,7	7,07	0,55		Transformée en trydimite.
2	4,01 / 4,07	6′	0,343 / 0,462	0,119	0,725	»	0,31	»	»	0,69		
	Moyenne		»	»	»	»	»	»	»	0,67	241,0	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES

Essais mécaniques de la fonte, par **Ch. Frémont** (1).

Les premiers essais mécaniques de la fonte paraissent dater de la fin du XVIIIe siècle (2).

En mars 1790, *Périer* fit des expériences de flexion sur des barres de fer fondu à sa manufacture de Chaillot ; la section de la barrette d'essai était d'un pouce d'équarrissage (27 millimètres de côté), l'écartement des points

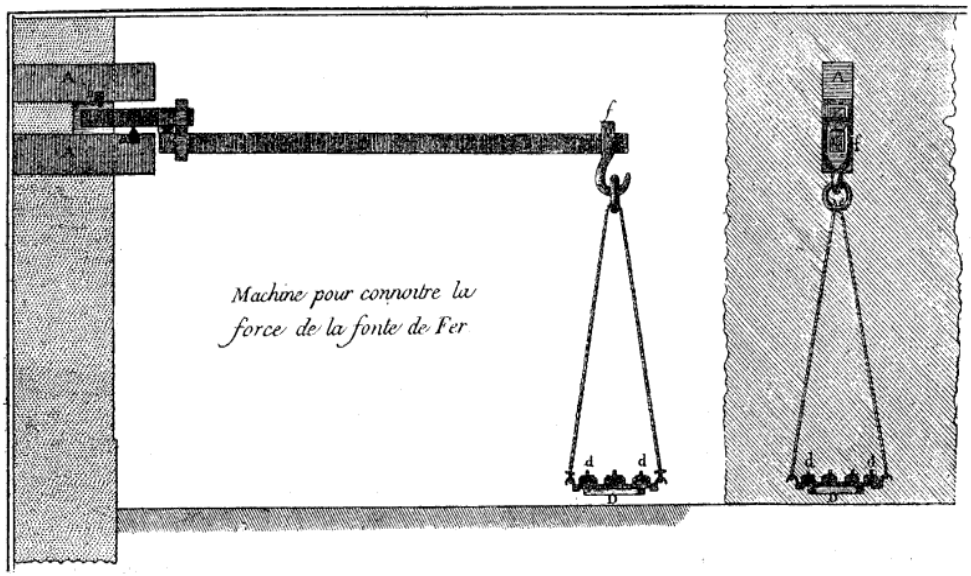


Fig. 1. — Machine à essayer la fonte attribuée à Monge ; inventée en 1790 par Ramus, directeur du Creusot.

d'appui de 9 pouces (243 millimètres) et le chargement au milieu, pour obtenir la rupture, fut de 3770 livres (moyenne de plusieurs expériences). A la même époque, pour prouver que la fonte de fer obtenue dans le haut fourneau au coke pouvait résister au moins aussi bien que la fonte obtenue dans le haut fourneau au charbon de bois, *Ramus*, directeur de la fonderie du

(1) Travail subventionné par la *Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*.

(2) Ch. Fremont. *Évolution des méthodes et des appareils*, etc. Congrès international des méthodes d'essai. Paris 1900.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Creusot, imagina l'appareil dont nous nous servons encore aujourd'hui sous le nom d'appareil de Monge, qui le préconisa pour essayer à la flexion des barreaux de fonte encastrés à une de leurs extrémités et chargés de poids à l'autre (fig. 1). Périer et Ramus s'étaient évidemment inspirés des procédés de flexion employés antérieurement par Musschenbroek (fig. 2), Bélidor (fig. 3), Buffon, Duhamel du Monceau (fig. 4 à 6), pour mesurer la résistance des bois, et par Perronet qui, en même temps que des essais de flexion des bois, fit des essais de flexion de fers, ainsi que l'indique un de ses manuscrits conservés à la Bibliothèque de l'École des Ponts et Chaussées et dans lequel se trouve le résultat d'une expérience à la flexion faite en octobre 1746, sur une barre de fer doux de 9 lignes en carré, posée sur deux points d'appui écartés de 4 pieds on chargea cette barre en son milieu, d'abord de 364 livres, ce qui la fit courber de 12 lignes, puis de 468 livres ce qui accentua la courbure jusqu'à 19 lignes, et enfin en chargeant de 597 livres, on eut 37 lignes. L'expérience ne fut pas poussée plus loin, car la ductilité du métal était telle qu'on n'aurait pas pu rompre la barre.

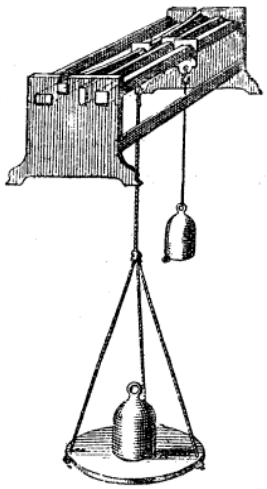


Fig. 2. — Machine de Musschenbroek pour essayer à la flexion.

Les résultats des essais de flexion de la fonte, effectués par Ramus, furent publiés en 1790, dans les Annales de chimie (fig. 14), par Gazeran, alors directeur de la verrerie du Creusot, qui se donna comme l'inventeur de la machine et l'auteur des essais (1).

Cette *méthode d'essai* ayant paru à Gazeran devoir donner de bons résultats, il songea à l'appliquer comme *méthode de recette;* il dit en effet :

« Que si l'on s'occupait à trouver facilement et sans frais la ténacité des fontes de fer et à connaître l'influence d'une température très élevée sur les fontes fort chargées de carbure de fer ou de plombagine, on parviendrait à éviter les incertitudes. »

On essayait à cette époque les canons de fusils et les canons d'artillerie par des épreuves à la poudre et, comme le faisait remarquer Vauban à propos des canons de fusils (2), « cette épreuve ne manquait pas de donner aux armes un effort qui les disposait à crever ».

On voyait souvent des canons d'artillerie éclater après la mise en service,

(1) Hassenfratz. *La Sidérotechnie.* Paris, 1812. T. I (p. 47).
(2) Vauban. *Traité de la défense des places*, 1769, p. 94.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

soit parce que le métal avait été détérioré à l'essai, soit parce qu'il avait atteint sa limite de résistance sans que rien en avertît.

Gazeran pensa que l'essai préalable de la fonte employée pour la coulée des

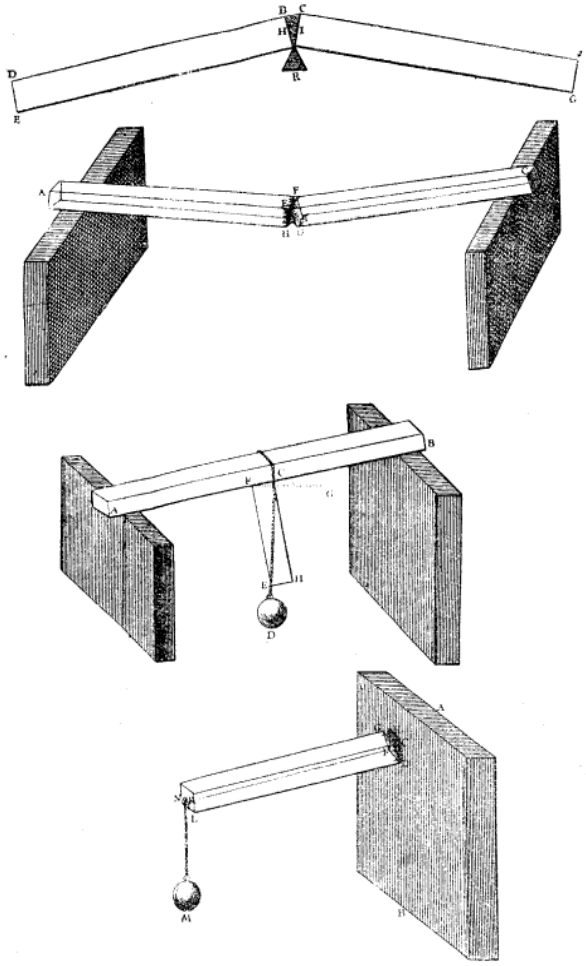


Fig. 3. — Essais de flexions de Bélidor.

canons renseignerait suffisamment sur la qualité pour faire cesser les incertitudes signalées.

Les essais de recette de la fonte, par flexion d'un prisme encastré à une de ses extrémités, furent alors mis en usage au Creusot ainsi que le rapporte Monge (1) :

(1) Monge. *Description de l'art de fabriquer les canons*. Paris, an II (1794), p. 18.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Il est facile de s'assurer d'avance si la ténacité d'une certaine fonte est suffisante pour servir à la confection des canons, et ce procédé a déjà été mis

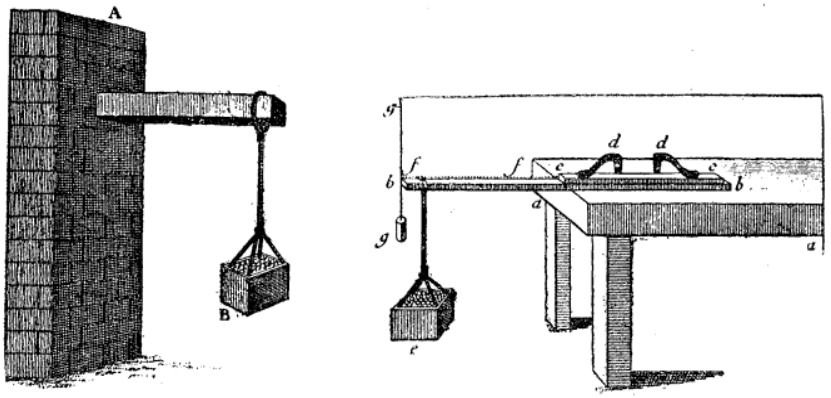


Fig. 4 et 5. — Essais de flexion de Duhamel du Monceau.

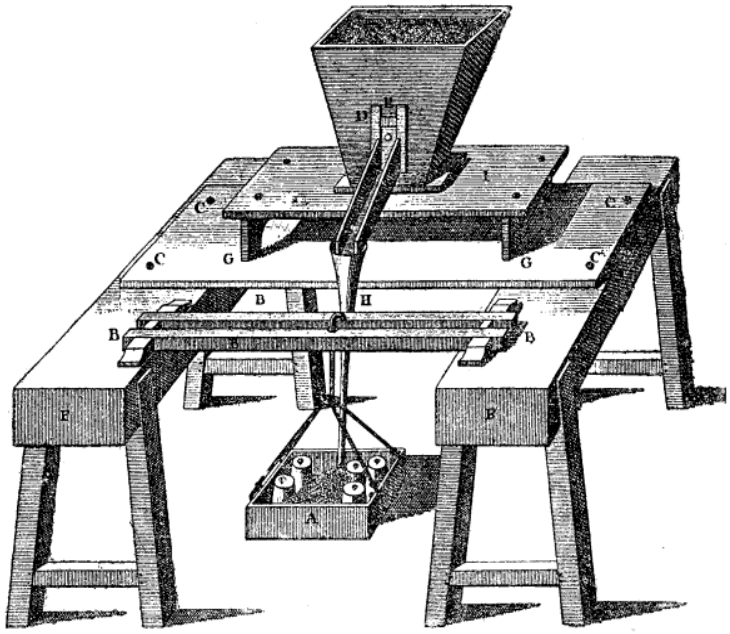


Fig. 6. — Machine de Duhamel du Monceau permettant d'opérer la flexion par chargement gradué et d'une manière continue.

en usage à la fonderie du Creusot, près Montcenis. Pour cela on fait couler un lingot de 3 pouces carrés et d'environ 15 ou 18 pouces de longueur; ce lingot

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

s'introduit par une de ses extrémités dans une boîte de fonte scellée dans un mur solide (fig. 1) et qui présente dans son intérieur un point d'appui sur lequel

Annales de Chimie,
Tome VII, page 112.

TABLEAU des Expériences faites à la Fonderie Royale du Creuzot, sur la ténacité des fontes de fer.

	Indication des fontes de fer employées, & de la proportion des alliages.	Numéros des barreaux de fonte éprouvés.	Poids employés pour les rompre.	Quantité de carbure de fer trouvé dans les fontes par quintal.
				liv. on. gr.
Fontes faites avec le coak.	Fonte blanche provenante d'un canon qui avoit été crévé hors des épreuves ordinaires	1	1,162	...5....
	Fonte blanche	2	1,096	...4....
	Fonte d'un haut fourneau du Creuzot, où l'on employoit $\frac{1}{3}$ de coak inférieur en qualité, & $\frac{2}{3}$ de bon	3	1,328	...6....
	Fonte Angloise peu grise, refondue au réverbère.	4	1,378	...8....
	Fonte d'un haut fourneau, dont le travail étoit dérangé, le laitier mauvais	5	1,028	...5....
	Fonte d'un haut fourneau, dont la tuyère étoit obstruée depuis douze jours	6	1,405	...8....
	Fonte grise du Creuzot, refondue au réverbère, avec partie égale de fonte grise de Franche-Comté. *Canons solides*	7	1,578	2.....
	Idem. Avec un quart de fonte grise de Franche-Comté	8	1,687	2...2....
Fontes au charbon de bois.	Fonte un peu grise du Périgord, & refondue au fourneau à réverbère	9	1,416	1...8...3
	Fonte très-grise de la Franche-Comté refondue au réverbère	10	1,655	1..15...7
Fontes au coak refondues à une haute température.	Fonte grise d'un haut fourneau du Creuzot, où l'on emploie du bon coak	11	1,721	2..12....
	La même refondue au réverbère	11	1,818	...14....
	Fonte plus grise d'un haut fourneau du Creuzot, chargé d'excellent coak	12	1,806	3.....
	La même fonte refondue au réverbère, *excellens canons*	12	2,025	...12....
	Fonte grise du Creuzot pour tuyaux, & autres ouvrages moulés	13	1,771	2..13....

Nota. Les barreaux d'épreuves avoient exactement trois pouces en quarré sur dix huit pouces de longueur.

Fig. 7. — Reproduction de la page des Annales de Chimie (t. VII, 1790, p. 112), donnant les résultats des essais de flexion de diverses fontes, effectués par Ramus, directeur de la fonderie du Creusot, et publiés par Gazeran.

repose le lingot; on fixe à l'autre extrémité un levier de fer forgé retenu au lingot par une bride de fer, et portant, à 6 pieds 6 pouces de distance du point d'appui, un plateau de balance; enfin, on charge ce plateau de poids successifs,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

jusqu'à ce que la charge détermine la rupture du lingot. Si le lingot peut supporter 1 500 livres dans le plateau de la balance avant que de se rompre, la fonte a assez de ténacité pour être employée à la confection des pièces d'artillerie. »

En résumé, Périer fit des essais de flexion en plaçant une barrette carrée de 27 millimètres de côté sur deux points d'appui écartés d'environ 24 centimètres, et en chargeant de poids, au milieu, jusqu'à rupture.

Ramus prit des barrettes de fonte de 80 millimètres de côté et d'environ 50 centimètres de long, encastrées à une extrémité dans une boîte en fonte, et fléchies à l'aide d'un levier appliqué à l'autre extrémité.

Ces deux procédés ne diffèrent de ceux employés par Musschenbroek, Bélidor, Duhamel du Monceau et Perronet, pour essayer à la flexion le bois et le fer que par la réduction des dimensions des éprouvettes.

Pendant la première moitié du XIXe siècle, la fonte destinée à la fabrication des pièces moulées était essayée à l'aide de l'appareil de Monge fléchissant statiquement, jusqu'à rupture, des barrettes de dimensions déterminées, *coulées à part*.

Le chargement par poids successifs posés sur le plateau de l'appareil a un double inconvénient : l'effort de rupture n'est pas exactement déterminé ; il est compris entre l'avant-dernier effort, qui n'a pas rompu l'éprouvette, et le dernier effort, qui est supérieur à la résistance de l'éprouvette, puisqu'il en a effectué la rupture ; en outre, ce qui est le plus grave, le dépôt de chaque poids sur le plateau produit un choc dont l'effort maximum instantané fait rompre prématurément l'éprouvette. Il est clair que, plus les poids posés seront petits et moindres seront ces deux inconvénients ; à la limite, les deux inconvénients seront nuls.

Pour atteindre ce résultat, dans ses essais de flexion des bois, Duhamel du Monceau avait imaginé un dispositif spécial (fig. 6) dans lequel le chargement du plateau s'effectuait d'une manière progressive et continue à l'aide de petits plombs de chasse contenus dans une auge et déversés lentement sur le plateau de l'appareil.

Pour les mêmes raisons et dans le même but, on fit à l'appareil de Monge une modification semblable ; mais, au lieu d'employer de la grenaille de plomb pour produire le chargement, on fit couler de l'eau dans un seau suspendu à la place du plateau à l'extrémité du levier ; le poids de l'eau contenue dans le seau étant mesuré, à toute période du chargement, par la hauteur du niveau lue sur une génératrice graduée.

Mais la sujétion de l'emploi de l'eau a fait depuis abandonner ce système de chargement et les praticiens sont revenus à l'appareil de Monge fléchissant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

jusqu'à rupture, par flexion statique, une éprouvette *encastrée par une extrémité*, ainsi que l'avait fait Ramus.

Plus tard, l'Administration des Constructions navales et l'Artillerie de marine

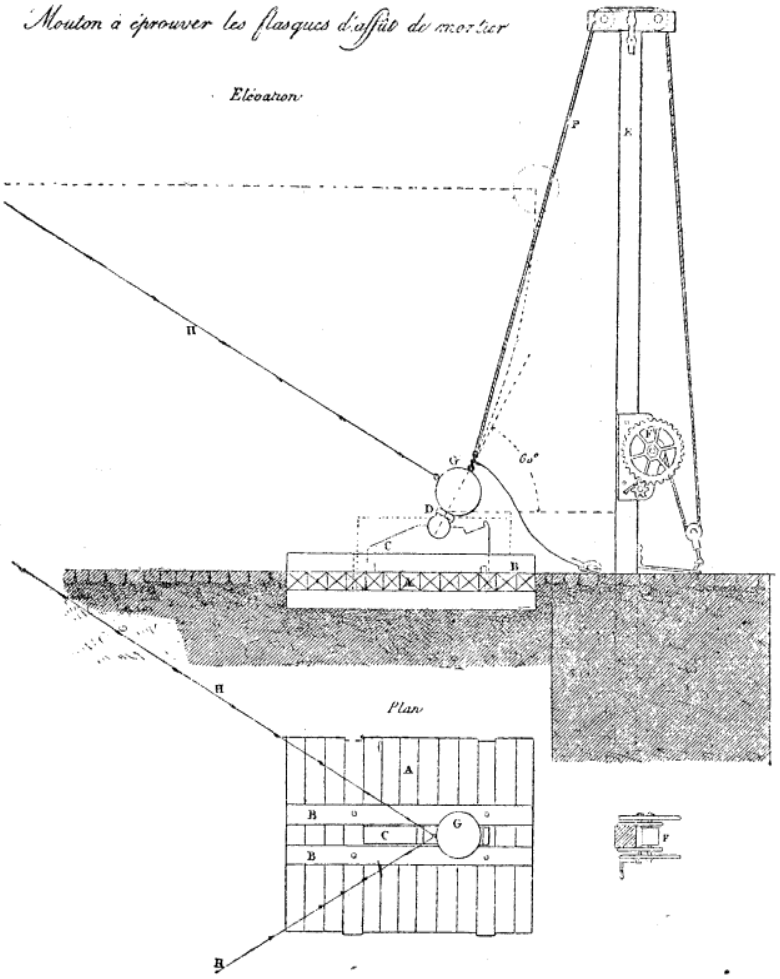


Fig. 8. — Essai au choc de pièces de fonte finies : flasques d'affût de mortier, en 1836.

modifièrent cet essai et opérèrent la flexion au milieu des barrettes *posées sur deux points d'appui*, comme l'avait fait Périer, mais en effectuant cette opération sur une machine permettant d'exercer un effort continu et progressif.

Les machines à essayer admises par ces administrations étant munies

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'appareils enregistreurs renseignant, par les diagrammes inscrits automatiquement, sur l'effort de rupture et sur la flèche subie par l'éprouvette; les cahiers des charges de ces administrations imposent une *flèche minimum*, flèche comprenant à la fois la déformation élastique et la déformation permanente.

Il fut un temps où des pièces de fonte à l'usage de l'artillerie n'étaient acceptées qu'après avoir résisté avec succès au choc d'un mouton (fig. 8) (décision ministérielle du 29 février 1836) (1).

Certains cahiers des charges imposent encore des essais de *rupture au choc* sur des pièces finies; ces essais se font sur quelques pièces de fonte, prises au hasard dans le lot soumis à la réception, et naturellement dans une faible proportion : une pièce rompue sur deux cents pièces présentées, par exemple.

Mais la diversité des sections des pièces de fonte finies ne permet pas de comparer les résultats des essais de pièces de formes différentes; aussi, pour apprécier la qualité de la fonte, fait-on toujours des essais du métal sur des éprouvettes.

Pour ces essais, la flexion statique paraît actuellement délaissée; les cahiers des charges des compagnies de chemins de fer n'imposent que l'essai de flexion dynamique et l'essai de traction, essais effectués sur des barreaux fondus à part.

Pour les essais de fer et d'acier, l'essai au choc s'impose parce que le même métal, placé dans des conditions différentes, peut présenter des modes de rupture différents; ainsi tel acier qui, essayé par flexion statique, exige pour se rompre une grande quantité de travail et présente une cassure à nerf, pourra se rompre brusquement avec une faible dépense de travail et présenter une cassure à grain, si l'essai de flexion est effectué par choc.

Pour montrer la différence de résistance vive dans ces deux modes d'essai de flexion (2), j'ai découpé dans une tôle d'acier fragile au choc cinq éprouvettes prismatiques de 8×10 millimètres de section rectangulaire, en les prenant aussi rapprochées que possible, l'écartement entre chacune d'elles étant l'épaisseur d'un trait de scie. J'ai essayé, au pliage statique, une de ces éprouvettes et j'ai obtenu le diagramme O A B C D, etc. (fig. 9) dans lequel les ordonnées : 1A — 2B — 3C — 4D mesurent les efforts ayant produit les flèches 01 — 02 — 03 — 04, à une échelle déterminée. La cassure à fibres allongées témoignait d'un bon métal très résistant.

Cette première éprouvette ne s'est donc pas rompue brusquement; au contraire, elle a exigé une quantité de travail assez importante : 24 kilogram-

(1) *Procédés de fabrication dans les forges*. Paris 1839, p. 257.

(2) Ch. Fremont. *Évolutions des méthodes et des appareils*, etc. Congrès international des méthodes d'essai. Paris, 1900. T. I, p. 436.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mètres ; on peut donc considérer ce métal comme bon à l'essai de pliage statique.

J'ai plié successivement les quatre autres éprouvettes de la même façon, mais en arrêtant le pliage statique au point A pour la seconde éprouvette ; au point B pour la troisième, au point C pour la quatrième, et enfin au point D pour la dernière.

Les diagrammes partiels successivement obtenus ont parfaitement coïncidé avec la partie correspondante du diagramme entier du premier pliage.

Puis j'ai achevé le pliage de ces quatre éprouvettes en les soumettant, cette fois, au choc d'un mouton permettant de mesurer le travail dépensé pour effectuer la rupture complète ; si le métal n'eût pas été fragile, j'aurais dû

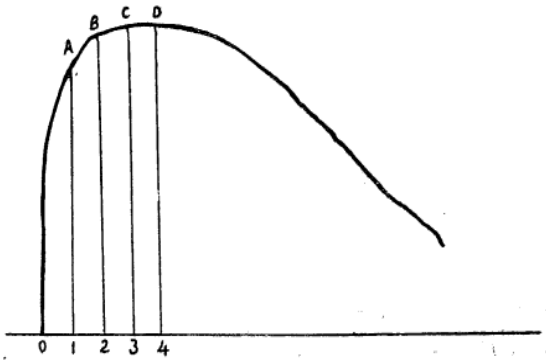


Fig. 9. — Diagrammes de pliages statiques de cinq éprouvettes prises dans un même acier. (En abscisses les flèches, en ordonnées, les efforts.)

trouver, à chacun de ces derniers essais, une dépense de travail correspondant au travail total dépensé pour rompre statiquement la première éprouvette c'est-à-dire environ 24 kilogrammètres, moins la quantité de travail déjà dépensée pour effectuer statiquement la première partie du pliage.

Il n'en a rien été : chaque fois, l'éprouvette s'est rompue brusquement avec une très faible quantité de travail ; et la cassure, toujours fibreuse dans la partie rompue statiquement, était toujours grenue dans la partie rompue au choc.

La figure 10 est la reproduction photographique des cassures des huit fragments provenant de ces quatre éprouvettes essayées partie statiquement et partie dynamiquement.

La rupture de la fonte se fait toujours entre les grains ; la cassure est toujours grenue, que le procédé mécanique pour effectuer cette rupture soit statique ou dynamique ; le choc n'est donc pas indiqué, puisque ce métal n'a qu'un mode de cassure.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

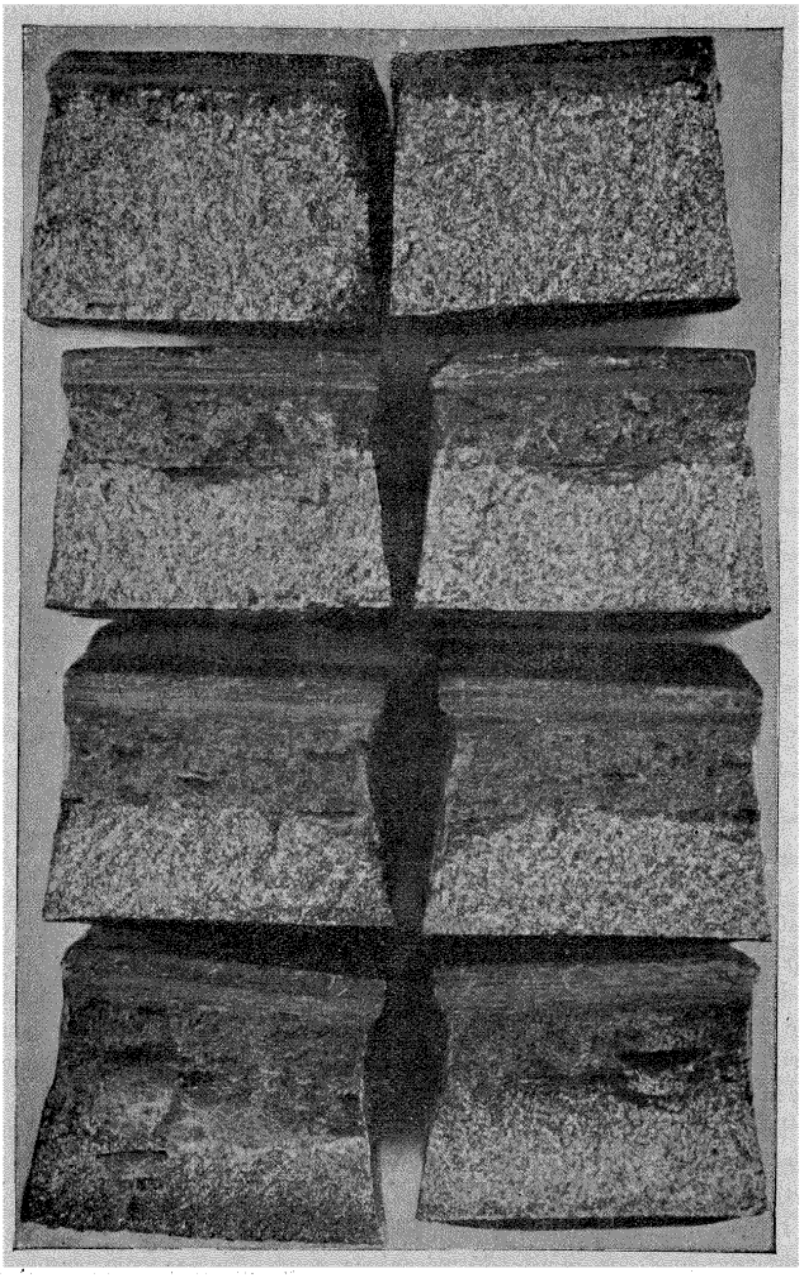


Fig. 10. — Eprouvettes prises dans le même acier et rompues chacune partie au pliage statique (cassure à nerf) et partie au choc (cassure à grain).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La quantité de travail dépensée pour produire la rupture de la fonte est toujours faible, puisque cette rupture s'effectue après une très faible déformation permanente de l'éprouvette. Ainsi, dans l'essai actuellement usité, l'éprouvette a une section carrée de 40 millimètres de côté, et elle se rompt avec une dépense de travail de 5 à 7 kilogrammètres (mouton de 12 kilogrammes tombant d'une hauteur variant de $0^m,40$ à $0^m,60$). Or, on sait que, pour produire un même effet, le choc dépense plus de travail que la pression statique à cause des pertes par vibrations dans le sol par exemple, pertes inhérentes au procédé mécanique et d'autant plus importantes que le poids de l'enclume ou de la chabotte est moindre. Il s'ensuit que la même fonte donnera une résistance vive différente suivant le mouton. Aussi, cet essai de rupture de la fonte par choc manque de précision parce que les résultats des essais au choc de deux fontes de qualité très différente ne présentent qu'un faible écart et que des influences extérieures peuvent agir sur ces résultats dans une grande proportion.

Le procédé consistant à opérer par chocs successifs est aussi défectueux et l'essai de l'éprouvette *fondue à part* ne renseigne en outre que très approximativement sur la qualité du métal de la pièce utilisée.

Toutes ces raisons expliquent que cet essai de choc ne renseigne pas sur la valeur de la résistance de la fonte, ainsi que nous le constaterons plus loin par des expériences pratiques.

D'un autre côté, l'expérience d'une pratique industrielle de plus d'un siècle a montré que l'essai de flexion statique renseigne bien sur la qualité de la fonte, c'est-à-dire que les fontes qui ont donné un bon service à l'usage donnent un chiffre élevé à cet essai et que les fontes de mauvaise qualité à l'usage donnent au contraire un chiffre faible. J'ai donc été conduit, pour étudier la qualité de la fonte, à choisir *l'essai statique de flexion*, en apportant quelques modifications à l'ancienne méthode et en imaginant une nouvelle machine répondant à de nouvelles conditions.

J'ai donné des dimensions aussi réduites que possible à l'éprouvette type, afin de permettre de la prendre dans toutes les parties des pièces à étudier et de mieux en vérifier l'homogénéité. J'ai pris une forme prismatique à section rectangulaire de 8 millimètres d'épaisseur sur 10 millimètres de largeur et de 35 millimètres de long, la flexion s'opérant par le milieu de l'éprouvette placée sur deux points d'appui écartés de 30 millimètres.

Puis, j'ai imaginé une machine spéciale permettant d'effectuer avec précision l'essai de ces petites éprouvettes et enregistrant le diagramme de l'opération.

La figure 11 est la photographie de cette machine.

La figure 12 est le dessin schématique permettant d'en comprendre le fonctionnement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin, pour vérifier la valeur pratique des résultats obtenus par cette méthode, j'ai effectué des essais sur 110 spécimens de fontes dont, pour la plupart, je connaissais les résultats à l'usage pratique.

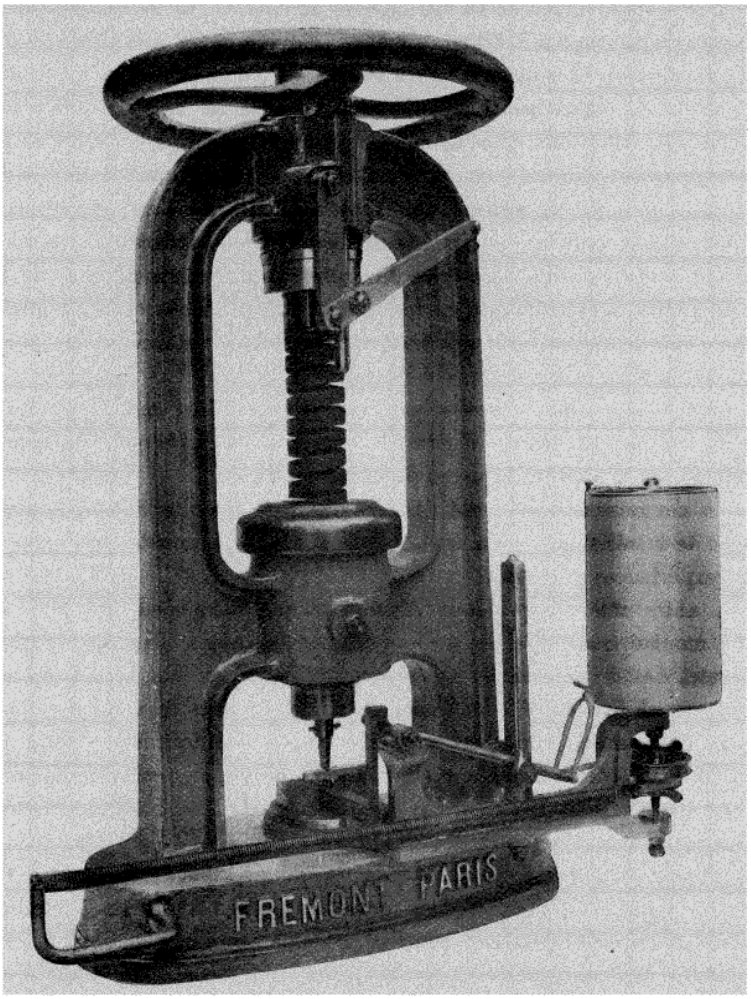


Fig. 11. — Nouvelle machine *Frémont* à essayer à la flexion des petites éprouvettes de fonte.

DESCRIPTION DE LA NOUVELLE MACHINE A ESSAYER LA FONTE

Les dimensions de l'éprouvette-type étant déterminées par des considérations pratiques, comme il a été expliqué, j'ai dû évaluer au moins approximativement l'effort nécessaire pour rompre de telles éprouvettes prises dans des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fontes de qualités diverses ; quelques essais préalables m'ont permis d'évaluer l'effort statique maximum à 300 kilogrammes pour les fontes de moindre qualité et à 900 kilogrammes pour les très bonnes fontes. La nouvelle machine

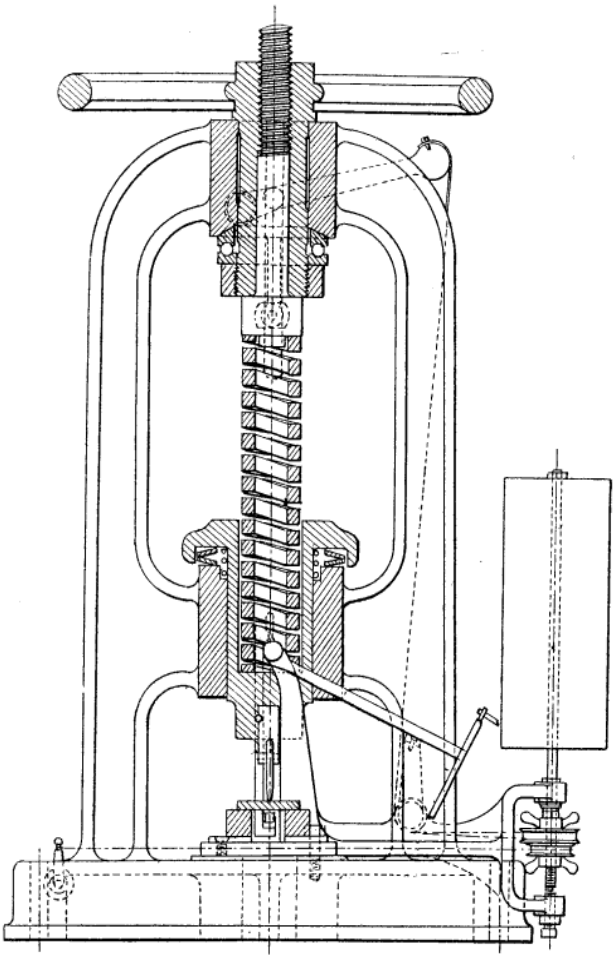


Fig. 12. — Dessin schématique montrant le fonctionnement de la nouvelle machine à essayer à la flexion des petites éprouvettes de fonte.

doit donc produire un effort maximum de 1 000 à 1 500 kilogrammes, et cet effort doit s'exercer graduellement sans le moindre à-coup. Aussi j'ai dû abandonner l'ancien mode de chargement par poids successifs, et j'ai choisi la vis conduite par un volant à main.

Mais la mise en mouvement de la vis par son volant, pour amener le poinçon

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au contact de l'éprouvette, accumule dans ces deux organes une quantité de force vive qui pourrait être suffisante pour rompre brusquement l'éprouvette avant même que l'opérateur soit prévenu du contact, car il suffit d'une puissance vive de moins d'un quart de kilogrammètre pour rompre une de ces éprouvettes de la meilleure fonte, et qu'une très faible course de la vis, moins d'un quart de millimètre, suffirait pour produire la flexion maximum, c'est-à-dire la rupture de l'éprouvette.

Pour éviter cet écueil, j'ai imaginé d'interposer entre la vis et le porte-outil un gros ressort qui transmet ainsi au poinçon, graduellement et sans choc, l'effort de la vis.

Le poids de ce gros ressort et celui du porte-outil sont équilibrés par un ressort à boudin qui, logé dans la glissière du bâti, entoure le porte-outil et en soulève le collet.

Ce gros ressort fléchit proportionnellement à l'effort qu'il transmet à raison de 1 millimètre par 43 kilogrammes de pression; la rupture des éprouvettes ne s'effectue que lorsque la vis, au pas de $2^{mm},5$, a parcouru environ 7 millimètres, soit près de 3 tours, pour la fonte la moins résistante, et environ 20 millimètres, soit 8 tours, pour la fonte la plus résistante; c'est là une course environ cent fois plus grande que ne serait celle de la vis fléchissant directement l'éprouvette ; la mesure directe de la course du ressort donnant la valeur de l'effort est donc très facile.

Ce gros ressort amortit donc le choc initial au contact du poinçon sur l'éprouvette et les à-coups successifs dans le mouvement de la vis, et il permet de mesurer facilement l'effort transmis sur l'éprouvette.

Mais il ne suffit pas de mesurer l'effort de rupture; il faut en outre connaître le coefficient et la limite d'élasticité, renseignements qui ne peuvent être donnés que par le diagramme enregistré au fur et à mesure de l'opération. En conséquence, la machine est munie d'un appareil enregistreur.

Le tambour portant le papier sur lequel se fait le tracé est entraîné par un fil métallique en connexion avec le gros ressort.

Un levier articulé à la partie supérieure du bâti amplifie la course du gros ressort, et le fil métallique attaché à l'extrémité de son plus grand bras va s'enrouler sur la poulie calée sur l'arbre du tambour enregistreur, entraînant celui-ci à raison de 1 millimètre d'abscisse par $3^{kg},4$ d'effort; la flèche maximum produite par la flexion de l'éprouvette étant très faible — environ un quart de millimètre — il faut, pour en obtenir la mesure avec une précision suffisante, l'amplifier environ 200 fois.

Pour obtenir ce résultat, deux leviers horizontaux montés sur couteaux sont reliés par une tige verticale mobile montée aussi sur couteaux. L'extrémité du petit bras du premier levier est en contact avec le dessous de l'éprouvette

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et l'extrémité du grand bras du second levier porte la plume qui trace le diagramme sur le tambour de l'enregistreur en ordonnée amplifiant deux cents fois la flèche de l'éprouvette.

Le contact du premier levier avec le dessous de l'éprouvette se fait par l'intermédiaire d'un petit coussinet en forme de couteau, dont la partie supérieure est un peu au-dessus du plan horizontal des deux points d'appui des éprouvettes afin d'éviter une erreur possible dans le cas où le dessous de l'éprouvette ne serait pas parfaitement droit. Il s'ensuit que, dès le contact du poinçon avec l'éprouvette, avant qu'aucun effort sensible autre que celui qui est nécessaire pour équilibrer les leviers de la plume ne se soit encore produit, la plume monte verticalement et trace une ordonnée qui sera le point de départ du diagramme pour la mesure des abscisses.

Nous savons que l'ajustage le plus parfait n'a pas une précision absolue : la surface inférieure de l'éprouvette n'est pas mathématiquement plane, le contact sur les deux points d'appui produit sous l'effort une faible torsion de l'éprouvette, etc., de sorte que la première partie du tracé du diagramme est influencée plus ou moins par ces irrégularités fatales ; mais bientôt l'allure du diagramme reprend la ligne droite correspondant à la période de flexion élastique jusqu'à ce que la déformation permanente accentue la flexion ; alors commence ce qu'on pourrait appeler la période des grands allongements dont l'origine permet de limiter la période élastique.

Il y aura donc lieu, après que le diagramme aura été enregistré automatiquement pendant l'opération (fig. 14), de tracer une droite $x'E$ coïncidant avec la partie rectiligne BC de ce diagramme ; la partie gauche de cette droite rencontrera l'ordonnée initiale produite comme nous l'avons dit par le contact de l'éprouvette avec le coussinet au début de la flexion ; la partie droite de cette ligne droite indiquera, au point C où elle cessera de coïncider avec le diagramme, la *limite d'élasticité* de l'éprouvette essayée, et l'angle que fera cette droite avec la ligne des abscisses xy donnera la mesure du *coefficient d'élasticité*.

La rupture de l'éprouvette de fonte s'effectue toujours brusquement sous l'effort maximum, ce qui produit un très grand choc dont le résultat pourrait être de démolir l'enregistreur par suite de la projection brusque des leviers ; pour éviter cet accident, j'ai placé deux rondelles Belleville sur la glissière et sous le collet du porte-outil ; la course du poinçon est alors limitée à 2 millimètres, espace suffisant pour le jeu nécessaire au passage de l'éprouvette lors de sa mise en place et pour la flèche maximum possible au moment de la rupture ; enfin le *vé* du coussinet, sur lequel repose le couteau de la tige verticale de connexion qui relie les deux leviers horizontaux, est ajusté de telle façon que, lorsque la plume est arrivée à une hauteur d'ordonnée un peu supérieure

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à celle qui correspond à la plus grande flèche possible de l'éprouvette, cette tige verticale glisse et s'échappe; le second levier n'est donc plus entraîné, et il ne continue sa course que par inertie; un amortisseur élastique convenablement disposé l'arrête alors dans sa course.

Après chaque essai, il faut donc remettre en place la tige verticale qui réunit les deux leviers horizontaux de l'enregistreur.

Tarage de la machine. — Il ne suffit pas de tracer le diagramme de la flexion de l'éprouvette de fonte; il faut en chiffrer les résultats par la mesure des trois éléments : coefficient d'élasticité, limite d'élasticité, résistance maximum à la rupture; il faut donc connaître la valeur des efforts tracés en abscisses et les flèches correspondantes amplifiées en ordonnées sur le diagramme.

On peut tarer le gros ressort en évaluant sa flexion pour une charge donnée; il suffit ensuite de mesurer sur le tambour l'amplification correspondant à la course de ce ressort. Ainsi, sur la machine (fig. 12) qui m'a servi à effectuer mes expériences sur la fonte, ce gros ressort fléchissait de 30 millimètres sous une charge de 1230 kilogrammes, soit de 1 millimètre pour un effort de 41 kilogrammes, et l'abscisse du diagramme mesurait 12 millimètres par millimètre de flexion de ce ressort; de sorte que mes calculs ont été établis sur la base de $\frac{41}{12} = 3{,}4$ kilogrammes par millimètre d'abscisse des diagrammes. On peut tarer directement en plaçant, sur la plate-forme de la machine et sous le porte-outil, une romaine qu'on charge graduellement de poids; on rétablit chaque fois l'équilibre rompu par l'affaissement du gros ressort en comprimant celui-ci à l'aide du volant et de la vis et on note, sur le tambour, la course en abscisse correspondant à une charge déterminée. C'est un procédé de tarage que j'ai déjà indiqué (1).

Le tarage de la flèche de l'éprouvette se fait en plaçant une mesure, un palmer de précision, sur les deux points d'appui destinés à supporter l'éprouvette; on tourne ensuite la vis micrométrique de l'instrument qui pousse graduellement le petit coussinet du levier horizontal comme le fait l'éprouvette en fléchissant pendant l'essai, et on note, à chaque avancement déterminé, la position de la plume sur le diagramme; on vérifie ainsi si l'amplification de la course est bien exactement de 200.

(1). Ch. Fremont. *Mesure de la limite élastique des métaux*, Bulletin de la Société d'Encouragement, septembre 1903, fig. 1.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

APPLICATION DE CETTE NOUVELLE MÉTHODE A L'ÉTUDE DE LA RÉSISTANCE MÉCANIQUE DE LA FONTE

Pour effectuer l'étude expérimentale de la résistance mécanique de la fonte d'après cette nouvelle méthode, j'ai choisi 110 morceaux de fonte, de provenances aussi diverses que possible, et dont les résultats à l'usage m'étaient indiqués, au moins pour la plus grande partie:

Fontes mécaniques: cylindres de machines à vapeur, à gaz, segments de pistons, bâtis de machines, pièces détachées de machines-outils, de presses à imprimer, chabottes de marteaux-pilons, etc., etc.

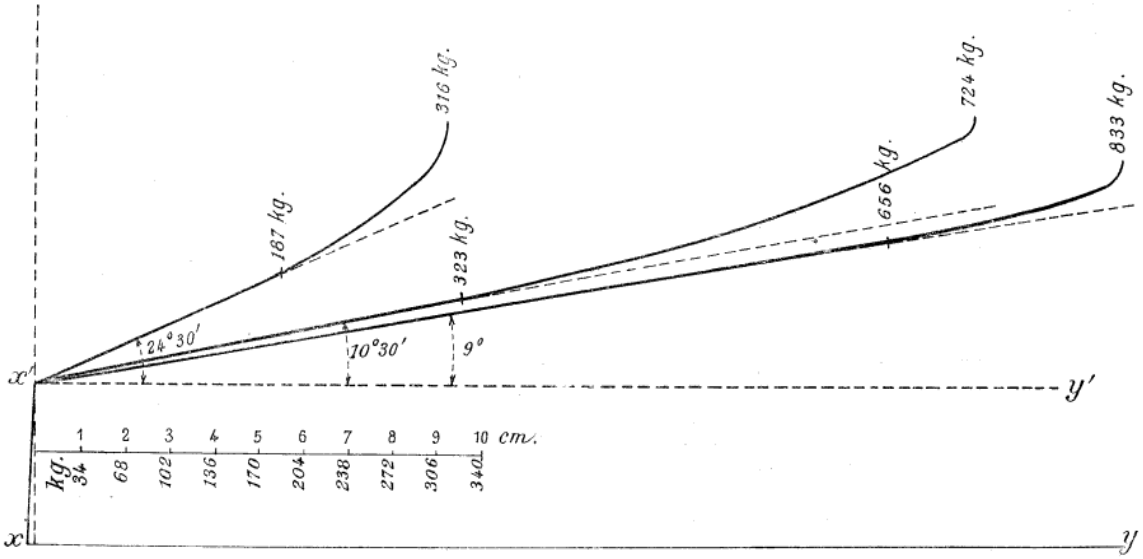


Fig. 13. — Trois diagrammes typiques des essais de flexion de trois éprouvettes de fontes de qualités très différentes. (En abscisses les efforts et, en ordonnées, les flèches correspondantes).

Fontes de chemins de fer: boîtes à graisse, sabots de frein, guides de tampons, coussinets de rails, etc., etc.

Fontes de bâtiments: balcons, tuyaux de descente, etc.

Enfin des fontes d'éprouvettes habituelles de 40 × 40 millimètres de section, dont les résultats d'essais au choc m'étaient connus.

Sur chacun de ces 110 morceaux, j'ai fait, d'après ma nouvelle méthode, une série d'environ six essais et pour quelques-uns qui me paraissaient plus intéressants, j'ai répété ces essais jusqu'à quinze fois sur le même échantillon.

La figure 13 montre, à titre d'exemple, trois spécimens typiques des diagrammes obtenus dans ces nombreux essais de flexion.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La ligne xy est la ligne initiale des abscisses, sur laquelle se mesurent les efforts à raison de 3,4 kilogrammes par millimètre de longueur.

Le diagramme du travail de flexion de l'éprouvette essayée n'a pas son origine sur cette ligne parce que, comme il a été expliqué en prévision d'une concavité possible à l'ajustage de la face inférieure de l'éprouvette, le dessus du petit coussinet mobile, qui est placé sur le premier levier horizontal de l'enregistreur, est un peu plus élevé que le plan des deux appuis sur lesquels portera l'éprouvette; le premier effet de la pression est donc, avant tout effort de flexion, d'appuyer d'abord légèrement sur l'éprouvette pour la faire porter sur ses deux points d'appui; le petit coussinet se trouve ainsi repoussé de la

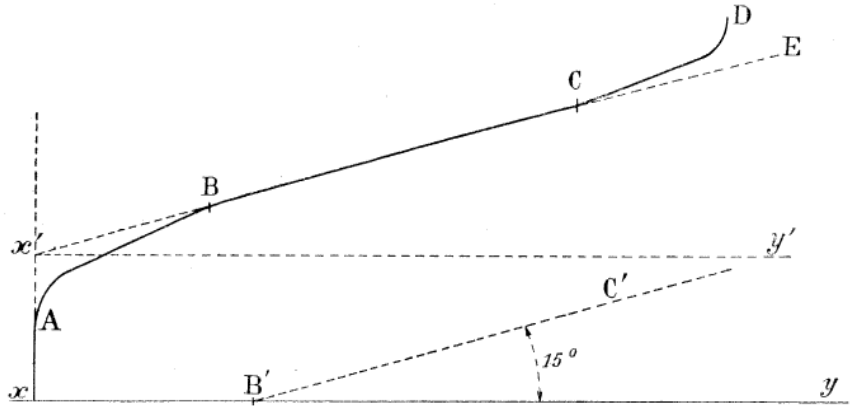


Fig. 14. — Diagramme donné par l'enregistreur et ensuite rectifié.
(En abscisses les efforts et en ordonnées les flèches correspondantes.)

quantité dont l'éprouvette se trouvait soulevée avant de porter définitivement sur ses deux points d'appui, et la plume monte verticalement sur l'enregistreur d'une quantité égale à 200 fois ce petit écart par suite de l'amplification des bras de leviers de l'enregistreur. La ligne vraie des abscisses, à partir de laquelle se mesureront les ordonnées, sera donc cette ligne $x'\ y'$.

Cette distance xx' varie avec chaque essai et, pour permettre de comparer entre eux la valeur des trois diagrammes choisis comme types, j'ai fait coïncider sur la figure 13 leur point de départ qui se trouve ainsi au point x'. De même, la première partie AB de chacun de ces trois diagrammes a été tracée plus ou moins irrégulièrement (fig. 14) par suite de l'irrégulière distribution des premiers efforts, comme je l'ai déjà expliqué; et j'ai dû la rectifier avant la reproduction sur la figure 13 en me guidant sur la partie suivante BC de chaque diagramme, tracée cette fois suivant une ligne droite, indiquant ainsi que, dans cette période de l'opération, les flèches sont bien proportionnelles aux efforts correspondants.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette partie du diagramme, correspondant à la flexion élastique, a, pour chacun de ces trois diagrammes types, une inclinaison très différente par rapport à la ligne $x' y'$ des abscisses.

Pour le diagramme indiquant une rupture de l'éprouvette sous 316 kilogrammes, l'angle mesurant cette inclinaison est de 24° 30′.

Pour le diagramme suivant, qui indique un effort de rupture de 724 kilogrammes, l'angle est cette fois de 10° 30′.

Enfin, pour le troisième diagramme correspondant à un effort de rupture de 833 kilogrammes, cet angle est seulement de 9°.

Cette différence très sensible d'inclinaison du diagramme pendant la période élastique de la flexion montre que, sous un même effort, la flèche mesurant la

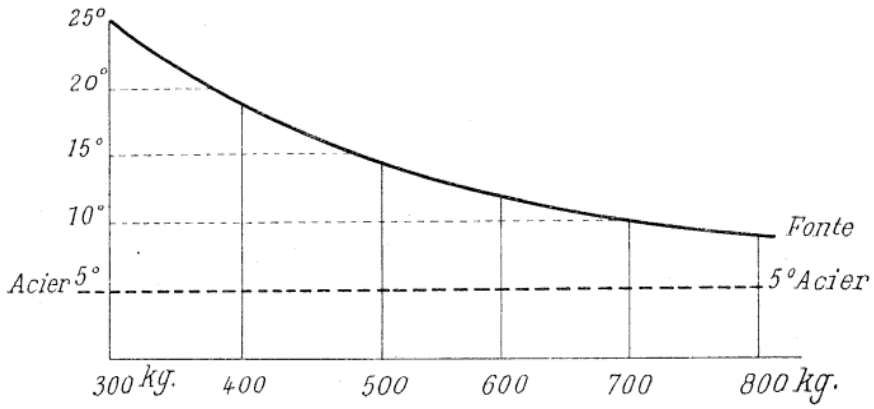


Fig. 15. — Graphique montrant la variation du coefficient d'élasticité de la fonte en fonction de la résistance à la flexion. (En abscisses les charges de rupture à la flexion et en ordonnées les angles mesurant le coefficient d'élasticité.)

flexion de l'éprouvette varie dans de grandes proportions : du simple au triple par exemple.

Cette flèche, sous un effort déterminé mais ne dépassant pas la limite d'élasticité à laquelle correspond une déformation permanente, si faible soit-elle, de l'éprouvette essayée à la flexion, donne la valeur du coefficient d'élasticité.

Le coefficient d'élasticité de la fonte essayée à la flexion peut ainsi varier depuis le cinquième jusqu'aux trois cinquièmes, et peut-être plus, du coefficient d'élasticité généralement admis pour l'acier essayé à la flexion.

Il était du plus grand intérêt de savoir si cette variation du coefficient d'élasticité était quelconque ou obéissait à une loi.

Pour me fixer à ce sujet, j'ai fait un graphique résumant toutes mes expériences.

Sur ce graphique (fig. 15), j'ai porté en ordonnée l'angle de la flexion élas-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tique de chaque éprouvette, cette ordonnée correspondant à l'effort de rupture de l'éprouvette porté en abscisses; cet effort ayant varié de 300 kilogrammes à 840 kilogrammes environ. Ce graphique montre la variation du coefficient d'élasticité de la fonte en fonction de sa résistance à la rupture par flexion; j'ai ajouté sur ce même graphique, et pour permettre la comparaison, le coefficient d'élasticité de l'acier, supposé constant pour tous les aciers.

La fonte a donc une capacité de flexion élastique très variable, et en général d'autant plus grande que sa résistance à la rupture est moindre. Sous un même effort, deux éprouvettes de mêmes dimensions, mais de résistance différente, fléchiront différemment; celle de moindre résistance à la rupture fléchira plus; elle aura ainsi une plus grande *capacité de flexion :* elle exigera donc, pour produire cette flexion, une plus grande quantité de travail, puisque la flèche sera plus grande, et cette différence pourra varier du simple au triple.

C'est là une loi générale, car, s'il y a parfois des écarts, ils ne sont ni assez nombreux, ni surtout assez importants pour en infirmer le principe.

Cette capacité de flexion élastique, inversement proportionnelle à la résistance de la fonte, explique les insuccès des essais de traction de la bonne fonte.

Nous savons en effet que, dans un essai de traction, il est pratiquement impossible de tirer l'éprouvette absolument dans la direction de son axe (1); il se produit toujours une flexion plus ou moins importante, de sorte que, si la fonte ainsi essayée a une faible capacité de flexion élastique et de déformation permanente (c'est-à-dire si la limite élastique est voisine de l'effort de rupture), l'éprouvette ne résistera que très peu à cette flexion accidentelle. L'opérateur non prévenu pourra attribuer cette rupture de l'éprouvette à la traction pure, alors que la rupture prématurée sera occasionnée par un phénomène de flexion et par suite déduire de son calcul une résistance très inférieure à la véritable résistance à la traction de cette fonte de bonne qualité. Quand, au contraire, avec des fontes de résistance médiocre, et ayant, de ce fait, une plus grande capacité de déformations élastique et permanente, l'essai de traction pourra s'effectuer plus facilement jusqu'à une charge de traction plus élevée grâce à la plus grande capacité de déformation à la flexion, l'éprouvette d'une telle fonte supportera les écarts possibles résultant d'une traction toujours mal effectuée.

Il est probable que, si l'on pouvait obtenir une traction mathématiquement rectiligne suivant l'axe, c'est-à-dire sans la moindre flexion de l'éprouvette, on trouverait, pour la fonte, une résistance supérieure à celle que nous admettons actuellement en nous basant sur les résultats des essais habituels.

(1). Ch. Fremont. *Mesure de la limite élastique des métaux*, Bulletin de la Société d'Encouragement (septembre 1903).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette plus grande capacité des déformations élastique et permanente des fontes de faible résistance permet à celles-ci de donner au choc une résistance vive relativement plus élevée que celle des fontes de grande résistance statique, puisque, sous un même effort, elles prennent une flèche qui peut être triple de celle de ces dernières ; elles rachètent ainsi en partie ce qu'elles donnent en moins à la résistance statique par ce qu'elles donnent en plus en flèche, et le produit des deux facteurs qui mesurent la quantité de travail dépensé dans le choc est peu différent même pour de grandes différences de résistance du métal.

Si l'on considère en outre l'imprécision de cet essai de choc, ainsi que nous l'avons montré plus haut, on comprend que cet essai n'ait qu'une très faible valeur technique ainsi que le reconnaissent tous les spécialistes.

Je donnerai d'ailleurs plus loin, en expliquant le graphique figure 18, la preuve expérimentale de cette imprécision de l'essai du choc de la fonte.

A première vue, les fontes de grande capacité élastique, résistant mieux au choc, devraient, dans la pratique industrielle, donner les meilleurs résultats puisque, la plupart du temps, les efforts supportés par ces fontes sont dynamiques, et cependant on constate qu'il n'en est pas ainsi, et la cause tient à ce qu'elles ont une plus faible limite d'élasticité.

En résumé les essais actuels de la fonte, par la traction et par le choc, ne donnent pas satisfaction à l'industrie parce que leurs résultats ne correspondent pas aux qualités de résistance mécanique des fontes essayées. Ils ne permettent donc pas de juger de la valeur de ces fontes.

Dans les essais de flexion statique effectués sur les 110 morceaux de fontes de provenances très diverses, j'ai constaté que la limite d'élasticité variait, en général, entre les 0,60 et 0,80 de la résistance à la rupture; mais, pour certaines fontes, la limite d'élasticité peut être plus basse. Ainsi, pour la fonte dont le diagramme à la flexion (fig. 13) indique un effort de rupture de 724 kilogrammes, on voit que la limite d'élasticité correspond à un effort de 323 kilogrammes, soit aux 0,45 de l'effort de rupture.

Il y a donc le plus grand intérêt, dans les essais de fonte, à mesurer la limite d'élasticité, puisqu'elle peut varier du simple au double pour une même résistance à la rupture.

L'essai de laboratoire pour l'étude de la fonte en vue de l'amélioration possible de ses qualités mécaniques et de la détermination précise des quantités à imposer aux cahiers des charges exigent donc l'enregistrement du diagramme de l'essai de flexion statique pour permettre de mesurer le coefficient d'élasticité et surtout la *limite d'élasticité* aussi bien que la résistance à la rupture.

En conséquence, je propose d'opérer les essais par cette méthode. Les éprouvettes à section rectangulaire, de 10 millimètres de largeur et de 8 milli-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mètres d'épaisseur, conviennent très bien, et avec un écartement des points d'appui de 30 millimètres, ce qui implique une longueur d'éprouvette d'au moins 32 ou 33 millimètres.

NOUVELLE MÉTHODE RAPIDE DE RECETTE DES FONTES PAR LA MESURE DE LEUR RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT

La recette des pièces de fonte peut conduire à l'essai d'un grand nombre d'éprouvettes venues de fonte dans tous les points importants. Il faut donc

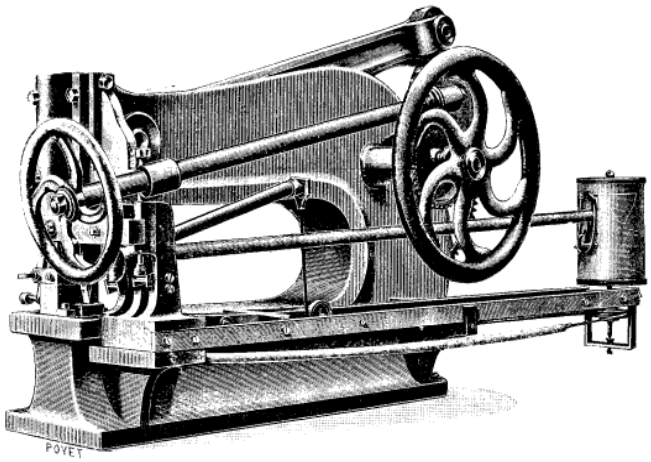


Fig. 16. — Presse de la force de 5 tonnes, avec appareil enregistreur, pour essayer la fonte au cisaillement.

chercher une méthode d'essai suffisamment exacte, sinon précise, permettant d'obtenir très rapidement et économiquement la valeur de la résistance mécanique.

Dans des conditions analogues, pour l'essai des aciers, j'ai imaginé autrefois d'utiliser l'essai par cisaillement (1) et comme l'expérience a confirmé l'exactitude, la rapidité et l'économie de cette méthode, j'ai pensé qu'il serait peut-être possible d'obtenir le même résultat pour la fonte. En conséquence, j'ai effectué, sur la machine fig. 16, qui me sert habituellement pour le cisaillement, des essais sur les 110 échantillons de fonte dont je connaissais les résultats des essais de flexion statique, et j'ai pu constater que, pour la fonte, la résistance au cisaillement est très exactement proportionnelle à la résistance

(1). Ch. Fremont. *Résistance au cisaillement des aciers de construction*. Revue de Métallurgie, mai 1906.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à la flexion, ainsi que le prouve le graphique fig. 17, qui a été établi en portant en abscisses les résistances à la rupture par flexion statique et en ordonnées les résistances correspondantes obtenues par le cisaillement.

Les écarts ne sont pas plus grands que ceux que l'on constate entre les essais de flexion d'une même fonte : ils sont dus à l'hétérogénéité du métal.

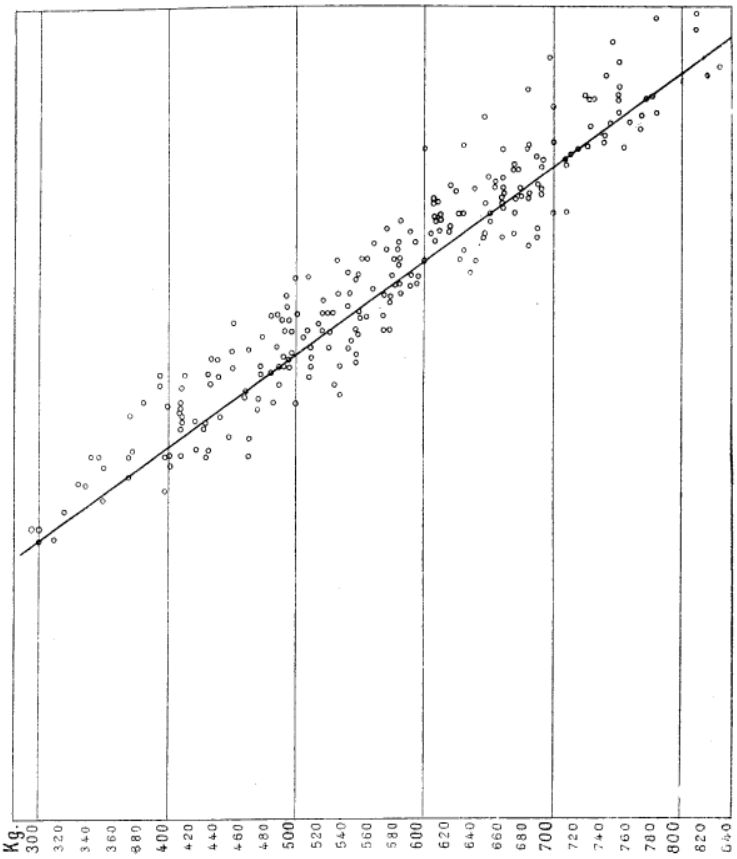


Fig. 17. — Graphique montrant que, pour la fonte, la résistance au cisaillement est proportionnelle à la résistance à la flexion. (En abscisses les charges de rupture à la flexion et en ordonnées les charges de rupture au cisaillement correspondantes.)

J'ai même cru remarquer que les plus grands écarts avaient une signification ; ainsi, lorsque la résistance au cisaillement est plus élevée que la moyenne, c'est qu'il s'agit d'une fonte ayant une plus haute limite d'élasticité à la flexion et, inversement, lorsque la résistance au cisaillement est au-dessous de la moyenne, c'est que la limite d'élasticité est relativement plus basse.

Dans ces nombreux essais de cisaillement de la fonte, j'ai trouvé des résis-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tances variant de 8 kilogrammes à plus de 23 kilogrammes par millimètre carré de la section cisaillée.

Je ne sais pas, pour la fonte, quelle est la résistance à la traction qui correspond à une résistance au cisaillement donnée, puisqu'il n'est pas possible d'effectuer une traction sans qu'elle soit plus ou moins compliquée de flexion, ce qui occasionne toujours la rupture bien avant d'avoir atteint la résistance qu'aurait donnée la traction pure. Cependant, en m'appuyant sur quelques observations expérimentales relatives aux lois du cisaillement, j'ai tout lieu de supposer que la résistance à la traction de la fonte est, en général, beaucoup plus élevée que celle que nous admettons ordinairement.

En employant des petits coussins de cuivre placés sous les têtes des éprouvettes de fonte soumises à la traction, j'ai pu reculer l'effet de la flexion et trouver un chiffre un peu plus élevé, mais je n'ai jamais pu obtenir un chiffre aussi élevé que je le pensais.

Avec le cisaillement, cet écueil ne paraît pas à redouter, car j'ai effectué jusqu'à vingt cisaillements sur certaines fontes, et j'ai toujours eu très régulièrement la même résistance pour le même échantillon. J'ai fait près de deux mille essais de cisaillement de fontes très variées, et je n'ai jamais constaté la moindre irrégularité. Je pense qu'en prenant certaines précautions et en amplifiant beaucoup, sur le diagramme, la course de la lame de cisaille, on pourrait obtenir une indication sur la limite d'élasticité.

Dans mes essais, j'ai remarqué que toutes les pièces de fonte qui avaient, à l'usage, donné de bons résultats, avaient une résistance au cisaillement d'au moins 18 kilogrammes par millimètre carré. C'est donc là un chiffre qui peut servir de base et qu'on peut, dès maintenant, introduire dans la rédaction des cahiers des charges.

En pratique, on pourra faire venir de fonte, en imprimant dans le sable un petit poinçon de dimensions données, et aux endroits indiqués sur les dessins ou sur les modèles, des petits témoins qui, repérés et détachés de la pièce fondue, seront ensuite essayés au cisaillement; pour les parties profondes, les faibles dimensions de l'éprouvette permettront de faire des sondages.

Pour comparer les résultats des essais au choc habituels, obtenus par la chute d'un mouton de 12 kilogrammes tombant sur des éprouvettes à section carrée de 40 millimètres de côté, avec les essais au cisaillement, j'ai pris, au milieu et au bord de ces grosses éprouvettes, des petites éprouvettes 8×10 que j'ai essayées au cisaillement. Les résultats ont été transcrits sur le graphique fig. 18. En abscisses, j'ai tracé en M les résultats des éprouvettes prises au milieu et en B ceux des éprouvettes prises au bord des morceaux rompus sous les chocs croissant de 40, 45, 50, 55, 60 et 65 centimètres, et, en ordonnées, les résultats des essais au cisaillement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La résistance des éprouvettes provenant du milieu est toujours moindre que celle des éprouvettes prises au bord, ce qui s'explique par la ségrégation du petit lingot servant d'éprouvette au choc.

Dans les essais, il faut donc multiplier le nombre d'éprouvettes pour se renseigner sur l'homogénéité.

Si l'on ne tient pas compte des essais provenant des éprouvettes rompues

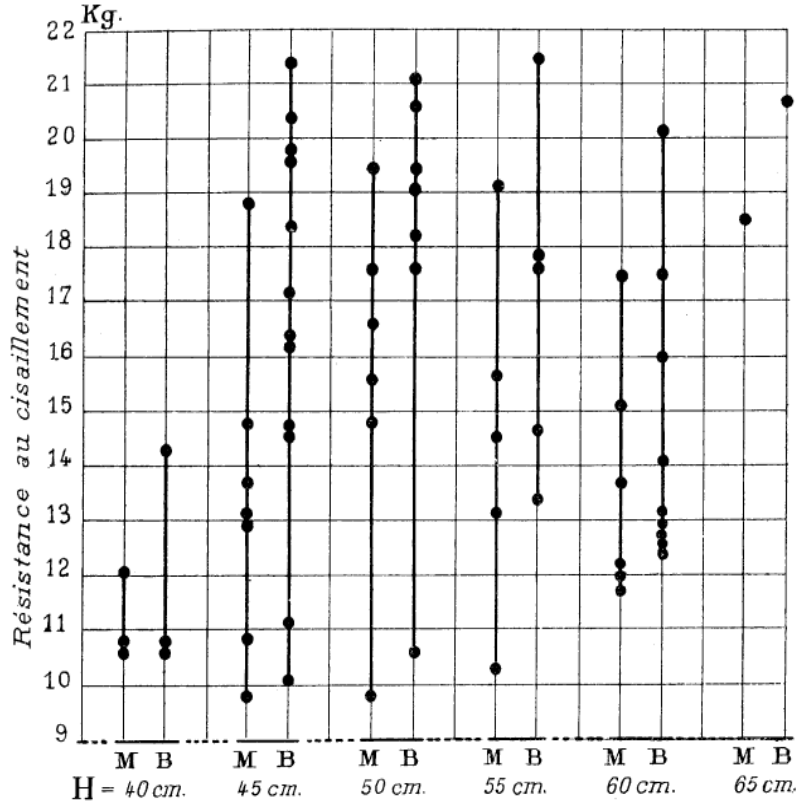


Fig. 18. — Graphique permettant de comparer les résultats des essais au choc et au cisaillement. En abscisses les hauteurs de chute au mouton et, en ordonnées, les résistances au cisaillement correspondantes.)

au choc sous une chute de 40 et de 65 centimètres, à cause de leur petit nombre, on remarque qu'il n'y a aucune relation entre les résultats des essais de flexion au choc et ceux de cisaillement ou de flexion statiques (puisque nous savons que ces deux derniers essais sont d'accord).

Les fontes rompues sous une faible hauteur de chute — 45 centimètres — ont donné des résistances au cisaillement variant de moins de 10 kilogrammes à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus de 21 kilogrammes par millimètre carré, et des fontes ayant subi la grande hauteur de chute de 60 centimètres ont donné au cisaillement des résistances de 12 à 20 kilogrammes.

L'essai de flexion au choc ne renseigne pas sur la résistance de la fonte et j'en ai précédemment expliqué la cause.

CONCLUSIONS

L'essai à la flexion statique de fontes de résistances très différentes montre que *le coefficient d'élasticité varie dans de grandes proportions*, du simple au triple, par exemple (p. 15).

La *capacité de flexion élastique* de la fonte est *inversement proportionnelle à sa résistance*, ce qui explique que les essais actuels de traction et de choc, ne renseignent pas sur la résistance mécanique de la fonte.

La *limite d'élasticité*, dans la flexion statique, *varie dans de grandes proportions :* de 0,45 à 0,80 de la résistance à la rupture ; il faut donc la mesurer exactement.

Il est indispensable de revenir aux essais séculaires de flexion statique de la fonte, mais en opérant à l'aide de petites éprouvettes (p. 9) essayées sur des machines de précision munies d'enregistreur permettant de mesurer exactement le coefficient d'élasticité, la limite d'élasticité et la résistance à la rupture.

Enfin, pour la recette, le *cisaillement de la fonte*, méthode pratique, exacte et économique, permet d'être renseigné sur la résistance à la rupture par flexion statique de la fonte essayée.

Une bonne fonte mécanique doit donner une résistance au cisaillement d'au moins 18 kilogrammes par millimètre carré (j'ai trouvé jusqu'à 23,3 kg.).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMMERCE

L'IMPÉRIALISME ÉCONOMIQUE EN GRANDE-BRETAGNE, par **M. Maurice Alfassa** (1)

DEUXIÈME PARTIE

LES GRANDES INDUSTRIES

LE MARCHÉ INTÉRIEUR

Nous avons examiné jusqu'ici les projets de M. Chamberlain d'un point de vue général et dans leur ensemble.

Nous devons maintenant, nous semble-t-il, étudier leurs répercussions particulières sur les grandes industries dont l'ancien ministre des Colonies a dit voir le déclin. Nous serons conduit, dans chaque espèce, à rechercher si la panacée offerte serait de nature à porter remède au mal, ou aurait tendance au contraire à l'aggraver.

Il se pourrait en effet que, quel que pût être l'effet de la Préférence au point de vue des intérêts généraux du Royaume, certaines de ses grandes industries fussent menacées et que la question se posât de savoir si mieux valait les laisser péricliter que de recourir aux droits de douane sur les céréales, ou si inversement il n'était pas nécessaire, en dépit de perspectives graves et douloureuses dans ce cas, de consolider la prospérité britannique en la protégeant contre l'action nuisible de rivaux redoutables.

Alors même que le problème se serait posé pour une seule industrie, il était assez grave pour justifier la seconde partie de notre étude.

Elle nous a paru nécessaire encore parce qu'au cours de notre travail certains facteurs nous ont paru devoir être mis en lumière, qu'un examen détaillé des conditions industrielles particulières permettait seul d'apprécier. Si par certains côtés ils semblent échapper à notre étude, nous avons pensé cependant qu'ils ne pouvaient pas en être distraits, car, pour certaines industries en particulier, les symptômes inquiétants par lesquels ils se manifestaient, ont paru justifier le cri d'alarme des *Tariff Reformers*.

(1) Voir les *Bulletins* d'avril, mai, juin, juillet, octobre, novembre et décembre 1908, janvier, février et mars 1909.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mais l'examen détaillé des faits montre qu'il n'en est pas ainsi et qu'il s'agit seulement d'une apparence de justification des réformes protectionnistes.

Alors que les *Tariff Reformers* attribuent le mal économique qu'ils constatent à une concurrence acharnée, dont ils voient la preuve dans la perte de certains débouchés, il apparaît que les phénomènes sont dus à des causes générales, extrêmement graves, et dont l'action s'est fait également sentir dans d'autres pays au même moment.

Ce n'est en effet pas seulement la concurrence, plus ou moins loyale, qui fait perdre des débouchés, d'autres éléments peuvent jouer que des tarifs, si scientifiquement établis qu'ils soient, ne sauraient empêcher d'agir.

Pour préciser notre pensée, admettons qu'un pays, jadis tributaire d'une autre nation industrielle pour la mise en œuvre de matières premières naturelles, vienne à s'affranchir en les manufacturant lui-même. Il y aura manifestement perte de débouchés pour la nation dont il s'agit ; mais n'est-il pas évident aussi que, quel que soit le tarif dont elle use, elle ne pourra guère reconquérir ce débouché, car elle se trouve en état d'infériorité vis-à-vis de ce pays.

Nous pouvons faire une seconde hypothèse : celle où la politique économique a contribué à créer un monopole cultural d'un produit de première nécessité en faveur d'une nation déterminée, alors que plusieurs autres nations se sont plus ou moins spécialisées dans la transformation industrielle de ce produit. S'il arrive que la première nation ait la possibilité d'exercer sans contrôle son monopole et de fixer les prix à un niveau tel que le coût de production du produit fini représente un sacrifice plus important que celui auquel le désir du consommateur pour cet article le pousse à consentir, on peut également concevoir qu'il résultera de ce monopole une perte de débouchés pour les nations industrielles, que des tarifs douaniers ne leur permettront pas de conserver.

Ces hypothèses, nous les verrons se réaliser plus ou moins complètement dans les faits, et leurs conséquences sont assez importantes pour qu'elles méritent d'être examinées. Peut-être leur étude pourra-t-elle suggérer quelque moyen de les annihiler ou quelque remède.

C'est ce que nous avons tenté de rechercher dans les pages suivantes :

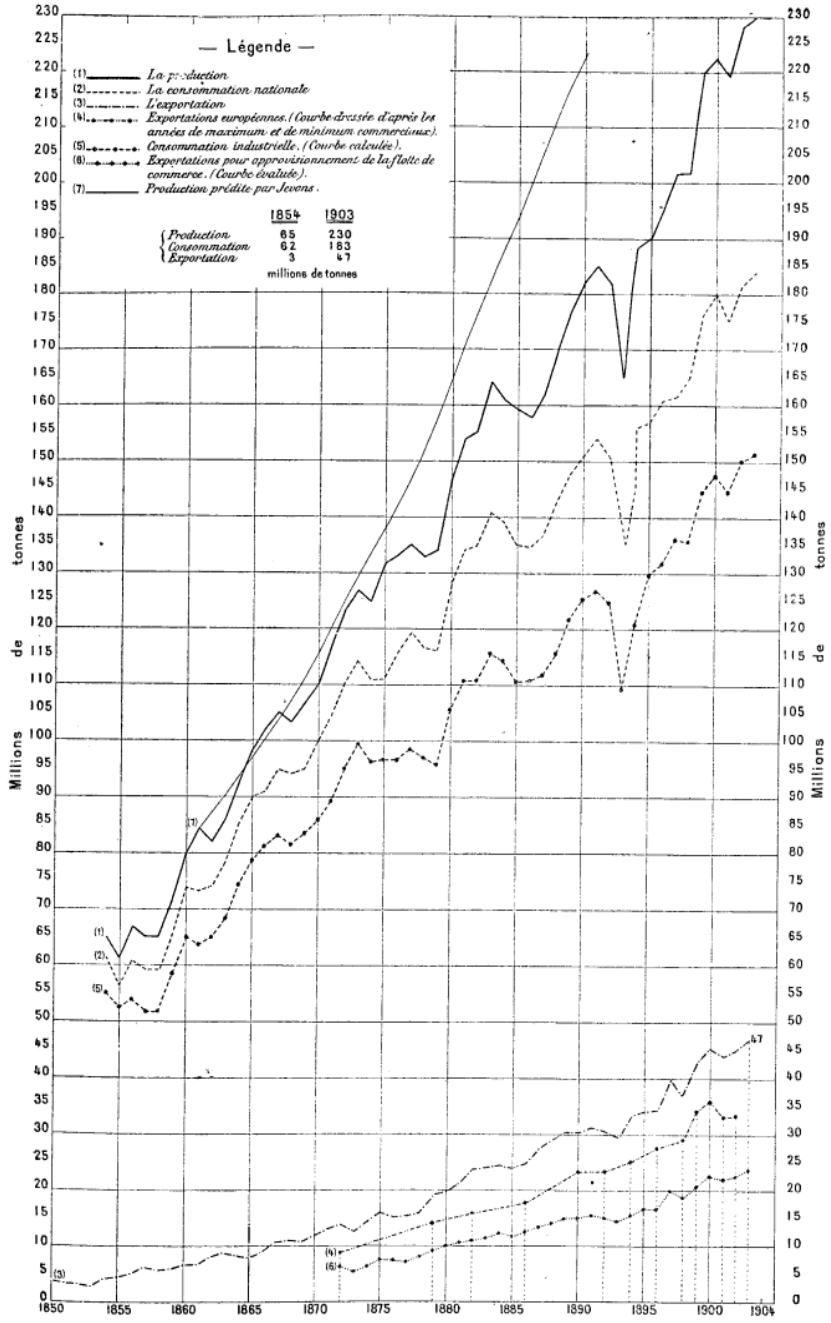
CHAPITRE PREMIER

LE CHARBON

Historique. — Quand on jette les yeux sur une carte du Royaume-Uni, de Grande-Bretagne et d'Irlande, on est frappé par un double fait : si on trace une ligne SE-NO du comté de Norfolk à Exeter en passant au Nord de Londres, on constate que toutes les régions qui s'étendent du Nord de cette ligne au Nord de l'Écosse constituent pour ainsi dire un champ de houille sans solution de continuité, du Sud au Nord comme de l'Ouest à l'Est, et que pour l'Angleterre, tout au moins, les centres industriels se répartissent dans cet immense bassin houiller avec une tendance à la concentration vers l'Ouest avec Birmingham, Leicester, Nottingham, Manchester, Oldham, Salford, Sheffield, Leeds, etc.

Les différents bassins houillers, dont la production annuelle a atteint 227 millions de tonnes en 1902 et 230 millions en 1903, se complètent, se joignent et s'enchevêtrent à tel point que dans les Midlands et le Nord de l'Angleterre proprement dit, il est fort difficile d'établir leurs frontières exactes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Industrie houillère de l'Angleterre de 1850 à 1904.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Voici, pour l'année 1902, la production des différents bassins, en séparant les trois grandes régions houillères du Royaume-Uni :

Angleterre proprement dite.	Durham	35	millions de tonnes.
	Yorkshire	28	—
	Lancashire	24	—
	Nottinghamshire	8 1/2	—
	Derbyshire	16	—
	Staffordshire	13	—
	Northumberland	12	—
	Devonshire, Cornwall et autres districts	12	—
		149	—
Écosse	Lanarkshire	17	—
	Autres districts	17	—
		34	—
Pays de Galles	Monmouthshire	10	—
	Glamorgan	29	—
	Autres régions	5	—
		44	—
Irlande, quelque cent mille tonnes.			
		227	—

Ces chiffres donnent une première approximation de la richesse que constitue le charbon pour la Grande-Bretagne et montrent toute l'importance que présente l'étude de la question que nous venons d'aborder.

Mais, dès à présent, ils nous amènent à d'autres conclusions fort intéressantes également.

La répartition de la production, le groupement des centres houillers, nous montrent que l'Angleterre devait fatalement devenir un grand pays industriel, quelles qu'aient été d'ailleurs ses richesses naturelles propres.

Eu eût-elle été totalement dépourvue que la présence des gisements houillers, en particulier sur les côtes de la mer du Nord, de la Manche et du Pays de Galles, eût été une raison suffisante pour que les minerais d'autres pays manquant de charbon, d'Espagne et d'Italie par exemple, fussent transportés économiquement, puisque par mer, dans des régions où leur élaboration était facile, où le combustible était en abondance.

On sait, en effet, et c'est presque un axiome de l'Antiquité, que l'on ne saurait amener le charbon sur le minerai, mais que c'est le minerai qui doit venir au charbon.

C'est pour ce motif d'ailleurs que l'Espagne et l'Italie, bien que minéralogiquement très riches, comme d'ailleurs à un moindre degré l'Algérie, ont dû s'abstenir de toute métallurgie jusqu'au jour où des procédés chimiques, encore dans leur enfance, ou l'électrométallurgie qui commence à entrer dans le domaine de la pratique, sont venus profondément modifier les conditions requises autrefois pour l'élaboration des minerais et la fabrication des métaux.

Mais, en dehors de ces raisons qui eussent pu, par elles-mêmes, être déterminantes eu égard à la situation insulaire du pays, l'Angleterre se trouvait, de par sa constitution

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

géologique, dotée de richesses minérales importantes : fer, cuivre, étain notamment.

Et c'est ici que la répartition houillère que nous venons de rapporter a joué un rôle considérable.

Pour le fer, par exemple, des gisements très importants existaient en Écosse, dans le Lancastre, dans les Midlands, dans le Devon et le Cornouailles, précisément au voisinage des centres houillers dont nous avons eu occasion de parler, dans le Pays de Galles également, d'où constitution nécessaire, rationnelle, logique, fatale pourrait-on dire de vastes régions métallurgiques groupées autour du combustible où si l'on préfère, réunissant cette condition exceptionnelle d'avoir le minerai sur charbon, donc de supprimer les transports ou presque. Et ces agglomérations industrielles de transformation, qui remontent au milieu du XVIIIe siècle, étaient également, dans la plupart des cas, à des distances relativement peu importantes de la mer.

Et c'est ainsi, pour ne citer que les principaux groupements, que la métallurgie du fer et la sidérurgie se développent en Écosse, à Glasgow, à Ayr, dans le Nord de l'Angleterre, à Middlesborough, à Manchester, à Birmingham, à Sheffield, à Wolwerhampton, à Coventry, etc., dans le Devonshire et le Cornouailles et dans le Pays de Galles.

Le cuivre se concentre principalement dans le Cornouailles, le Pays de Galles, à Birmingham, etc., bien que les gisements en soit assez nombreux, mais ils sont loin de présenter l'importance de ceux du fer.

Le plomb, le zinc, l'étain se groupent également en Écosse, à Lanark, à Dunfries, à Ayr, dans le centre, à Birmingham et surtout dans le Cornouailles (minerai indigène) et le Pays de Galles (minerai importé).

Nous voyons maintenant se dessiner très nettement la position de l'Angleterre et de l'Écosse industrielles, métallurgiques tout au moins, du Sud vers le Nord, et se développant intensément à l'Ouest où sont les zones de fortes populations, et nous nous rendons compte des raisons pour lesquelles il en est ainsi.

Les autres industries, laine, coton, cuir, soie, papier, produits chimiques se trouvent également groupées dans cette même région.

Il est facile d'en découvrir les motifs pour l'industrie lainière du Yorkshire, du Lancashire et d'Écosse : la laine, c'est-à-dire la matière première, se trouve dans les régions agricoles du Royaume-Uni toutes voisines de ces régions industrielles, dans le Lincoln, le Durham, le Shropshire, le Pays de Galles, le Cumberland, le Lanark. A l'origine de la grande industrie, lorsque à la fin du XVIIIe siècle les métiers mécaniques furent introduits et substitués aux anciens métiers à main, les installations nouvelles s'établirent à peu près exactement dans le lieu où se trouvaient les anciennes avec tendance cependant à se rapprocher de la source de force motrice, c'est-à-dire du charbon.

La concentration du coton en Angleterre dans le Lancastre, le Yorkshire, le Derbyshire, en Écosse dans le Lanarkshire, peut s'expliquer, non pour la même raison, mais pour une raison analogue. Ce n'est pas que la matière première, tout entière importée, soit plus facilement amenée dans ces régions qu'elle ne le serait sur la côte Est ou sur la côte Sud. Ce n'est pas non plus que le charbon du Cornouailles ou celui du Pays de Galles n'eussent pas pu convenir aux usines, ou même que les services de navires partant ou aboutissant à Liverpool fissent fatalement des régions avoisinantes les grands centres de la fabrication à une époque où les transports intérieurs étaient peu faciles relativement : d'ailleurs, l'on peut se demander si c'est l'importance du port de Liver-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pool qui a fait du comté de Lancastre ce qu'il est pour le coton, ou l'inverse. Cette question n'est peut-être pas aussi dépourvue d'intérêt qu'elle en a l'air au premier abord, car, en fait, ce n'est pas pour des raisons de proximité et d'habitude que la fabrication du coton s'est établie dans cette partie de l'Angleterre, mais pour des motifs climatériques, parce que l'humidité constante du pays, les pluies qui durent près de 300 jours par an, non d'une façon diluvienne, mais par intermittence, sont essentiellement favorables à l'industrie cotonnière.

Déjà les expériences des siècles passés avaient prouvé que Manchester et les localités voisines d'Oldham, Preston, etc., convenaient à merveille pour cette industrie ; aussi le jour où, la mécanique et la vapeur aidant, la concentration vint à se faire, elle s'opéra là où les conditions générales se trouvaient être les plus favorables, contribuant encore à augmenter ce groupement de toutes les industries vers l'Ouest et les zones de forte population, de grande densité.

Que l'on s'occupe du cuir, du papier, de la céramique, des produits chimiques, etc., les mêmes raisons générales ou particulières rappelées plus haut expliquent un phénomène partout le même. Ici un facteur nouveau entre en jeu cependant, le rôle important de la capitale, de Londres, qui passe souvent au premier plan comme pour le cuir et qui s'explique par l'importance que s'est acquise le port de Londres par son trafic sans cesse croissant : il est bien évident que les industries qui sont établies dans cette ville et dont la matière première arrive par ce port y prendront, toutes choses égales d'ailleurs, le maximum de développement qu'elles comportent.

En résumé, toutes les constatations des pages qui précèdent nous montrent d'une part que l'Angleterre industrielle s'est tout entière établie sur un carreau de mine, si l'on veut bien nous pardonner cette métaphore, et, d'autre part, que de toutes les questions qui pouvaient préoccuper les esprits dans la controverse fiscale, lorsque l'on voulait entrer dans les détails, la plus importante encore est celle du charbon : elle doit donc occuper la première place dans notre étude.

IMPORTANCE DE CETTE INDUSTRIE

Comme nous l'avons vu dans nos considérations générales, le développement économique de l'Angleterre et la progression dans la production industrielle, métallurgique principalement, ont suivi un mouvement ascendant extrêmement rapide, surtout pendant la seconde moitié du XIXe siècle et, à l'heure actuelle, pour certaines des matières premières les plus importantes, les besoins de l'industrie dépassent la capacité du pays, nous voulons dire par là que l'Angleterre doit, chaque année, importer une proportion toujours croissante du minerai dont elle a besoin. Pour ne citer qu'un seul exemple, elle importait 5 millions 1/2 de tonnes de minerais de fer en 1898, aujourd'hui elle en fait venir 6 500 000 tonnes environ et en même temps la production des mines du Royaume-Uni se réduit en quantité et en qualité.

Aussi est-ce uniquement par son charbon, grâce à son abondance, au bas prix d'extraction et aux faibles dépenses de transport que la Grande-Bretagne a pu jusqu'ici conserver sinon la prééminence — elle appartient aujourd'hui aux États-Unis — mais sa situation absolue et maintenir son développement.

On comprend donc pourquoi la houille joue un rôle particulier, prépondérant même dans la prospérité économique de l'Angleterre.

Aucune industrie ne peut lui être comparée quant à la population employée : elle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

atteint, tant pour les ouvriers du fond que pour ceux du jour, un total de 828 968 (1) personnes, en 1903, alors par exemple qu'en 1881 les chiffres étaient 495 477 (1) et en 1891, 667 983 (1).

D'autre part elle est la base même des autres industries sédentaires, non seulement parce qu'elle est la source indispensable de leur force motrice, mais parce que grâce à la navigation de commerce elle a pu prendre toute son extension, avec son combustible à bon marché, et réduire pour elles au minimum les frais de transport tant des matières premières à l'importation que des produits finis à l'exportation.

L'étendue et l'importance des gisements sont évidemment pour une bonne part la cause de la situation prépondérante que l'Angleterre a occupée dans le monde, au point de vue du charbon en particulier, mais c'est surtout à la qualité de la houille qu'il faut l'attribuer.

On sait, en effet, que la nature du combustible a une grosse importance au point de vue industriel et peut influer considérablement sur le prix de revient : or, à chaque genre de production l'Angleterre pouvait offrir la nature du charbon convenant le mieux aux besoins particuliers ; mais c'est surtout par l'abondance et la qualité toute supérieure des charbons les plus rares, des houilles sèches à longue flamme qui n'encrassent pas et par suite sont indispensables pour les foyers des chaudières à vapeur, de l'anthracite du Monmouthshire et du Glamorgan, qu'elle avait une source de richesses immenses.

Et les pays étrangers à l'envi, malgré qu'ils fussent souvent producteurs et exportateurs de houilles comme la Belgique, l'Allemagne, la France, s'adressaient et s'adressent encore considérablement à l'Angleterre pour ces qualités spéciales, et notamment pour le charbon dit à vapeur.

Aussi les exportations de ces combustibles dans tous les pays ont-elles rapidement augmenté depuis quelque cinquante ans. Voici les chiffres officiels pour les moyennes décennales depuis 1850 :

EXPORTATIONS DE CHARBON DEPUIS 1850

		tonnes (2)	
Moyennes décennales.	1850-1859	4 650 000	2 254 000 £
	1860-1869	8 390 000	4 374 000
	1870-1879	13 940 000	8 844 000
	1880-1889	23 600 000	10 468 000
	1890-1899	35 480 000	17 495 000
	1900-1903	45 750 000	30 950 000

soit un accroissement de 983 p. 100.

On aurait cru volontiers que M. Chamberlain et ses amis qui prophétisent la faillite de l'Angleterre économique, si elle ne s'associe pas à ses Colonies par des tarifs de

(1) *Second Series of Memoranda Statistical Tables and Charts, op. cit.* [cd. 2337], 1904, XVII. *Distribution of population in principal industries. Mining industry.* A. et B., p. 470.

(2) Ce tableau a été dressé en partant des valeurs annuelles des Exportations telles qu'elles figurent dans le *Statistical tables Memoranda and Charts* [cd. 176], *op. cit.*, 1903. *Exports of coal and machinery*, p. 97, et pour avoir le nombre de tonnes en divisant la valeur d'exportation annuelle par la moyenne par tonne des prix d'exportation aux divers ports, telle qu'elle peut s'établir d'après les *Wholesale and Retail Prices Return to an order of the Hon the House of Commons dated 6 August 1903. — Coal values at principal shipping ports*, p. 14 à 17 inclus. (321), London, 1903, Darling and son.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Préférence, ne manqueraient pas d'être heureux du développement d'une partie si importante des exportations — puisqu'elle représente près des 17 p. 100 de l'ensemble — et qui a la part principale dans les transports maritimes d'exportation, étant donné que le charbon pèse les 90 p. 100 du poids de la totalité des exportations.

C'eût été mal connaître les *Tariff Reformers* que de se le figurer. Il y avait là un argument par trop manifestement contraire à leurs théories pour qu'ils ne cherchassent pas à le réfuter.

En premier lieu il y avait là une preuve qu'au moins dans une de ses branches les plus importantes, la grande industrie britannique, industrie primaire et naturelle s'il en fut, ne présentait aucun signe de décrépitude, aucun symptôme de lassitude, puisque, jugée par les exportations — la seule démonstration admise, par le député de Birmingham, de la prospérité d'une industrie quelconque — elle accusait au contraire un développement considérable et ininterrompu, même en ces temps de fléchissement général ou de *statu quo*. D'autre part la question du charbon aurait par trop gêné les *Tariff Reformers* pour avancer leur affirmation que les Colonies sont les meilleurs clients de la Métropole, en premier lieu par le fait qu'elles ne prennent que 2 millions 1/2 de tonnes environ sur les 45 millions exportées, étant elles-mêmes productrices pour leurs besoins ordinaires, et en second lieu parce que le Canada s'est adressé de préférence aux États-Unis dans les cas où, pour une raison quelconque, il a eu besoin de s'approvisionner en dehors de son territoire — et cela non par manque de patriotisme mais par raison d'économie.

Ne pouvant nier le fait, ils cherchent à l'utiliser à leur profit : la prospérité de l'industrie houillère leur cause des tourments d'ordre patriotique aussi grands que ceux que motivait pour eux la décadence, qu'ils voient, des autres industries. Cette décadence n'existe pas encore à l'heure actuelle, ils le confessent, mais ils sont certains qu'elle ne saurait tarder à se manifester : les premiers symptômes non équivoques leur en sont apparus et ont fait éclore le programme de Préférence coloniale.

Le charbon motive leurs angoisses pour trois raisons :

L'accroissement des exportations de houille dissimule la situation réelle de la Grande-Bretagne : ceux qui ne regardent que le total des ventes faites à l'étranger goûtent une quiétude parfaite en constatant qu'il progresse lentement, il est vrai, mais qu'il progresse chaque année. Or, c'est là une grave erreur, car si on soustrait la valeur du charbon, on voit nettement que les exportations de produits manufacturés sont en baisse. D'où première raison de n'être pas satisfait du développement des ventes de charbon sur les marchés étrangers.

En second lieu les *Tariff Reformers* estiment — argument jingoïste sur lequel ils comptaient beaucoup — que les exportations de houille sont de mauvaises exportations, car elles viennent en aide aux pays rivaux pour faire concurrence à l'industrie britannique ; or, c'est mal servir la patrie que de donner des armes contre elle précisément à ceux qui s'en forgent déjà suffisamment par leurs propres moyens, et surtout à un moment où ils ont systématiquement entrepris par le *Dumping* la destruction des industries primaires britanniques.

D'où, en somme, premier appel au patriotisme pour remédier à ce mal ou, en d'autres termes, bien qu'on ne le dise pas crûment, il faut réduire la production, donc condamner au chômage près de 160 000 personnes, occupées à l'extraction actuellement, sans parler des ouvriers des transports et des marins occupés par l'exportation.

Et enfin, nouvel argument jingoïste, combien plus fort que le premier : le charbon

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

constitue une des plus grandes richesses du pays, mais une richesse existant seulement en quantité limitée, richesse naturelle qui ne peut se reconstituer et dont il faut par suite être ménager. Elle ne doit s'employer qu'à bon escient, pour des usages rémunérateurs, c'est-à-dire pour accroître la richesse globale du pays par ses manufactures, par ses transports, et c'est presque un crime que de vendre le charbon à l'étranger, car il ménage le sien propre lorsqu'il brûle le nôtre, il assure sa longévité, tandis que la prodigalité anglo-saxonne ne tend à rien moins qu'à restreindre la durée de son existence, faisant encore ainsi le jeu de l'étranger. En outre, le charbon est une matière première que l'on est fautif de céder aux autres lorsque l'on peut l'employer soi-même.

Le ou les auteurs d'*Imperial Reciprocity* (1), le pamphlet du *Daily Telegraph* que nous avons déjà cité au cours de notre étude et qui traduit excellemment les idées de M. Chamberlain sur la matière, ont trouvé une démonstration fort ingénieuse et élégante de la première proposition.

Ils commencent par constater une diminution générale dans les exportations à l'étranger, puis une augmentation de celles à destination des Colonies, mais ils estiment que c'est un grand tort de grouper en un seul chiffre global toutes les exportations faites en dehors de l'Empire, car « quand vous dites à la généralité des auditeurs que les exportations étrangères sont incomparablement (overwhelmengly) plus considérables que les exportations interimpériales, cette généralité des auditeurs *pense que par « étrangères » vous voulez dire Européennes*, et que c'est le commerce européen qui a une telle prééminence sur le commerce colonial. » (Et ici une remarque s'impose sur l'équivoque que les protectionnistes cherchent à créer : en insinuant que *exportations = commerce extérieur*, ils espèrent ainsi recruter des partisans parmi les gens qui laissent à leur journal le soin de penser pour eux.)

Donc, il est nécessaire de montrer ce que sont les exportations européennes eu égard au total, d'où la classification suivante :

CLASSIFICATION DES EXPORTATIONS BRITANNIQUES (1901)

Etats-Unis	18 400 000 £
Asie, Afrique, Amérique du Sud	53 900 000
Toute l'Europe	103 000 000
Empire Britannique	104 700 000
Total	280 000 000

Comme on le voit de suite, l'Empire est un meilleur client que l'étranger, puis ce terme signifie Europe pour M. Chamberlain et ses amis. Mais poursuivons : si on analyse les exportations européennes, on constate que les conclusions auxquelles amènerait la comparaison des totaux, c'est-à-dire à une progression de 11 millions en vingt ans avec

96 100 000 £ en 1902
contre 85 300 000 £ en 1882

est erronée parce que c'est uniquement au charbon qu'elle est due, et en réalité si on dresse le tableau des exportations depuis 1872 (toujours cette année choisie sans noirs desseins par les préférentialistes), en mettant la valeur de la houille dans une colonne

(1) *Imperial Reciprocity. A Study in fiscal Policy*, *op. cit.*, p. 37 à 43.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

séparée, il saute aux yeux que les exportations vraiment utiles sont en décroissance marquée.

Voici cette table que nous empruntons à l'*Imperial Reciprocity*, et que son auteur a établie d'après l'*Agraur und Industriestalt* du professeur Adolphe Wagner, et le Livre bleu de 1903.

EXPORTATIONS BRITANNIQUES TOTALES DANS TOUTE L'EUROPE (ANNÉES DE COMMERCE MAXIMUM ET MINIMUM) COMPARÉES AUX EXPORTATIONS DE HOUILLE ENTRE 1872-1902 (MILLIONS DE LIVRES STERLING).

Années de commerce, Maximum ou minimum.	Exportations totales.	Charbon.	Exportations totales moins le charbon.
1872 (maximum) . . .	108	7,2	100,8
1889 (minimum) . . .	79,5	5,3	74,2
1882 (maximum) . . .	85,3	7,1	78,2
1886 (minimum) . . .	74,0	7,4	66,6
1890 (maximum . . .	92,4	14,2	78,2
1894 (minimum) . . .	83,4	13,1	70,3
1896 (maximum) . . .	87,3	12,2	75,3
1898.	93,2	14,1	79,1
1899.	103,6	18,3	85,4
1900 maximum . . .	115,2	30,7	84,5
1901.	98,7	22,9	75,8
1902.	96,1	20,4	75,7

Or, c'est là un fait évident dont la reconnaissance s'impose à tous, dit le *Daily Telegraph*, il n'y a pas moyen de l'éluder, de tergiverser.

Il nous faut tout d'abord faire observer que l'on ne peut, pour étudier la situation de l'Angleterre, d'après le mouvement des seules exportations, opposer comme le fait le *Daily Telegraph* aux exportations aux Colonies, celles en Europe, mais que si l'on fait une division déjà arbitraire, qui peut, à la rigueur, s'admettre entre la valeur de la clientèle coloniale et de la clientèle étrangère, elle doit, pour donner quelque indication sérieuse, se borner à mettre en regard Empire britannique et tous pays étrangers.

Quand on se place sur ce terrain, la démonstration que nous venons de reproduire s'écroule entièrement.

Comparons les exportations étrangères en 1870-1900, et admettons pour les Colonies les chiffres du *Daily Telegraph*, il vient :

EXPORTATIONS ÉTRANGÈRES

1870.	140
1903.	183

Déduisons les exportations de charbon, soit respectivement 5 et 30 millions sterling, nous voyons que les exportations de produits britanniques rémunérateurs, pour employer la terminologie de M. Chamberlain, ont passé de 135 à 153 millions et ne sont nullement en décroissance.

Ainsi donc disparaît la première proposition relative au charbon, c'est-à-dire de masquer la situation réelle.

Les *Tariff Reformers* ne tentent aucune démonstration des deux autres. Il faut les croire sur parole, sur leur simple affirmation.

Le danger qui résulterait pour l'Angleterre de sa politique d'exportation de charbon pour le plus grand profit des nations rivales, est rien moins que prouvé et, d'autre part, quand on va un peu au fond des choses, on constate que ces exportations ne sont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pas tant faites pour des besoins industriels que pour le plus grand profit de la marine de commerce britannique qui se ravitaille presque exclusivement de combustible national.

Mais sans entrer pour l'instant dans le détail de cet argument, il nous faut faire une constatation fort importante et qui atténue singulièrement la portée du grief invoqué. Sur une production sans cesse croissante, qui, de 1872 à 1903, a passé de 128 millions de tonnes à 230 millions, la Grande-Bretagne emploie, pour sa consommation intérieure, 110 millions de tonnes en 1872, 135 millions en 1882, 153 millions en 1892, et 183 millions en 1902-1903 et les quantités totales exportées qui sont de 12 millions 1/2 de tonnes en 1872, 21 millions en 1882, 30 millions en 1892, n'atteignent que 45 millions en 1902, soit un cinquième de la production.

Sur les quantités consommées en Angleterre, la part incombant aux usages domestiques est d'environ 17,48 p. 100, soit pour les années précitées respectivement 18 millions, 23 1/2 millions, 26 1/2 millions et 32 millions, laissant pour les usages industriels :

1872	92 millions		de tonnes.
1882	111	— 1/2	—
1892	126	— 1/2	—
1902	151	—	—

Ces chiffres sont importants à retenir et à rapprocher des exportations totales aux mêmes dates :

1872	12 millions 1/2	de tonnes.
1882	21	—
1892	30	—
1902	45	—

Car, en admettant, comme les partisans de M. Chamberlain, que l'intégralité de la houille exportée ait servi à des usages industriels et qu'elle ait été répartie également entre les différents pays concurrents de l'Angleterre, c'est-à-dire États-Unis, Allemagne, Belgique, France, pour ne citer que les principaux, on voit que la part de chacun d'eux se serait réduite à :

1872.	3110000	tonnes.
1882.	5200000	—
1892.	6000000	—
1902.	11025000	—

et si maintenant nous supposons que chacun de ces pays, et nos chiffres sont des évaluations par excès, ait employé ce charbon uniquement pour faire concurrence à la Grande-Bretagne, on voit aisément que cette concurrence n'aurait guère pu porter que sur 4 à 7 centièmes du commerce britannique, ce qui est en somme bien peu de chose eu égard à la concurrence réelle effective ; et le danger de l'exportation de charbon demeure bien problématique.

Les chiffres pour l'Europe, calculés d'après les données du *Daily Telegraph* (cf. ci-dessus) confirment ces évaluations :

1872.	9284000	tonnes.
1882.	15795000	—
1892.	23002000	—
1902.	33470000	—

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il apparaît nettement que la part des trois pays européens — à supposer qu'ils soient les seuls consommateurs de charbon anglais — que nous citions plus haut est très sensiblement la même que précédemment. Mais, en réalité, les chiffres de répartitions que nous avons indiqués, sont beaucoup trop forts pour deux raisons principales :

En premier lieu, nous avons admis que tout le charbon exporté servait à la concurrence industrielle ; il n'en est pas ainsi puisque, d'une part, les États-Unis ne sont pas importateurs de combustible et que, d'autre part, la partie du charbon envoyée hors d'Europe et qui a passé de 3 à 12 millions de tonnes environ, ne va pas dans des pays de grande industrie, susceptibles de rivaliser avec l'Angleterre.

Nous avons en outre admis, pour les exportations d'Europe, une répartition un peu paradoxale entre trois pays : l'Allemagne, la Belgique et la France ; mais si l'on veut encore supposer, ce qui n'est certainement pas exact, que leur totalité soit employée à des usages industriels, il faut faire entrer en ligne de compte l'Italie, la Hollande, la Suisse, le Portugal, l'Espagne, qui en prennent également des parties assez importantes, réduisant d'autant les quantités disponibles pour les trois premiers pays et modifiant ainsi considérablement les résultats de ces calculs.

Mais, et c'est la seconde raison, on ne saurait sérieusement prétendre un seul instant que le charbon exporté à l'étranger y soit tout entier employé à des usages industriels proprement dits. Tout d'abord la composition de ces exportations en est un indice sérieux, puisqu'elles sont constituées en majorité par des charbons à vapeur de première qualité et d'anthracite, c'est-à-dire de charbons propres surtout à la navigation et aux usages domestiques, c'est-à-dire d'un prix beaucoup trop élevé pour s'employer de manière courante dans les foyers des chaudières d'usine, surtout avec les perfectionnements si remarquables introduits dans l'industrie depuis quelques années. On est arrivé grâce à eux, pour un résultat donné, à réaliser des économies importantes de combustible, tant en quantité qu'en qualité, et l'on n'emploie plus guère ordinairement que des charbons de qualité moyenne et des menus, considérés autrefois comme inutilisables.

C'est un peu aux usages domestiques, mais c'est surtout à la navigation que sert le charbon importé, car les pays d'Europe n'en possèdent pas l'équivalent, et trouvent plus profitable de le faire venir d'Angleterre que de s'adresser pour cela aux États-Unis.

Cependant, malgré cette réserve qui montre toute l'inexactitude du grief des *Tariff Reformers*, à savoir que ces exportations de charbon sont une arme mise par la Grande-Bretagne entre les mains de ses rivaux pour la combattre, il faut encore remarquer que les 45 000 000 de tonnes ne constituent pas, à proprement parler, des exportations. Nous voulons dire par là qu'il manque à une partie notable de cette quantité le caractère essentiel de l'exportation, c'est-à-dire de produit envoyé à l'étranger pour y être consommé, soit sous sa forme actuelle, soit après transformation.

Or, il ne faut pas oublier, comme nous le disions plus haut, qu'une part extrêmement importante de cette houille n'est exportée qu'à titre temporaire si l'on veut, ou plus exactement est entreposée dans tous les ports du globe par les armateurs britanniques pour leur propre usage, c'est-à-dire pour approvisionner leur flotte marchande à ses voyages de retour. Ce n'est pas là une exportation nuisant à la prospérité industrielle du Royaume-Uni, bien au contraire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous avons cherché, pendant notre enquête en Angleterre, à nous documenter sur l'importance de la quantité utilisée ainsi; certains armateurs comme M. Runciman, membre du Parlement, des grands propriétaires miniers, dont sir James Joicey (1), le plus grand possesseur de mines de la région de Newcastle, nous ont affirmé que 50 à 60 p. 100 des exportations de charbon étaient entreposées par les armateurs, et ainsi donc en réalité en prenant la proportion de 50 p. 111, nous voyons que les exportations se réduisent à 22 ou 23 millions de tonnes en réalité, soit 9,56 p. 100 de la production.

Devant ces chiffres, on sent toute l'exagération des inquiétudes protectionnistes. D'ailleurs, comme le premier, cet argument fit long feu.

Le troisième était de beaucoup le plus sérieux et mérite qu'on s'y arrête un peu longuement. Ne serait-il pas — par patriotisme et par intérêt national bien compris — utile de mettre un terme aux exportations de charbon, étant donné, en somme, que l'on exporte sans profit pour la collectivité ou avec le moindre profit une partie du capital de la Grande-Bretagne, dont la valeur est limitée par la contenance houillère des gisements, et qui ne saurait se reconstituer. Ne serait-il pas d'une bonne politique économique de conserver par devers soi annuellement ces 45 000 000 de tonnes de charbon en moyenne, pour prolonger la durée d'existence des industries nationales. Il faut, dit-on, prévoir l'épuisement des mines dans un avenir relativement peu éloigné, et si l'on continue à exporter davantage chaque année, l'Angleterre manufacturière disparaîtra faute de combustible. Comme les exportations représentent globalement environ le tiers de la consommation industrielle, on voit qu'en continuant ainsi pendant un siècle, on réduirait de vingt-huit années la durée qu'aurait l'industrie si elles n'avaient pas lieu. En effet, les calculs montrent qu'en tenant compte de l'augmentation proportionnelle annuelle moyenne dans la production, la consommation industrielle et les exportations, en un siècle, on arrive aux résultats suivants :

Extraction totale en 100 ans	27 150 000 000	tonnes.
Consommation industrielle en 100 ans. .	17 820 000 000	—
Ou moyenne annuelle.	1 780 000 000	—
Exportations totales	5 090 000 000	—

Une simple division du total des exportations par la consommation industrielle nous montre que celles-là représentent 28 fois la consommation annuelle.

Si, par suite, la durée des mines est relativement courte, on voit de suite tout l'intérêt qu'il y aurait à mettre un terme aux exportations.

Notons d'ailleurs que M. Chamberlain ne propose nullement cette solution, et que son seul but, en employant cet argument patriotique, est de faire accepter son plan de Préférence coloniale, mais d'autres ont envisagé des moyens tels que l'accroissement des droits d'exportation.

Cette question a inquiété de fort bons esprits depuis longtemps, mais aucune conclusion ferme n'a été proposée.

Depuis 1865, Jevons dans son étude sur la « Question du Charbon » avait signalé toute l'importance qui s'y attachait à son sens. Sans vouloir envisager la question de l'épuisement des mines, il montrait par des diagrammes et des calculs que si la progression des années précédant la publication de son ouvrage se maintenait dans l'extraction, il ne s'écoulerait pas un nombre d'années extrêmement considérable,

(1) Alors membre de la Chambre des Communes, sir James Joicey a été élevé à la pairie lors de la constitution du Ministère Campbell Bannerman.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« une vie », suivant le mot de Jevons, avant que les besoins ne fussent supérieurs aux moyens de production, et par suite que le taux de progression ne saurait se maintenir. « J'en tire une conclusion, que chacun tirerait d'ailleurs, à savoir que nous ne pourrons pas conserver longtemps encore notre taux d'accroissement de consommation, que nous ne pourrons jamais atteindre au plus haut degré de consommation que l'on peut imaginer. » Et par là Jevons entendait que, par suite des augmentations successives des quantités requises, une élévation de prix se produirait dans le coût du charbon — à cause de la plus grande difficulté de l'extraire — qui déterminerait un arrêt puis une régression des progrès industriels. Et il ajoutait : « Mais ceci signifie seulement que l'arrêt dans la progression ne deviendra guère perceptible que dans un siècle d'ici, que le prix du combustible doit s'élever, peut-être dans le cours d'une vie, à un cours qui menacera notre suprématie manufacturière et commerciale et la conclusion est inévitable que notre condition heureuse actuelle de progrès ne saurait avoir qu'une durée limitée (1). »

En présence de cet état de choses dont il avait la perception très nette et qui s'est en grande partie vérifié, surtout sur les points les plus importants, Jevons recherchant s'il y avait des solutions du problème, en envisageait plusieurs, mais sans s'y arrêter. C'est ainsi que l'idée lui était venue de droits d'exportation élevés pour enrayer le mouvement; mais il y renonça, se rendant compte que la constitution d'une réserve ainsi obtenue bouleverserait les conditions économiques de la production et aboutirait par l'élévation du prix (augmentation due à la répartition de frais généraux égaux sur une quantité moindre) au résultat qu'il anticipait pour une autre cause. Aussi suggérait-il au gouvernement l'idée de profiter de la prospérité actuelle (1865) pour réduire la dette du pays. M. Gladstone reproduisit ses arguments au Parlement dans un Budget speech en 1866, et dès cette même année satisfaction fut donnée sur ce point à Jevons.

Comme il est facile de le voir sur les diagrammes relatifs au charbon que le lecteur trouvera au début de ce chapitre, les grandes lignes des prédictions de Jevons se sont réalisées. Les événements lui ont donné raison et le ralentissement dans la production de la houille s'est effectué. Quelques chiffres montreront dans quelle proportion :

Années.	Production réelle.	Production calculée par Jevons.	Années.	Production réelle.	Production calculée par Jevons.
	Millions de tonnes.			Millions de tonnes.	
1861 . . .	83,6	83,6	1895 . . .	189,7	269,3
1866 . . .	101,6	99,3	1896 . . .	195,4	278,7
1871 . . .	117,3	117,9	1897 . . .	202	288
1876 . . .	134,2	140,1	1898 . . .	202	297
1881 . . .	154,2	166,31	1899 . . .	220	306
1886 . . .	157,5	197,6	1900 . . .	225	315
1891 . . .	185,5	234,7	1901 . . .	219	324
1892 . . .	181,8	242,9	1902 . . .	229	333
1893 . . .	164,3	251,4	1903 . . .	230	342
1894 . . .	188,3	260,2			

Le développement de l'industrie métallurgique, pour nous borner à ce seul exemple, a également subi un ralentissement considérable, puisqu'en 1896 la production dépassait à peine celle de 1882 et qu'une régression marquée s'était produite dans l'intervalle.

(1) *Jevons's Coal Question, thirty years after :* inaugural address of the Right Hon. Leonard Courtney, *M. A. M. P.* President of the *Royal Statistical Society*. Reprinted from the *Journal of the R. Statistical Society*. Vol. LX. Part IV, december 1897, p. 2.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Seulement les diverses causes qu'avait entrevues Jevons n'ont pas eu l'importance relative qu'il imaginait.

Il croyait que le ralentissement dans les progrès de l'industrie britannique serait dû surtout à l'augmentation du prix du charbon causé par la prospérité elle-même. Or, en fait, ce facteur a bien eu une certaine influence qu'il ne faudrait pas s'exagérer parce que des éléments de hausse du charbon se sont manifestés qu'il n'envisageait pas, tels que l'augmentation des salaires, la réduction de la journée de travail, éléments que l'on retrouve dans les pays producteurs, accompagnés de causes de diminution de prix comme l'emploi de perforatrices et appareils de traçage mécanique, meilleure utilisation du combustible.

Il avait également pressenti un déplacement de l'axe industriel du monde par l'entrée en jeu de pays nouveaux comme les États-Unis dont il disait : « Même avec la plus grande habileté des ingénieurs et une grande abondance de main-d'œuvre qualifiée, nous ne pouvons à beaucoup près produire le charbon à aussi bas prix que sur les rives de l'Ohio... Il est indiscutable qu'aucune autre portion de la surface terrestre n'est aussi naturellement outillée pour devenir le siège de grandes industries (1). »

Mais il estimait que c'était là un danger futur, qu'il y aurait lieu de craindre seulement dans un avenir très éloigné et il ajoutait : « Mais pourquoi, peut-on demander, une richesse si étonnante en charbon n'affecte-t-elle pas notre prospérité si tant de choses dépendent du prix du charbon ? C'est parce que l'Amérique n'a pas encore atteint et n'atteindra pas de longtemps cet état de développement industriel nécessaire à l'existence d'un grand système de manufactures, *si grande que soit la richesse en charbon, la fertilité du sol est par rapport à celui de la terre des pays européens plus grande encore et l'agriculture a et devrait avoir la préférence sur les manufactures.* Les progrès de l'industrie houillère sont retardés en Amérique seulement par la richesse relativement plus grande d'autres branches. »

En cela Jevons faisait gravement erreur, car moins de quarante ans après la publication de son livre, la production houillère des États-Unis dépassait déjà sensiblement celle de la Grande-Bretagne et depuis 1899 la différence n'a fait que s'accentuer.

Les États-Unis ont pris comme nation industrielle la première place dans le monde et de ce fait les prédictions de Jevons se sont trouvées quelque peu faussées, ainsi que le faisait observer dès 1897 M. Léonard Courtney dans l'opuscule que nous avons cité (2) : le prix du charbon en Angleterre n'a pu s'élever comme il l'aurait fait normalement sans cela à cause précisément de celui auquel il était en Amérique. On le voit facilement dans le tableau suivant donnant la production de houille dans les deux pays et les prix à la mine pour un certain nombre d'années (3).

Une autre erreur de Jevons fut également de ne pas tenir compte du développement industriel de l'Allemagne, si proche pourtant. Il ne voulait pas y croire parce que la richesse houillère de ce pays lui semblait de trop faible importance par rapport à celle de l'Angleterre pour qu'il pût jamais devenir un concurrent redoutable.

Quoi qu'il en soit cependant, on ne peut n'empêcher, avec M. Léonard Courtney,

(1) *Jevons, the Coal Question.*

(2) *Jevons's Coal Question. Thirty years after, loc. cit.*, pp. 1, 10 et 18.

(3) Les chiffres de ce tableau sont empruntés jusqu'en 1896 à l'opuscule ci-dessus mentionné et depuis cette date aux deux livres bleus *Memoranda Statistical Tables and Charts* [cd. 1761], *op. cit.*, 1903, p. 439-40, 490 et 491, *Second Series of Memoranda Statistical Tables and Charts* [cd. 2337], 1904, p. 589.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'admirer la clairvoyance de cet auteur auquel serait due en majeure partie la réduction de la dette nationale du Royaume-Uni de 816,4 millions sterling en 1865 à 644,9 millions en 1897, clairvoyance le rendant conscient de la crise qui devait atteindre la prospérité admirable de la Grande-Bretagne, en lui faisant perdre la suprématie industrielle par l'insuffisance, pour la progression de son développement d'alors, de sa richesse principale : le charbon.

Années.	Production de houille. Millions de tonnes. Grande-Bretagne.	Production de houille. Millions de tonnes. États-Unis.	Prix sur le carreau de la mine. Grande-Bretagne. sh.	Prix sur le carreau de la mine. États-Unis. sh.
1861.	86	14,4		
1866.	101,6	23,9		
1871.	117,3	35,4		
1876.	133,3	51,6		
1881.	154,3	76,8		
1886.	157,5	100,6	4,83	6,41
1891.	185,4	150,5	8	5,33
1892.	181,8	160,1	7,25	5,41
1893.	164,3	162,8	6,83	5,33
1894.	188,3	152,4	6,66	5,08
1895.	189,7	172,4	6,64	4,75
1896.	195,4	178,9		
1897.	202	196,4		
1898.	202	226,5		
1899.	220	240,7		
1900.	225	261,8		
1901.	219	269,2		
1902.	229	320,8		
1903.	230	320,8		

Bien que Jevons ne redoutât pas l'épuisement de la houille dans les Iles Britanniques, puisque pour lui la régression industrielle due aux causes que nous avons examinées devait s'être produite auparavant, il l'avait cependant envisagée avec des données très défavorables et très incertaines, et nous avons vu qu'il ne s'était pas arrêté malgré cela à la solution de la prohibition des exportations.

Une autre raison fort importante, dont il se préoccupa également de manière très sérieuse, ne lui fit pas reprendre cette idée, qu'il avait écartée définitivement, parce que la suppression ou le ralentissement des exportations aurait eu pour conséquence certaine une hausse des prix du combustible et aurait avancé peut-être beaucoup l'événement qu'il prévoyait et qu'il craignait.

Déjà en 1865 on commençait à se rendre compte qu'un jour pourrait bien arriver où la force motrice-vapeur, cessant de régner en souveraine sur le monde, serait remplacée au moins dans certains pays par l'énergie électrique.

Voici comment Jevons envisageait l'avenir pour ce moment (1). Il était convaincu que la suprématie industrielle de la Grande-Bretagne devait avoir un terme assez prochain, mais, d'autre part, il trouvait que l'on ne devait pas faire entrer en ligne de compte la suggestion que le pays peut être indifférent à la disparition de l'élément sur lequel cette suprématie est fondée, parce que l'on peut en découvrir d'autres ne donnant aucun avantage spécial à l'Angleterre et que ces découvertes ne feraient que hâter

(1) *Jevons's Coal Question. Thirty years after, op. cit.*, p. 18.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la perte de cette situation prépondérante : aussi il écrivait dans son livre : « Une telle découverte détruirait simplement notre suprématie industrielle particulière. L'électricité a déjà été cultivée jalousement sur le continent dans ce but : l'Angleterre, dit-on, perdra sa supériorité en tant que pays manufacturier, du jour où ses vastes réserves de charbon ne constitueront plus, pour elle, une source de force motrice économique. Et tandis que les étrangers voient clairement que l'énergie matérielle particulière de la Grande-Bretagne dépend du charbon, nous ne devons pas vivre dans un paradis de fous, en nous figurant que nous ne pourrons jamais faire, sans charbon, ce que nous avons fait avec (1). »

Cette clairvoyance de Jevons de la fin prochaine de la prospérité sans précédente que connaissait son pays, ne lui faisait pas rechercher des solutions extrêmes, il pensait que c'est en eux-mêmes que les Anglais devaient trouver les ressources nécessaires à maintenir leur situation, que c'est dans leur propre énergie, dans l'adaptation de leurs qualités productrices aux besoins économiques en un mot dans leur propre génie national que résidait le salut, mais il ne lui vint pas à l'esprit, alors qu'il était sans doute temps de prendre une décision, d'interdire ou de rendre plus difficile les exportations, comme voudraient le faire aujourd'hui les amis de M. Chamberlain.

Reprenant, en 1897, trente ans plus tard la théorie de Jevons, M. Léonard Courtney (2), après avoir constaté comment elle s'était vérifiée dans ses grandes lignes et avoir cité à l'appui l'exemple du Cornouailles, dont la population décroît sensiblement chaque année par suite de l'épuisement des richesses naturelles en minerais de cuivre et d'étain, revenait à la question du charbon, et, recherchant si quelque remède ne pourrait être apporté, disait : « De toutes les suggestions ainsi examinées, la plus marquante était le droit à l'exportation. On peut faire remarquer actuellement que toutes ces suggestions d'ailleurs — aujourd'hui qu'avec la plus complète évidence, l'époque est arrivée où nos rivaux nous atteignent s'ils ne nous dépassent déjà — sont archaïques et ne répondent plus à rien.

« Nous eussions pu constituer une réserve quand nous étions à la tête du mouvement, *nous ne pouvons plus le faire quand nous avons le plus grand mal à conserver notre place.* Mais, si, comme nous devons le croire probable, la concurrence devient plus redoutable, si l'allure ralentie de nos progrès se transforme en un état de piétinement sur place ou même en mouvement rétrograde, on fera revivre les suggestions anciennes et de nouvelles surgiront. »

En 1901, devant la préoccupation que la question du charbon causait à l'opinion publique qui voyait des motifs de sérieuse inquiétude dans le droit d'exportation de 1 sh. par tonne dont venait d'être frappée la houille et qui craignait quelque épuisement des mines, le gouvernement désigna une Commission Royale pour étudier les ressources en charbon en décembre 1901. Elle se composait des hommes les plus compétents. Leur enquête dura trois ans et la première partie de leurs rapports (rapport général) a été récemment publiée (3).

Elle est de nature à rassurer tous ceux qui craignaient que l'Angleterre ne vint à manquer de charbon.

La Commission estime que les ressources sont de 10 707 382 769 tonnes supérieures

(1) *Jevon's Coal Question. Thirty years after, op. cit.*, p. 18.

(2) *Ibid.*, voir notamment p. 122.

(3) Part I (*General Report*) *of the Final Report of the Royal Commission on Coal Supplies* [ed. 2353], *Parliamentary Paper*, 25 janvier 1905. Voir le *Times* du 26 janvier 1905, p. 7, col. 1, 2, 3.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à l'évaluation faite par la Commission Royale en 1871, encore que depuis cette date l'extraction représente 5 694 928 507 tonnes.

Alors qu'en 1871 la Commission estimait la quantité totale de houille à

90 207 285 398 tonnes.

en 1904 la nouvelle Commission l'estime à

100 914 668 167 tonnes.

Cette évaluation a été faite en ne tenant compte que des veines, ayant une puissance minima de un pied et n'atteignant pas une profondeur de 4 000 pieds ou environ 1 200 mètres, qui se trouvent dans les bassins connus et éprouvés.

Il résulte, en outre, des témoignages apportés à la Commission qu'il reste encore dans le sous-sol de la Grande-Bretagne des réserves de charbon, que l'on peut évaluer à une cinquantaine de mille millions de tonnes, réserves se répartissant ainsi :

40 000 millions de tonnes à une profondeur inférieure à 4 000 pieds dans des districts non ouverts encore à l'exploitation.
6 000 millions de tonnes à une profondeur supérieure à 4 000 pieds dans des districts connus.
854 millions de tonnes sous la mer dans le Cumberland.
383 millions de tonnes sous la mer à Saint-Brides and Carmarthen Bay.

47 237 millions de tonnes.

Le total exploitable s'élèverait donc à 148 171 668 167 tonnes.

Comme on le voit par ces chiffres, l'épuisement n'est pas près de survenir : si l'on suppose que la progression moyenne de 2 1/2 p. 100, constatée depuis nombre d'années, se maintienne, il s'écoulera plus de quatre cents ans avant que les réserves visibles aient été employées et les inquiétudes suscitées par la crainte d'épuisement des mines peuvent être calmées. Ce n'est pas par le manque de combustible que l'industrie britannique déclinera.

La Commission estime cependant, mais sans fournir de raisons à l'appui de ce dire, que l'accroissement dans l'extraction ne saurait se maintenir indéfiniment au taux actuel, que dans un certain nombre d'années (elle ne précise point) il diminuera et que dans un avenir indéterminé, après avoir passé par zéro, il deviendrait négatif. C'est, en somme, adopter la théorie de Jevons dans ses grandes lignes.

Il ne faudrait pourtant pas conclure de ce fait que l'avenir de l'industrie, ni que son développement ultérieur, s'il n'est pas entravé par d'autres causes, soient menacés par cette régression hypothétique dans la production du combustible.

Comme on le sait, les progrès techniques accomplis depuis quelques années, depuis l'époque où Jevons écrivait *The Coal Question* et en particulier depuis la fin du siècle dernier, ont considérablement accru l'effet utile du charbon dans l'industrie.

Les perfectionnements apportés aux grilles, l'insufflation d'air chaud dans les foyers augmentant l'intensité de la combustion, d'autres améliorations encore, permettent de faire usage des menus, dont on n'employait guère, autrefois, que des quantités infinitésimales pour les usages domestiques, tandis que la récupération des chaleurs perdues dans la combustion et leur utilisation réduisent sensiblement les quantités de houille nécessaire pour telle ou telle opération, ainsi qu'en métallurgie les gaz s'échappant des hauts fourneaux ont trouvé leur application.

Conformément à l'avis de nombreux témoins qu'elle a entendus, et en particulier à celui de M. Beilley, la Commission estime que si les industries britanniques voulaient profiter des progrès accomplis, il leur serait possible de réduire leur consommation

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de 40 à 60 millions de tonnes par an, ou, pour préciser, que la consommation industrielle proprement dite pourrait être ramenée, pour le même effet utile, de 150 (1) à 100 ou 90 millions de tonnes, et ainsi que la durée d'exploitation des mines se trouverait prolongée de 1/6 ou d'environ soixante ans, puisque l'économie atteindrait de 23,95 à 35,92 p. 100.

La quasi-unanimité des dépositions des témoins a montré que les exportations étaient absolument nécessaires au maintien des prix du charbon à un taux convenant à l'industrie. Grâce à la forte production actuelle, on peut faire rendre leur maximum aux diverses mines, c'est-à-dire d'une part y faire travailler hebdomadairement le plus grand nombre possible de jours et en même temps avoir la meilleure et la plus faible répartition des frais généraux et des charges fixes.

Depuis quelques années le taux des salaires s'est assez sensiblement élevé et, dans le Sud du Pays de Galles, feu M. Morgan Davies, l'un des principaux ingénieurs des mines de la région et secrétaire de l'Association des Exploitants d'Anthracite du Glamorgan, nous disait qu'il y avait eu de 1890 à 1900 une augmentation de 25 p. 100, due, en partie à une élévation des salaires et en partie à un accroissement du nombre des ouvriers. En effet, dans le rapport de l'Ingénieur des Mines du district du Sud du Pays de Galles, paru en 1901, on peut relever les chiffres suivants :

Nombre d'ouvriers travaillant :	1897	1900	Accroissement.
Au fond	53 712	91 864	+ 71 0/0
A la surface.	9 227	17 178	+ 85
Total. . .	62 989	109 042	+ 73 0/0
Production. . .	18 753 445 t.	28 403 596 t.	+ 51 p. 100

Ils montrent que pour une augmentation de production de 51 p. 100 en 13 ans il y a eu une augmentation de 73 p. 100 dans le personnel : augmentation beaucoup plus marquée, d'ailleurs pour les ouvriers du jour (85 p. 100) que pour ceux du fond. C'est un fait à retenir ; en même temps qu'il faudra se souvenir que la production par ouvrier du fond s'est abaissée de 349^{T},14 à 309^{T},19 par an et la production par ouvrier (du fond et du jour) de 297^{T},72 à 261^{T},40 par an entre 1897 et 1900.

Ce sont là, comme on le voit, deux causes tendant à augmenter assez sensiblement les prix du charbon ; toutefois si pour tout le Royaume-Uni ces causes se sont manifestées, il faut tenir compte qu'elles n'ont pas atteint partout au même degré d intensité et que, même dans le Pays de Galles, dont le charbon est toujours cher, elles ont eu un effet peu important par rapport à celui de la spéculation de courtiers marrons sur les cours.

Une des conclusions les plus favorables du rapport de la Commission est que, au moins les 79,3 p. 100 des ressources en charbon sont formés par des veines ou couches ayant au moins 2 pieds de puissance et que les 91,6 p. 100 du total sont constitués par des couches ou veines de plus de 18 pouces ou 1 pied 1/2 d'épaisseur.

(A suivre.)

(1) Voici la répartition industrielle pour les principaux groupes de la production.

Chemins de fer.	13 000 000 tonnes.
Manufactures	53 000 000 —
Mines	18 000 000 —
Métallurgie du fer.	28 000 000 —
Métallurgie et autres métaux.	10 000 000 —
Céramique, poterie, verrerie, etc	5 000 000 —
Gaz.	15 000 000 —
	142 000 000 tonnes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTES DE CHIMIE

Par M. Jules Garçon

A TRAVERS SCIENCES ET INDUSTRIES CHIMIQUES :

Généralités. — Valence et coordinence. — Effluves et ozone. — Nouveau filtre Gobbi.
Synthèses. — Laudanosine. — Vanilline. — Camphre.
Produits minéraux. — Sels de potasse.
Combustibles. — Les explosions de poussières de charbon. — Action nocive du gaz sulfureux.
Métaux et métallurgie. — Explosion d'une bouteille en acier. — Shérardisation. — Sur la soudure de l'aluminium. — Fers arsenicaux.
Hydrates de carbone. — Les éthers d'amidon. — Constitution de la cellulose. — Bakelite.
Industries des cuirs et peaux. — Épilage aux jus. — Tannin d'eucalyptus. — Extraits de quebracho. — Dosage du tannin. — Dosage de l'azote. — Caractérisation des extraits sulfitiques.
Ferments. — Diastases du lait — Présure. — Ferment bulgare. — Diastases en général. Action de l'acide borique.
Chimie hygiénique, etc. — Sur l'épuration des eaux. — Fraudes dans les sirops et liqueurs.

VALENCE ET COORDINENCE DES ATOMES

Les travaux de *M. A. Werner* ont introduit, pour l'atome, en dehors de sa valence, la notion de sa coordinence. La coordinence d'un atome représente le nombre des atomes qui se coordonnent à l'atome central pour former un radical complexe. La coordinence peut être égale à la valence, mais en général elle en diffère. On trouvera dans le Moniteur Scientifique de mai un résumé des idées de M. A. Werner, dû au docteur *H. Schwarz* de Zurich, l'un de ses élèves. Ces idées théoriques sont venues donner un fil conducteur pour se guider dans la foule des combinaisons complexes de la chimie tant minérale qu'organique. La quantité de ces combinaisons complexes est énorme ; c'est ainsi que Werner a fait connaître des centaines de chlorures doubles métalliques, Pfeiffer plusieurs centaines de bromures et autant d'iodures, H. Schwarz 666 oxalates doubles.

Soit l'exemple des chlorures doubles d'ammoniaque et de cobalt, dont la formule générale est $CoCl^3(NH^3)^n$ où n = successivement 6, 5, 4, 3 ; ils ont 3, 2, 1 ou 0 de Cl ionisables ou précipitables par l'azotate d'argent ; en conséquence, si dans ces formules l'atome métallique se trouve toujours combiné à six radicaux, il reste d'autres radicaux qui s'enchaînent d'une manière toute différente, et c'est pour expliquer ces faits que M. Werner a introduit la notion de la coordinence. Coordinence dans l'espace, comme pour $Co(NH^3)^6 Cl^3$, c'est le cas habituel ; Coordinence sur un plan comme pour $Pt(NH^3)^4 Cl^2$, c'est le cas du groupe d'éléments bivalents Pt, Pd, Cu.

La coordinence est généralement différente de la valence.

	C	Cr	Co	Fe	Cu	Hg	Pd	Pt
Coordinence. . .	4	6	6	6	4	4	4 ou 6	4 ou 6
Valence.	4	3	3	3	1 ou 2	1 ou 2	2 ou 4	2 ou 4

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans les sels hexammoniés $(6NH^3)$, à la valence de l'atome métallique situé dans le centre du noyau correspond toujours celle des ions extérieurs. Par exemple $Cu(NH^3)^6X^2$, $Co(NH^3)^6X^3$, $Pt(NH^2)^6X^4$.

Les combinaisons doubles se trouvent ramenées à sept types principaux : $Me(NH^3)^6X^3$; $Me(NH^3)^5XX^2$; $Me(NH^3)^4X^2X$; $Me(NH^3)^3X^3$; $Me(NH^3)^2X^4X_1$; $Me(NH^3)X^5X_1^2$; $MeX^6X_1^3$.

Le dernier type renferme de très nombreux représentants, tels : $PtCl^6K^2$, $FeCy^6K^3$, $CrFl^6K^3$. Ainsi, des sels ammoniacométalliques, M. Werner dérive les sels doubles, et aussi les sels hydratés.

EFFLUVES ET OZONE

Un important travail de *MM. E. Brinner* et *E. L. Durand* sur l'action chimique des décharges électriques aux basses températures, publié par le Journal de chimie physique en tête de son premier numéro de 1909, relate les résultats obtenus sur les mélanges hydrocarbure-azote, sur l'oxygène, sur le chlore, dans les essais effectués au Laboratoire de chimie physique de l'Université de Genève.

Voici les résultats de ce travail :

Les auteurs ont repris l'étude de quelques réactions chimiques produites par les décharges électriques, en immergeant le tube-laboratoire dans l'air liquide ou dans le mélange neige carbonique-éther. Le système chaud-froid ainsi réalisé contribue à augmenter les concentrations limites et les rendements des produits synthétiques.

Pour le mélange azote-oxygène, soumis à l'étincelle, le rendement le plus favorable correspond à une pression voisine de 100 millimètres de mercure et à la composition $N^2 + O^2$.

Dans les mélanges hydrocarbure-azote, l'étincelle provoque la formation du charbon, d'hydrogène, d'acide cyanhydrique, d'ammoniac et d'hydrocarbures supérieurs. Si l'hydrocarbure est saturé, la formation de l'ammoniac est prépondérante sur celle de l'acide cyanhydrique ; l'inverse a lieu avec un hydrocarbure non saturé comme l'acétylène. En faisant agir l'effluve sur l'oxygène à la température de l'air liquide, l'ozone se condense, échappe à la décomposition et le rendement subit une élévation considérable ; à la pression optima de 100 millimètres nous avons obtenu un rendement de 55 grammes par kilowatt-heure. Le chlore soumis à l'action de l'effluve ne subit aucune polymérisation. Dans les hydrocarbures ou leurs mélanges avec l'azote, l'effluve produit surtout des hydrocarbures supérieurs non saturés.

Dans les réactions provoquées par les décharges électriques dans les gaz, le rendement dépend d'un grand nombre de facteurs, tant chimiques que physiques, qui influent les uns sur les autres ; dans ces conditions, les lois de la statique chimique sont inapplicables et il est préférable de se laisser diriger, pour interpréter les phénomènes, par des considérations purement cinétiques et atomistiques.

La partie tout particulièrement intéressante de ce travail est celle qui est relative à l'action qu'exerce l'effluve sur l'oxygène pour la production de l'ozone.

L'action des basses températures a déjà été utilisée pour améliorer le rendement en ozone. Par l'emploi de l'air liquide, MM. Brinner et Durand ont pu étudier l'action de l'effluve dans un intervalle de température plus étendu. L'oxygène, préparé par calcination du permanganate de potasse et soigneusement desséché, est introduit à une pression donnée dans le tube-laboratoire ; la quantité d'ozone formée se déduit de la dénivellation lue sur le manomètre après l'opération. Dans le mélange neige carbonique-éther (température — 78°) l'ozone

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

atteint une concentration limite de 11 p. 100 environ ; au delà, il se détruit en aussi grande quantité qu'il se forme.

A — 78°, il y a donc un rendement de 12 grammes d'ozone par kilowatt-heure. Dans l'air liquide, soit à — 192°, il a été possible de transformer tout l'oxygène en ozone. Au fur et à mesure de sa formation, l'ozone coule le long des parois et se rassemble au fond de l'appareil sous la forme d'un liquide visqueux bleu foncé. La pression influence le rendement, qui passe par un maximum, 55 grammes par kilowatt-heure, vers 150 millimètres de mercure. En opérant sur l'air, le rendement est moins élevé, 20 grammes par kilowatt-heure. Il est à noter que, dans ce cas, l'action de l'effluve sur l'air ne produit que très peu d'oxyde d'azote.

Sous forme d'arc ou d'étincelles, les décharges sont beaucoup plus chaudes et la production d'ozone est bien plus faible ; l'étincelle est surtout productrice d'oxyde d'azote.

« Ces résultats confirment le fait, observé maintes fois et mis à profit dans l'industrie, que la réfrigération des gaz est une circonstance favorable pour un bon rendement en ozone. Si l'appareil est maintenu à une température où l'ozone ne possède pas de tension de vapeur appréciable, comme c'est le cas à — 192°, l'efficacité du dispositif chaud-froid devient alors maximum puisque l'ozone est éliminé au fur et à mesure de sa formation.

« Les rendements élevés obtenus dans ces expériences portent à conclure que l'action du dispositif chaud-froid convient d'une façon toute particulière dans les synthèses opérées par les décharges sous forme d'effluve. Selon toute probabilité, les rendements pourront être améliorés en utilisant des ozoniseurs plus parfaits au point de vue de l'isolement et dans des conditions de transformation du courant plus économiques. »

Jusqu'ici pour la production industrielle de l'ozone, on avait le procédé de Moissan, 1899, basé sur l'action du fluor sur l'eau, à rendement de 14,5 p. 100, et le procédé par effluves, appliqué dans les appareils Otto, Siemens et Halske, Abraham et Marnier.

Quant à l'ozone liquide, obtenu grâce à l'emploi pression et froid en 1882 par Hautefeuille et Chapuis, puis grâce au froid seul en 1887 par Olzewski et en 1898 par Troost, c'est un liquide bleu, bouillant à — 119°, mais très dangereux à manier, car c'est un produit exothermique, et il explose en présence de poussières organiques qu'il faut éliminer en lavant les récipients avec de l'acide chromique.

Ce mode de préparation de l'ozone, qui est à la portée des laboratoires disposant d'air liquide, présente en outre l'avantage de fournir, si on le désire, ce gaz à des concentrations élevées et capables par conséquent de provoquer d'énergiques oxydations. Quant aux dangers d'explosion de l'ozone obtenu par ce procédé, ils sont peu à craindre si l'on a soin d'éliminer toute trace de substance organique de l'ozoniseur et des canalisations par des lavages à l'acide chromique.

NOUVEAU FILTRE GOBBI

On doit à *M. Émile Gobbi* l'invention d'un filtre de caractère nouveau (séance de l'Académie des sciences du 26 avril 1909 ; voir Comptes rendus, p. 1186). En effet, le rôle principal y est joué par l'étroitesse des canaux, et non par une attraction capillaire comme dans le filtre Chamberland. L'auteur a cherché, d'autre part, à restreindre la longueur des canaux filtrants. Son filtre est métallique. Il est formé en enroulant en hélice un ruban de nickel de plusieurs centaines de mètres, ayant 1/10 de millimètre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

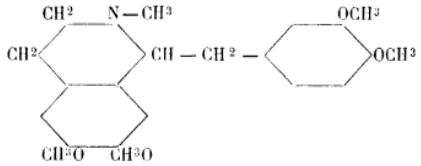
d'épaisseur et 15/10 de millimètre de largeur. On a ménagé sur ce ruban un grand nombre de petites côtelures régulières très rapprochées et transversales. En serrant convenablement les spires ensemble au moyen de vis, on obtient un vase cylindrique, et le liquide qu'il renferme filtrera à travers les côtelures, dont les interstices représentent autant de voies filtrantes de longueur égale à la largeur du ruban.

Le filtre Gobbi ainsi constitué, en prenant les interstices de dimension inférieure à celle des plus petits microbes, ou des grains colloïdaux bien plus petits encore, est amené à rendre de grands services dans le laboratoire comme dans l'usine.

SYNTHÈSES

Laudanosine. — Une note de *M. Amé Pictet* et de *Mlle M. Finkelstein*, présentée par M. A. Gautier à la séance de l'Académie des Sciences du 5 avril (voir Comptes rendus, p. 975) donne la synthèse totale de la laudanosine. C'est un premier et bel exemple de synthèse d'un alcaloïde de l'opium.

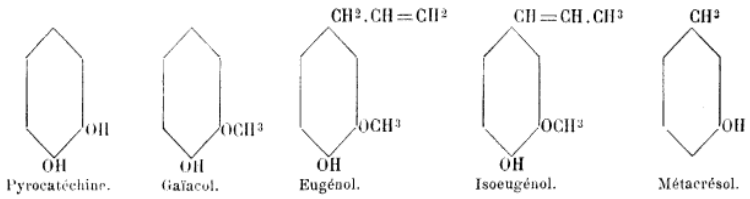
La papavérine, d'après Goldschmiedt, est la tétraméthoxybenzylisoquinoléine. MM. A. Pictet et B. Athanasesco ont réussi, il y a plusieurs années, à la transformer en laudanosine, par une synthèse partielle. Aujourd'hui, ils ont réalisé cette synthèse à partir de l'amide diméthylhydrocaféique obtenue elle-même à partir de la méthylvanilline et de l'acide homovératrique obtenu à partir de l'eugénol; ils arrivent par une suite de réactions des plus intéressantes à la méthyltétrahydropapavérine racémique, dont la modification dextrogyre est identique à la laudanosine naturelle, qui est la méthyltétrahydropapavérine droite.



C'est le premier alcaloïde de l'opium qui ait été reproduit artificiellement. Les auteurs espèrent obtenir la papavérine.

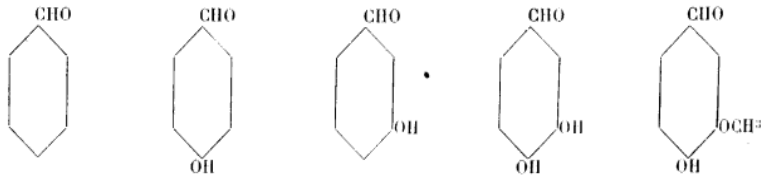
Vanilline artificielle. — La vanilline artificielle est l'éther méthylique de l'aldéhyde protocatéchique. C'est une aldéhyde alcoolique. Elle prend naissance dans la gousse du vanillier à la suite d'une sorte de fermentation. Les procédés d'obtention de la vanilline artificielle se sont multipliés depuis une trentaine d'années. Parmi les procédés industriels, les uns partent de phénols, les autres d'aldéhydes. Voici les schémas des produits les plus importants comme points de départ de cette préparation.

Parmi les phénols :



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Parmi les aldéhydes :



Aldéhyde benzoïque. — Aldéhyde paraoxybenzoïque. — Aldéhyde métaoxybenzoïque. — Aldéhyde protocatéchique. — Vanilline.

Ces schémas montrent clairement quelles sont les substitutions à opérer pour arriver de la matière première à la vanilline.

MM. E. Klotinsky et *Jacopmann* ont communiqué à la Société de chimie de Genève (séance du 6 juillet) un nouveau mode de synthèse en partant du métacrésol.

Camphre artificiel. — *M. Gust. Komppa*, professeur à Helsingfors, dans les Berichte de la Deutsche chemische Gesellschaft, (année 1908, p. 4470), donne une communication préliminaire sur la synthèse totale du camphre.

Une intéressante communication de O. Wallach (Ann. der Chemie, t. 363, 1) a montré qu'il est parvenu à obtenir le camphre inactif du b-pinène. Est-ce la première synthèse du camphre à partir d'un composé du carbone moins élevé? M. Komppa rappelle que dès 1903, il a obtenu la synthèse totale de l'acide camphorique racémique (Berichte, 1901, p. 2472; 1903, p. 4332); et l'acide camphorique a été converti en camphre par Haller (Comptes rendus, 1896, t. 122, p. 446; 1900, t. 130, p. 376) et par Bredt et Rosenberg (Annalen der Chemie, 1896, t. 289, 1). Mais l'acide que les chercheurs derniers nommés ont converti en camphre, était l'acide d-camphorique actif, tandis que l'acide synthétique de Komppa était l'acide r-camphorique inactif, en sorte que la chaîne de la synthèse n'était pas absolument sans lacune.

M. Komppa déclare qu'à lui aussi appartient d'avoir converti l'acide r-camphorique synthétique, obtenu avec la r-campholide et l'acide r-homocamphorique, en r-camphre. Les résultats de cette synthèse totale du r-camphre ont été communiqués par lui, le 13 octobre 1905 à la réunion de la Finlandische Chemiker-Verein, et ont été résumés dans la Chemiker Zeitung, 1905, p. 1202. M. Komppa promet de donner bientôt un exposé complet de tous ses travaux synthétiques dans le groupe du camphre.

La présente communication a pour objet de montrer la transformation de l'acide r-camphorique, par le moyen de la quinine, en le composé actif; et la préparation de l'acide l-camphorique pur.

M. Marcel Guerbet a donné à l'Académie des Sciences (séance du 15 mars, Comptes rendus, p. 720) une communication sur l'acide campholique racémique, et à la Société Chimique (Bulletin, p. 272) une communication sur l'acide campholique gauche et ses dérivés.

A la Société Chimique (séance du 20 mars; voir le Bulletin, n° du 5 mai), *M. G. Blanc* a fait une conférence très intéressante sur le camphre. Nous en donnons les extraits principaux.

M. Blanc commence par remarquer que l'actuelle formule du camphre $C^8H^{14}<\begin{matrix}CO\\|\\CH^2\end{matrix}$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

apparait très naturelle, mais elle résulte de recherches très subtiles, où presque tous les chercheurs ont commencé par se tromper. Les étapes successives furent la formule de Kékulé, celle transformée de Bouveault, les recherches de Guerbet de 1894 sur la constitution de l'acide campholique, les formules de Tiemann et de Bredt sur la constitution de l'acide camphorique, et à la suite des travaux de W. A. Noyès et de L. Balbiano, la formule constitutive de Bouveault (1898) confirmée par Blanc (1899) contre W. H. Perkinjr, puis infirmée par Blanc, enfin la consécration définitive de la formule de Bredt.

Après cette entrée théorique, M. Blanc relate les tentatives faites pour la synthèse de l'acide camphorique. G. Komppa d'un côté, W. H. Perkinjr et J. F. Thorpe de l'autre, ont réalisé cette synthèse. Celle de Komppa, la première en date, n'a pas encore été publiée *in extenso*.

« La question a pendant plusieurs années, conclut M. Blanc, passionné vivement les chimistes. Elle est à présent absolument claire. Un seul point reste profondément obscur, c'est le mécanisme du passage du camphre au camphène, et réciproquement. Ce sujet mérite donc l'attention de ceux que ne rebutent pas les recherches difficiles. »

SELS POTASSIQUES

A la fin de sa communication sur les sels de Stassfurt, et après avoir exposé la géologie, la composition des différents dépôts miniers, l'extraction des sels, leur raffinage, leur traitement final pour l'obtention des chlorure et sulfate potassiques, des engrais potassiques, du sel du Glauber, du bromure et du chlorure de magnésium, *M. B. Leslie Emslie* (J. of the S. of chemical Industry, 1909, p. 393) nous donne le relevé statistique des emplois.

La préparation de la potasse caustique et des sels industriels de potassium absorbe la moitié du chlorure de potassium ; puis le salpêtre en absorbe un tiers. Le dernier sixième est absorbé par la fabrication de plusieurs produits, dont le plus important est le chlorate de potassium qui absorbe le huitième du chlorure de potassium, mais dont le principal emploi pour les allumettes est en décroissance.

Un vingtième du chlorure de potassium est absorbé par la fabrication du chromate.

Mais des sels de potasse 15 p. 100 seulement vont à l'industrie ; le reste est utilisé pour l'agriculture.

COMBUSTIBLES

La Station d'essais du Comité central des houillères, à Liévin, est décrite dans le Génie civil, n° du 16 avril, p. 403 à 407.

Les gaz de briqueteries sont très nuisibles aux cultures voisines ; cela provient de ce que le charbon pour briqueteries est pyriteux. On peut combattre cette action nocive du gaz sulfureux en additionnant le charbon de chaux.

L'altération des céréales et farines sous l'action de l'acide sulfureux, dans les opérations de dératisation à bord des navires, a fait l'objet d'une communication de *M. Dugast* à l'Académie des sciences (séance du 15 juin 1908), et d'un travail de *MM. M.* et *G. Carteret* (Bulletin de la Société chimique, 1909, p. 270). Cet acide a une action puissante et nuisible.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

EXPLOSION D'UNE BOUTEILLE EN ACIER

Le rapport d'expertise de *MM. L. Danlos* et *Ch. Frémont* (Génie civil, n° du 10 avril, p. 407) porte que cette bouteille d'hydrogène comprimé n'était chargée qu'à 150 kilogrammes par centimètre carré, bien qu'elle fût construite pour supporter une pression de 175 kilogrammes. Elle avait 2 mètres de hauteur et 0m,20 de diamètre ; on l'avait mise en service le 23 juin 1906.

Avant sa mise en service, elle avait subi deux épreuves à la presse hydraulique sous la pression réglementaire $175 \times 1{,}5 = 262$ kilog. 5. C'est dire que ce genre d'essai ne saurait donner à lui seul une garantie suffisante au point de vue de la sécurité.

« L'explosion s'est produite pendant qu'un ouvrier était occupé à visser sur la bouteille un manomètre détendeur. Cet ouvrier fut tué et un autre, qui était occupé à une forge située à peu de distance, eut l'avant-bras droit arraché. » L'aspect des débris fait supposer que le métal s'est brisé brusquement, ce devait être de l'acier fragile.

Des expériences poursuivies à l'École supérieure des Mines l'ont confirmé : il existait de la retassure dans le métal et des inégalités d'épaisseur. Comme les bouteilles de gaz comprimé éprouvent de continuelles variations de pression intérieure en raison des remplissages successifs et des dilatations, leurs parois subissent, par suite, des déformations. Si en un point, leur épaisseur est moindre, c'est là que vont se localiser les déformations.

« La responsabilité des fabricants se trouve engagée en cas d'accidents dus à des vices de construction. Ils ont donc intérêt à ne livrer que des bouteilles irréprochables. Pour arriver à ce résultat, il conviendrait :

« 1° de rejeter tous les procédés d'usinage qui laissent subsister une trop grande incertitude sur l'épaisseur des parois des bouteilles, et de procéder à une vérification minutieuse des produits finis ;

« 2° d'apporter le plus grand soin à la réception des tôles d'acier destinées à la fabrication des bouteilles. »

SHÉRARDISATION

Nous avons déjà donné plusieurs extraits de mémoires sur l'ingénieux procédé de galvanisage par la vapeur de zinc, dû à *M. Shérard Cowper-Coles*. L'inventeur vient de publier un exposé de son célèbre procédé, accompagné de figures, et on le trouvera dans le J. of the S. of chemical Industry, n° du 30 avril 1909, p. 399. Ce procédé emploie ou le gris de zinc (poudre de zinc) qui est constitué par 4 parties de zinc métallique et 1 partie d'oxyde, ou le zinc vaporisé, plus spécialement approprié pour l'ornementation des surfaces métalliques au moyen de réserves sur toutes surfaces.

SUR LA SOUDURE DE L'ALUMINIUM

On a cru réaliser la soudure allogène de l'aluminium par le zincage, après que Debray eut découvert l'aluminium ; mais des effets électrolytiques pernicieux se produisent.

La soudure autogène paraît préférable, mais longtemps elle a échoué à cause de la pellicule d'alumine qui se forme si rapidement, pellicule non fusible et peu adhérente.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La difficulté a été tournée en plongeant la pellicule dans une poudre désoxydante à base de chlorure ou de fluorure alcalin ou alcalino-terreux, comme le sont les poudres connues depuis plusieurs années sous les noms de poudres à souder et poudre Odham.

FERS ARSENICAUX

Nous avons déjà relevé de nombreux documents sur l'action que la présence de l'arsenic dans les fers et aciers exerce pour retarder leur attaque par les acides. Citons encore un document ancien de *Ch. F. Burgess* (Electrochemical Industry, 1906, p. 384); et un document récent dû à *M. Lecoq* (Revue de métallurgie, 1909, p. 502).

La pellicule d'oxyde de fer Fe^3O^4 que le recuit a formé, dit ce dernier, se détache parfaitement dans des solutions sulfuriques contenant de l'arséniate de soude, et, cette pellicule une fois détachée, l'attaque du fer peut être arrêtée, si la quantité d'arsenic est suffisante, soit par litre 1 gramme d'arséniate de soude pour les solutions à 10° Baumé, 2 grammes pour celles à 15° Baumé.

LES ÉTHERS D'AMIDON

Dans un mémoire présenté à la Society of chemical Industry (voir son Journal 1909, p. 288), *M. John Traquair* a exposé les résultats de dix années de recherches sur la fabrication et les propriétés de quelques éthers d'amidons.

Il y a deux points à noter, tout d'abord, dans les propriétés de l'amidon même. Premièrement, dans l'engrais d'amidon, il y a une relation très variable entre les quantités d'amylose soluble et insoluble. Ensuite les solutions d'amidon ont une tendance à rétrograder en une gelée insoluble.

On peut bien empêcher cette rétrogradation en incorporant des chlorures hygroscopiques, mais la présence des sels limite les applications. La solution permanente représente le véritable colloïde de l'amidon.

La valeur qu'ont prise les éthers cellulosiques a amené à étudier les éthers de l'amidon.

Nitrate. — Étudié entre autres par W. Will et P. Lenze, *in* Berliner Berichte, 1898, p. 68. Produit stable, lorsqu'il est pur. Il n'a d'utilisation que comme explosif.

Formiate. — Le noyau est brisé, et le produit dérive des produits de résolution de l'amidon.

Acétate. — Il en est de même dans ce cas.

L'acide formique a donné dans la pratique de grandes difficultés; le produit est instable, et devient acide par hydrolyse. L'acide acétique en solution a peu d'action. Au contraire, l'acide glacial donne les meilleurs résultats techniques, pourvu qu'on opère en l'absence de toute humidité. Le produit doit être insoluble dans l'eau, pour pouvoir être lavé, et les circonstances du traitement doivent être suivies dans cette vue. Ce produit, gonflé avec 4 à 5 fois son poids d'eau, donne une solution visqueuse claire, qui est permanente et fournit des pellicules claires et minces. Le procédé a été breveté en 1902, même en Allemagne, malgré l'opposition formidable des fabricants d'amidons solubles.

Le produit est connu sous le nom de *féculose*. Il diffère peu en apparence de l'amidon ordinaire. Par ébullition avec l'eau, il donne une solution homogène, qui ne rétrograde

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pas. La solution ne réduit pas la solution de Fehling; elle se colore en bleu par l'iode. Elle précipite par l'alcool.

C'est un substitut de la gélatine et des gommes, pour l'apprêt des cotons teints en clair, des lins, des soies, des papiers à la place de la caséine.

CONSTITUTION DE LA CELLULOSE

Un intéressant résumé des travaux qui ont été faits sur la constitution polysaccharique de la cellulose est donnée par *J. Briggs* (J. of the S. of chemical Industry, 1909, p. 340). Braconnot en 1819 fournit les premiers essais sur la transformation en sucre; Fleichsig 1883, Stern 1895 (Chemical Society Transaction) l'établirent plus complètement.

Mais si l'amidon est facilement converti en sucre, la cellulose, dans des conditions similaires, peut ne donner que des traces de sucre. Ce sont les mémoires de Simonsen (Z. für angewandte Chemie, 1898, pp. 195, 219, 962, 1007) qui renferment l'étude la plus complète sur la saccharification directe de la cellulose. Körner (*ibidem*, 1908, p. 2353) l'a critiqué.

Braconnot, et les expérimentateurs qui vinrent ensuite, employait l'acide sulfurique. Skraup (Monatshefte für Chemie, t. 22, p. 104) le chlorure d'acétyle qui lui fournit un rendement bien supérieur, jusqu'à 15 p. 100 du sucre.

On sait aujourd'hui que les celluloses du coton renferment des polysaccharides qui fournissent des pentosanes et des mannosanes. Les points suivants restent à élucider.

La cellulose est-elle un polysaccharide bien défini comme l'amidon? 100 parties de cellulose peuvent-elles compter pour 110 de dextrine? Et si ce n'est pas, quelle est la nature du résidu? Enfin, la cellulose du bois est-elle identique à celle du coton?

BAKELITE

Qu'est-ce que la bakelite? C'est un substitut de celluloïd dû à *L. H. Baekeland*, qui a communiqué sur ses propriétés et ses emplois un long mémoire à l'American chemical Society, séance du 5 février 1909 de la section de New-York. Il dérive de l'interaction de corps aldéhydiques sur des corps phénoliques. Ces réactions mutuelles ont été étudiées théoriquement par Bayer (Berliner Berichte); Klecberg (Annalen, 1891), puis pratiquement pour l'obtention de celluloïdes par Smith (brevet anglais de 1899), Luft (brevet allemand de 1902); et pour l'obtention de résines par Blumer (brevet anglais de 1902); pour l'obtention de gutta par Fayolle (brevets français de 1902, 1904); par Story (brevet anglais de 1905); par De Laire (brevet français de 1905). Les procédés qui précèdent ont en vue des résines artificielles; mais les réactions mutuelles des aldéhydes et des phénols conduisent aussi à des antiseptiques, Speyer (brevet allemand de 1867); travaux de Wohl, Tollens, Moschatos sur l'hexaméthylènetétramine. Revenant aux résines, M. Baekeland cite encore les procédés de Fr. Bayer (brevet allemand de 1907), de Guignot (brevet américain de 1908); puis le brevet Baekeland; enfin celui de Helm (brevet anglais de 1907), et celui de Knoll (1907).

La condensation des phénols avec les aldéhydes peut donner, suivant les conditions et les proportions, deux classes tout à fait distinctes de produits résineux.

Dans une première classe, procédés Blumer, de Laire, Thurlow, les produits sont solubles dans l'alcool, l'acétone et les alcalis hydratés. Le chauffage fond le produit,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui se resolidifie par refroidissement; la fusion et le refroidissement peuvent être répétés un grand nombre de fois, et un chauffage prolongé n'amène pas aux produits de la seconde classe. Ces premiers produits ont plusieurs des propriétés générales de la laque.

Dans la seconde classe, procédés Kleeberg, Smith, Luft, Story, Knoll, Backeland, les produits se différencient nettement l'un de l'autre et ces différences les spécialisent pour des applications distinctes. Ce sont des substances résineuses infusibles, dont quelques-unes sont plus ou moins attaquées par l'acétone, les alcalis caustiques, ou ramollies sous l'action de la chaleur. Aucun de ces produits ne rétrograde à la première classe même si on les chauffe avec du phénol. Ces résines artificielles et insolubles peuvent être obtenues directement et en une seule opération en faisant agir la formaldéhyde sur le phénol (procédé Kleeberg). Mais on peut aussi les produire en deux phases (procédés Luft, Story), dont la première, incomplète, donne un produit visqueux soluble dans les alcools, la glycérine, et le camphre ou le phénol, et dont la seconde, consistant en un chauffage ou une élimination du dissolvant, conduit peu à peu au produit insoluble. Pour procéder en une seule phase, on peut ou se passer d'agents de condensation (Story), ou les employer avec réserve (Luft), ou les étendre dans des solvants tels que l'alcool méthylique ou l'alcool amylique (Smith), ou la glycérine (Fayolle).

M. Backeland regarde comme indispensable d'opérer à des températures bien supérieures à celles habituellement indiquées. Et pour empêcher la dissociation du formol avec mise en liberté de CH^2O, il recourt à une pression extérieure, et à la présence d'un agent de condensation qui rend la réaction bien plus rapide. Si cet agent est un acide ou un sel à acide fort, susceptible de donner une réaction acide nette, on obtient un produit de la première classe ; mais si l'agent est un sel alcalin, ou un sel à acide faible, tel l'acétate de sodium, ou une base en quantité limitée, on obtient une résine insoluble et infusible, même avec un excès de phénol. La qualité et la quantité de l'agent de condensation a donc une action prépondérante sur les caractères du produit final.

Pour M. Backeland, la condensation des phénols avec la formaldéhyde se poursuit en trois phases : 1° formation d'un produit initial, soluble dans les solvants, dans la soude; à l'état liquide, ou visqueux, ou solide ; et dans ce dernier cas fusible par la chaleur, et transformable par elle dans les deux produits suivants; 2° formation d'un produit intermédiaire, toujours solide, insoluble, mais se gonflant dans les solvants, ramolli par la chaleur et se durcissant si on refroidit ; 3° formation du produit final infusible, insoluble et inattaquable par les acides ordinaires, par les solutions alcalines ; enfin, mauvais conducteur de la chaleur et de l'électricité.

M. Backeland donne les détails de la préparation du produit final, la bakelite, dont les utilisations sont innombrables, comme substitut de l'ambre, du celluloïd, de l'ivoire, du caoutchouc, de la gutta; il finit par un exposé sur la constitution synthétique de ce produit.

ÉPILAGE AUX JUS

M. H. Boulanger, tanneur à Lille, après avoir publié dans notre *Bulletin* en 1902, la première partie de son remarquable travail : Essais du cuir dans ses applications industrielles, fut amené à entreprendre l'étude de la peau au moyen de la microphotographie,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et les résultats de cette étude ont été réunis dans 14 atlas renfermant 118 vues; ils furent récompensés par notre Société d'une médaille d'or, en 1905, sur le rapport de M. Ach. Livache. « Ces albums montrent combien les microphotographies peuvent aider à l'explication des faits constatés par la pratique. » M. Livache en donnait un exemple en y puisant l'explication des accroissements de durée pour le cuir, résultant et de la résistance à la rupture, et des diminutions de dureté et de résistance à l'allongement, des cuirs tannés en quelques heures au chrome sur ceux tannés en plusieurs mois à l'écorce. M. Livache, en engageant vivement, au nom du Comité des Arts chimiques, l'auteur à continuer ces études dans une voie méthodique, prévoyait qu'elle serait féconde en résultats scientifiques et industriels.

Le brevet pris le 14 octobre 1907 pour l'enlèvement des poils par le gonflement de la peau se rattache à ces idées et à ces faits. M. Boulanger y explique très bien que le microscope est le meilleur instrument de renseignement. La peau est un tissu feutré, percé de trous, de cavités qui sont : les logements des poils, canaux de glandes, veines; toutes les fibres conjonctives ou élastiques se ramifient entre ces cavités sans, naturellement, jamais les traverser; elles les contournent donc et s'y attachent pour former une masse homogène. Pendant le gonflement, la peau devient flasque, les fibres se dilatent, non pas dans le sens longitudinal, ni dans le sens transversal de la peau; mais, suivant son épaisseur; les gaines pilifères se déplacent et l'examen microscopique de la peau non épilée, mais gonflée, montre les gaines pilifères dilatées, alors que les poils insensibles à tout gonflement se déchaussent, deviennent indépendants; voilà le travail physique qui avait échappé jusqu'ici, mais peut être utilisé pour l'épilage, le délainage.

Un phénomène ignoré a lieu lorsqu'on met la peau en poil dans de faibles bains de tanins; ceux-là mêmes qui servent au début du tannage pour produire un gonflement en même temps que pour teinter la peau; après un temps plus ou moins long, variant suivant les saisons, l'épaisseur de la peau, son salage, la composition des jus, la peau se gonfle, l'épiderme histologique se détache avec les poils, le débourrage, le délainage s'opèrent facilement sans aucune décomposition de la peau, sans qu'il y ait de modification dans sa texture; donc, par ce procédé, plus d'échauffement, plus d'action vive de la chaux ou autre produit analogue; on poursuit alors les opérations de la tannerie comme de coutume.

Depuis la rédaction des lignes qui précèdent, M. Livache a fait sur leur sujet une communication à la séance de notre Société du 14 mai.

TANNIN D'EUCALYPTUS

Dans un mémoire couronné par la Société hollandaise des sciences à Harlem, sur le tannin de l'écorce d'eucalyptus occidentalis (Archives néerlandaises, 1909, pp. 50 à 80), *M. J. Dekker* décrit avec détails ce tannin spécial. Il donne les caractères systématiques de la plante, précaution très utile, car plusieurs erreurs ont été faites à ce sujet. Cette écorce est exportée d'Australie en Europe, sous le nom de mallet. Mann et Cowles ont donné dans le Journal of the Department of Agriculture, West-Australia, 1906, p. 31, les réactions qualitatives de l'extrait aqueux de l'écorce de mallet; il précipite en vert foncé avec le chlorure ferrique. La teneur en tannin de cette écorce est très élevée, de 35 à 40 p. 100; c'est, a dit Procter, l'une des matières tannifères naturelles les plus riches. Elle donne un cuir dur et mince, qui fonce peu à peu; elle est recommandable comme succédané du bois de quebracho ou de l'écorce de chêne.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. J. Dekker représente le tannin mallet par la formule empirique $C^{19}H^{20}O^{9}$, à 58,16 de carbone, 5,10 d'hydrogène. Il en dérive un rouge mallet, ayant pour formule empirique $C^{57}H^{50}O^{22}$. Le tannin mallet appartient donc au troisième groupe de tannins, d'après l'action des acides étendus.

Premier groupe : tannin fournissant, par fixation de l'eau, surtout de l'acide gallique, tel le tannin proprement dit : $C^{14}H^{10}O^{9} + H^{2}O = 2C^{7}H^{6}O^{5}$. Ce sont les tannins à hydrolyse acide.

Deuxième groupe : tannin fournissant, par élimination de l'eau, surtout de l'acide ellagique, tel le tannin d'algarobilla : $C^{14}H^{10}O^{10} = C^{14}H^{6}O^{8} + 2H^{2}O$. Tels encore les tannins de dividivi, de myrobolans.

Troisième groupe : tannins fournissant, par l'élimination de l'eau, des rouges, tel le tannin mallet : $3(C^{19}H^{20}O^{9}) = C^{57}H^{50}O^{22} + 5H^{2}O$.

Les expériences de M. J. Dekker l'ont amené à conclure que le tannin mallet est un homologue supérieur du tannin proprement dit. La présence de carboxyles est fort probable. Cinq atomes d'O au moins figurent dans des groupements hydroxyles, et aussi pour le rouge.

EXTRAITS DE QUEBRACHO

Enfin, dans le J. of the S. of chemical Industry, n° du 30 avril 1909, p. 408, de *M. E. C. Klipstein*, l'influence de la chimie sur l'utilisation du quebracho. Dans les cinq dernières années, un certain nombre d'usines se sont établies en Argentine, au Paraguay, etc., pour fabriquer les extraits, par le procédé au sulfite, ou sans décoloration. C'est en 1875 que le premier bois de quebracho fut importé au Havre, et Dubosc prit un brevet en 1876 pour son emploi dans le tannage. Mais son utilisation offrit de nombreuses difficultés qui ne furent résolues que peu à peu. Les États-Unis emploient annuellement 50 000 tonnes d'extraits traités par le procédé au sulfite de Lepetit et Taglioni, 1896, procédé qui élimine les non-solubles.

DOSAGE DU TANNIN

M. H. R. Procter (J. of the S. of chemical Industry, 1909, p. 350) traite la question toujours controversée de la sûreté de la méthode officielle de l'I. A. L. T. C. pour l'estimation des tannins. Il se prononce pour la concordance complète du procédé par filtration sur poudre de peau avec le procédé à la poudre faiblement chromée du docteur Paessler.

DOSAGE DE L'AZOTE

M. H. G. Bennett (*ibidem*, p. 291) a traité d'une méthode pour déterminer l'azote dans les cuirs ou dans les eaux de traitement des peaux, eaux de pelanage, etc. Elle repose sur la formation de l'hexaméthylènetétramine par réaction de l'ammoniaque et de la formaldéhyde, en combinaison avec la méthode de Kjeldahl.

CARACTÉRISATION DES EXTRAITS SULFITIQUES

MM. H. R. Procter et *S. Hirst* (*ibidem*, p. 293) ont parlé de la caractérisation des eaux sulfitiques des fabriques de cellulose dans les extraits de tannins ; on sait que ces eaux résiduaires, après décoloration convenable et concentration, peuvent fournir le quart de leur poids non pas de tannin, mais de substance absorbée par la peau. On les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trouve sur le marché anglais sous les noms d'extrait de bois de sapin, et de bois de fichten. Le tannage avec ces extraits seuls ne donne qu'un produit absolument indigne du nom de cuir, car la surface seule a été prise. Mais on peut combiner cette matière avec d'autres, soit par procédé simultané, soit par procédé successif. Il s'ensuit une grande utilité pour les tanneurs de pouvoir caractériser ces produits. Au point de vue qualitatif, ils le sont très nettement par l'aniline en présence d'acide chlorhydrique qui précipite la lignine. Au point de vue quantitatif, on peut estimer d'une façon approximative et comparative, parce que la méthode de Lowenthal, pour les 25 p. 100 de substance absorbée, ne donne que 4 p. 100 d'acide gallique correspondant.

FERMENTS

Diastases du lait. — La communication de ***MM. F. Bordas*** et ***F. Touplain*** (séance de l'Académie des Sciences du 19 avril, p. 1057 des Comptes rendus) sur les diastases du lait rappelle que ces diastases oxydantes ont été considérées comme la cause des réactions colorées que le lait cru produit avec la teinture de gaïac ou la paraphénylène-diamine, etc. Les auteurs prouvent que les réactions basées sur la décomposition de l'eau oxygénée n'ont pas besoin de l'hypothèse de ces ferments.

« Car c'est la caséine, ou plutôt le caséinate de chaux, qui décompose l'eau oxygénée. Et si cette action ne se produit pas dans le lait bouilli, cela tient à ce que la caséine soluble de Duclaux se précipite sur la caséine en suspension, forme une sorte d'enduit qui empêche la décomposition de l'eau oxygénée, et, par conséquent, la réaction colorée de Storch ou de Du Roi. »

Présure. — M. le docteur *Jean Effront* étudie dans le Moniteur Scientifique de mai, pp. 305 à 324, la présure, cette diastase qui provoque la coagulation du lait par transformation de la caséine. Elle est abondante dans l'estomac des mammifères.

On sait que la propriété de coaguler le lait se rencontre dans des sucs végétaux, que les laitiers utilisent en certains pays pour la fabrication des fromages.

L'action de la présure sur le lait est si puissante que 1 gramme suffit pour coaguler en trente ou quarante minutes 50000 fois son poids de lait. La caséine subit une transformation qui reste inexpliquée. Duclaux a constaté que les sels neutres alcalino-terreux coagulent également le lait, et il en a déduit que la caséine subit une modification purement physique.

Avec la température au-dessus de 41°, la coagulation se ralentit. Elle est aidée par une réaction acide ; aidée par la présence du nitrate de baryum, des chlorures alcalino-terreux, des chlorures d'aluminium, de cadmium qui se dissocient aisément en donnant de l'acide ; elle est contrariée par la présence des alcalis, retardée par les sulfates, sels halogenés du potassium et du sodium, le borax, les albumoses et peptones, les antiseptiques.

M. Effront traite ensuite de l'analyse commerciale de la présure ; des différentes présures, de leur action sur les peptones et les albumoses, et enfin de l'antiprésure qui existe dans le sérum.

La monographie fait la revue des plus utiles travaux publiés sur ce sujet.

Ferment bulgare. — L'action du ferment bulgare sur les divers sucres a fait l'objet d'une communication à l'Académie des Sciences (séance du 17 mai, p. 1338 des Comptes rendus), de ***MM. Gabriel Bertrand et F. Duchäcek***. Le ferment du yaghourt (lait caillé de Bulgarie) a pris une belle place en hygiène alimentaire et en thérapeu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tique depuis les travaux de Metchnikoff et de quelques-uns de ses élèves. C'est un agent de transformation extrêmement actif du lactose en acide lactique.

Les auteurs ont étudié l'action qu'il exerce sur les principaux représentants du groupe des sucres. Des sucres réducteurs non hydrolysables ou glucoses, l'arabinose, le xylose, le sorbose se sont montrés infermentescibles ; au contraire, le glucose, le mannose, le galactose, le lévulose ont été facilement transformés par le microbe. Des sucres hydrolysables ou saccharoses, le maltose, le saccharose, se sont montrés infermentescibles, au contraire du lactose. Enfin la mannite, sucre purement alcoolique, est infermentescible.

Les produits de la transformation sont les mêmes avec toutes les espèces de sucres fermentescibles : on y trouve, à côté d'une grande quantité d'acides lactiques droit et gauche, une très petite proportion d'acides volatils, formique et acétique, et d'un acide fixe, l'acide succinique.

On peut ajouter enfin qu'au point de vue des diastases saccharo-hydrolytiques le ferment bulgare ne produit ni sucrase, ni maltase ; il produit seulement de la lactase sous la forme endocellulaire.

Ferments solubles ou diastases. — *M. Gabriel Bertrand* a fait, à l'Association française pour l'avancement des Sciences, sur ce sujet passionnant, car il touche au problème de la vie, une conférence dont on trouvera le texte dans le nº du 15 mars de la Revue Scientifique. Les diastases sont les réactifs très particuliers à l'aide desquels les êtres vivants accomplissent la plupart des transformations chimiques nécessaires à leur entretien. Parmi ces ferments solubles, la diastase et la pepsine dissolvent les féculents et les matières azotées, la présure précipite la caséine, les ferments lipolytiques du ricin, de la bile, etc., dissolvent les corps gras, les oxydases sont la cause de nombreuses colorations, les toxines servent à la défense ou à la préparation de sérums. En somme, les réactions synthétiques et les réactions analytiques, dont les êtres vivants sont le siège, dépendent pour la plupart des diastases, et on pourrait presque dire, avec Claude Bernard, que les diastases renferment le secret de la vie.

La présence des acides a une influence très nette sur les actions diastasiques. Cette influence a déjà fait l'objet de nombreuses recherches, parmi lesquelles nous citerons les travaux récents de Maquenne et Roux, puis de Fernbach et Wolf pour l'amylase, de G. Bertrand pour la laccase. L'action de l'acide borique a été étudiée par G. Bertrand pour la laccase, Petit pour la pepsine, Duclaux pour la sucrase, Gerber pour les présures ; elle vient de l'être de nouveau par *M. H. Agulhon* (Comptes rendus de l'Académie des Sciences, 17 mai 1909, p. 1340). D'après l'auteur, l'acide borique n'a qu'une faible action paralysante sur les diastases, sauf le cas de la lipodiastase du ricin ; quelques diastases sont même activées pour certaines doses.

SUR L'ÉPURATION DES EAUX

Une très intéressante discussion sur l'épuration des eaux, tant des eaux limpides que de celles usées, s'est ouverte à la Société des Ingénieurs Civils de France, séances du 2 avril et du 4 juin. M. Marboutin a traité des filtres non submergés, système Miquel, M. Chevalet, de ceux système Robert ; M. Baudet de l'installation de Châteaudun ; M. X. Gosselin des filtres Miquel ; M. Borne compare les filtres submergés et les filtres non submergés ; M. Léon Gérard parle de l'installation d'épuration d'ozone

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de Chartres; M. Chabal des filtres à sable submergés de Cherbourg; M. Richou des prix de revient.

FRAUDES DANS LES SIROPS ET LIQUEURS

Le décret relatif à la répression des fraudes dans la fabrication des sirops et liqueurs vient de paraître. Il spécifie que la dénomination de *liqueurs* est réservée aux eaux-de-vie ou alcools aromatisés, soit par macération de substances végétales, soit par distillation en présence de ces mêmes substances, soit par addition des produits de la distillation desdites substances en présence de l'alcool ou de l'eau, soit par l'emploi combiné de ces divers procédés. Les préparations ainsi obtenues peuvent être édulcorées au moyen de sucre, de glucose ou de miel.

La dénonciation de *sirop* ou de *sirop de sucre* est réservée aux dissolutions de sucre (saccharose) dans l'eau.

La dénomination de *sirop* accompagnée de l'indication ou des espèces prédominantes de fruits entrant dans la fabrication est réservée aux sirops composés de sucre et de jus de fruits. Toutefois la dénomination de sirops de citron, de limon ou d'orange peut s'appliquer aux sirops composés de sirop de sucre additionné d'acide citrique et de l'alcoolat de ces fruits ou de leur essence.

La dénomination de sirop de grenadine est réservée au sirop de sucre, additionné d'acide citrique ou d'acide tartrique et aromatisé au moyen de substances végétales; celle de sirop d'orgeat au sirop composé de sucre et de lait d'amandes; celle de sirop de moka ou de sirop de café au sirop de sucre additionné d'extrait de café; celle de sirop de gomme au sirop de sucre additionné de gomme arabique ou de gomme du Sénégal dans la proportion minimum de 20 grammes par litre.

Doivent être désignés sous leur nom spécifique suivi du « terme fantaisie » ou de tout autre qualificatif différenciant le produit de ceux visés à l'article précédent, les sirops dans la préparation desquels le glucose est substitué au sucre (saccharose) même partiellement; les sirops additionnés d'acide tartrique autres que le sirop de grenadine; enfin les sirops additionnés d'acide citrique autres que les sirops de citron, de limon, d'orange ou de grenadine.

Lorsque les liqueurs ou les sirops de cassis, de cerises, de merises, de groseilles ou de framboises ont été additionnés d'une matière colorante, leur dénomination spécifique doit être accompagnée du qualificatif coloré ou du terme fantaisie. De même, lorsque l'arome des liqueurs ou sirops est obtenu même partiellement par addition de produits chimiques dans les conditions autorisées, les liqueurs et sirops doivent être désignés sous leur nom spécifique accompagné du qualificatif artificiel.

Les termes fantaisie, coloré ou artificiel doivent être imprimés en caractères identiques à ceux du produit.

Est interdit, dans la fabrication des liqueurs et sirops, l'emploi de matières colorantes autres que celles dont l'usage est déclaré licite par arrêtés pris de concert, par les Ministres de l'Intérieur et de l'Agriculture, sur l'avis du Conseil supérieur d'hygiène publique et de l'Académie de médecine: de produits chimiques aromatiques et de substances amères autres que ceux autorisés dans les conditions ci-dessus (sans préjudice des interdictions spéciales édictées par l'article 2 du décret susvisé du 22 septembre 1908); de produits antiseptiques dont l'emploi ne serait pas déclaré licite dans les formes fixées au présent article; de résines en ce qui concerne les absinthes et liqueurs similaires.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTES D'AGRICULTURE

par **M. Hitier**

La culture du riz et les transformations de l'Agriculture en Camargue : rapport de *M. de Laroque* sur la culture du riz en Italie et en Camargue

La culture du riz, en Camargue et sur certains points de l'Aude, est pratiquée depuis longtemps déjà ; mais cette culture semble appelée aujourd'hui, dans le delta du Rhône notamment, à prendre une certaine importance. Dans la Camargue, en effet, existent des milliers d'hectares couverts d'herbages salés qu'on ne peut songer à mettre en culture avant de les avoir débarrassés du sel qui rend la terre impropre à porter des céréales ou des fourrages.

La meilleure manière de dessaler un terrain consiste dans sa submersion au moyen d'eau douce, mais pour que cette opération soit économique il faut faire des cultures qui supportent bien ces submersions.

Quand le phylloxera eut détruit les vignes du bas Languedoc et avant que celles-ci fussent reconstituées en plants américains, la Camargue trouva de gros bénéfices à faire des vignobles ; elle avait pour protéger la vigne contre le phylloxera la submersion hivernale et en même temps cette submersion dessalait les terres.

Aujourd'hui, les vins de la Camargue n'ont plus ces débouchés rémunérateurs, on revient aux cultures fourragères, on veut étendre les prairies naturelles ; mais alors il faut auparavant commencer par dessaler les terrains ; et l'intervention du riz est des plus avantageuses.

« La rizière réalise toutes les conditions nécessaires pour combattre efficacement le salant. Elle exige la submersion du sol pendant une période de 4 à 5 mois et l'eau doit s'y renouveler lentement, mais sans interruption. Les racines du riz et celles des plantes adventices, en divisant la couche arable, favorisent le transit continu de l'humidité. Enfin, sa production est liée de près à la perfection du nivellement du terrain. Après une ou deux rizières, les terres les plus salées deviennent aptes à recevoir toutes les cultures de la région, notamment celles des céréales et des fourrages. »

Ainsi s'exprime M. E. de Laroque, professeur départemental d'Agriculture des Bouches-du-Rhône, dans un rapport présenté au Conseil général de ce département à la suite d'une mission qui lui avait été confiée pour aller étudier la culture du riz en Italie, et se rendre compte des améliorations et des transformations à apporter à l'agriculture de la Camargue. Nous voudrions analyser, ici, ce rapport de M. de Laroque et en même temps faire connaître les principales recherches que la culture du riz dans cette région du midi de la France a suscitées.

Tout d'abord, le climat de la Camargue est-il favorable à la culture du riz ? Le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

climat de la Camargue est favorable à la culture du riz; M. de Laroque a relevé, à cet égard, les conditions climatiques de la Camargue et comparativement celles de l'Italie septentrionale, de la Lombardie notamment, où la culture du riz est pratiquée depuis un temps immémorial.

Or, il y a analogie marquée, au point de vue températures entre le climat de Milan et celui d'Arles: si l'on s'en tient à la période de l'année avril-septembre, qui est celle de la végétation du riz, les températures moyennes des deux stations ne diffèrent que de 0°,3 et les moyennes des températures maxima sont, pour ainsi dire, les mêmes. Quant à la moyenne des températures minima elle est plus élevée de 1°,5 à Milan.

	Mois d'avril à septembre.			
	Moyennes des maxima.	Moyennes des minima.	Moyennes générales.	Pluies.
Arles (1894 à 1905)	25,4	13,1	19,2	291,5
Milan (moy. nor.)	25,5	14,6	18,9	537,3

Les observations pluviométriques présentent des différences très considérables : la hauteur d'eau recueillie à Arles est de 291 millimètres pour la période d'avril à septembre et de 554 millimètres pour l'année entière.

Les normales correspondantes pour Milan sont de 537 millimètres et de 1 039 millimètres. En Lombardie, le mistral ne règne pas non plus. Sa fréquence et l'intensité des vents y paraissent moins accentuées que dans la Camargue.

En résumé, dit M. de Laroque, si le climat de l'Italie septentrionale diffère notamment de celui de la Camargue par ses pluies plus abondantes et par sa grande humidité, il s'en rapproche beaucoup par les températures qu'on y observe. Sans doute, les premières de ces données doivent influer, sans qu'il soit cependant possible de préciser dans quelle mesure, sur l'adaptation de la culture du riz. Mais, les conditions thermiques n'en restent pas moins, à ce point de vue, le facteur de beaucoup le plus important.

On est dès lors autorisé à conclure que le climat de la Camargue convient à la rizière presque au même degré que celui de la Lombardie, et que l'introduction des diverses variétés italiennes, à l'exception peut-être des plus tardives, pourra s'y faire sans grande difficulté.

VARIÉTÉS DE RIZ

C'est par milliers que se comptent les variétés de riz cultivés aujourd'hui en Chine, au Japon, dans les Indes ; mais ce sont les variétés cultivées et donnant de bons résultats en Italie qui nous intéressent le plus pour nos cultures du midi de la France.

De l'examen des variétés les plus répandues en Italie et susceptibles d'être introduites en France, M. de Laroque conclut que les variétés qui semblent devoir offrir le plus d'avantages sont les suivantes :

Bertone, Puglione, Mezza-resta, Ostiglia ;

Giapponese mutico précoce, Giapponese biondo, Ranghino, Melghetta.

Puis, mais en usant de prudence, à cause de leur tardivité :

Giapponese nero, Giapponese nero di valone Pavese, Kitajma, Matzuzaka.

Le *Bertone* est le plus précoce des riz italiens ; il évolue en moins de 140 jours, de telle sorte que les agriculteurs lombards le sèment parfois sur des terres où ils viennent de faire la récolte du lin, ou sur des prairies de légumineuses, après la première coupe.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il supporte, dans une certaine mesure, le manque d'eau, d'où son surnom de *seco*. En raison de sa précocité, la place qu'il occupe reste encore importante, mais pour en obtenir les récoltes élevées qu'il est susceptible de donner, il est nécessaire de choisir soigneusement la semence. Sa résistance à la maladie, dite *brusone*, est malheureusement actuellement bien atténuée.

Le *Bertone* était jusqu'à présent la variété la plus cultivée en Camargue.

Le *Puglione* passe pour être relativement résistant au *brusone*. Assez précoce il peut atteindre des productions élevées et son produit est de bonne qualité.

Le *Mezza-resta* (demi-barbe) est aussi suffisamment précoce. Il se recommande par l'abondance relative et la valeur de son produit. Mais on lui reproche de redouter les terres riches en humus et fertiles où il est facilement attaqué par le *brusone*.

L'*Ostiglia* est une variété qui, selon M. de Laroque, mérite spécialement de fixer l'attention; bien qu'il soit sujet au *brusone*, on pourrait, en effet, le classer parmi les meilleures et les plus belles variétés. Il est relativement précoce, puisque sous le climat de Novare, il évolue en cinq mois environ. Sa production peut atteindre 3 000 et 3 500 kilos de riz en paille (*risone*) par hectare.

Le *Melghetta* est précoce, assez productif, rustique et peu exigeant.

Viennent maintenant toute une série de variétés d'origine japonaise qui, aujourd'hui, fixent surtout l'attention des rizieulteurs italiens. Les riz japonais sont incontestablement ceux qui fournissent les plus hauts rendements.

Le *Giapponese mutico précoce* n'est pas des plus productifs, mais il se recommande par sa précocité, sa résistance.

Le *Giapponese biondo* est plus précoce que le précédent, il résiste bien et donne des récoltes élevées.

Le *Ranghino* prend rang parmi les bonnes sélections japonaises. De grande résistance et moyennement précoce, il est susceptible de produire d'abondantes récoltes. Son grain ne se classe pas parmi les meilleurs mais le commerce le recherche à cause de sa bonne apparence qui permet, dit-on, de le faire servir à des mélanges avec des variétés de plus de valeur.

On a introduit le *Ranghino* avec succès, depuis quelques années déjà, dans la Camargue. Dans les cultures du marquis d'Andigné, aux enganes de Giraud, le riz Ranghino donne une moyenne de 20 à 25 quintaux par hectare, et dès lors la culture du riz y est devenue une récolte rémunératrice (1).

Le *Giapponese nero* a le défaut d'être tardif et de ne donner qu'un *risone* peu apprécié. Mais il est très productif et il supporte le manque d'eau mieux que tous les autres riz. On lui préfère aujourd'hui le *Giapponese nero di valone Pavese*, dont la qualité est meilleure et qui, ces dernières années, a donné dans le Milanais des résultats remarqués.

Le *Matzuzaka* et le *Kitajma* sont des variétés japonaises plus récemment introduites mais dont la culture se propage beaucoup parce que ces variétés sont très résistantes aux maladies et donnent de hauts rendements.

Ces variétés plus vigoureuses plus prolifiques, sans aucun doute, ne réussissent pas dans les sols maigres, il faut leur réserver les meilleures terres et leur appliquer des fumures intensives. Comme elles se récoltent plus tard, il sera peut-être aussi plus difficile de les faire suivre d'une culture de blé, comme on a coutume de le faire avec les variétés précoces jusqu'ici cultivées en Camargue.

(1) Société nationale d'Agriculture. *Bulletin* du 16 mars 1904.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Avec prudence toutefois ces variétés tardives sont à essayer.

Sols. — On trouve les rizières dans les milieux les plus variés, depuis les terres argileuses et compactes jusqu'à celles où le sable prédomine.

Les premières conviennent le mieux parce qu'elles sont plus fertiles et que, d'un autre côté, l'irrigation s'y fait plus économiquement. Mais lorsqu'elles sont convenablement fumées, les terres légères portent aussi d'abondantes récoltes. Pour diminuer leur perméabilité on les laboure après les avoir submergées.

Toutefois les terres riches en humus et en matières organiques passent pour être très favorables au développement des maladies et particulièrement au brusone. C'est le cas des anciens marais desséchés. On n'y doit cultiver que les variétés résistantes et de haute production.

Les terrains à tendance tourbeuse, analogues à ceux des costières de la Crau, dans le Plan du Bourg, conviennent au Ranghino et d'une manière générale aux différentes races japonaises.

Qualité des eaux. — Pour la culture du riz, non seulement il faut s'inquiéter de la nature des terres propres à cette plante, mais la question de la qualité de l'eau est de toute première importance.

Si la rizière, en définitive, utilise toutes les eaux, à condition cependant qu'elles ne renferment pas de matières nuisibles (excès de matières organiques, sel marin, etc.), — les eaux troubles n'offrent aucun inconvénient, — *la température de l'eau a une grande importance.*

Les eaux froides nuisent au développement de la plante et retardent la maturation. Avec des eaux chaudes, l'évolution du riz est plus rapide; mais lorsque leur température devient trop élevée les plantes en souffrent et les maladies se développent.

On admet que la température la plus favorable doit être aussi voisine que possible, au moment de la germination, de celle à laquelle lève le riz, c'est-à-dire de 10 à 12°.

Volume d'eau à employer pour l'irrigation. — La quantité d'eau à employer varie non seulement avec la perméabilité du sol, mais encore avec les dispositions adoptées pour l'irrigation.

Si on suppose que la hauteur moyenne de l'eau dans la rizière est de $0^m,15$ à $0^m,20$ il faudra y amener d'abord un volume de 1500 à 2000 mètres cubes par hectare, qui exige, en négligeant l'imbibition du terrain, un débit continu de 17 à 23 litres par seconde pendant une période de vingt-quatre heures.

Pour maintenir ensuite l'eau à son niveau normal, on devra réparer les pertes qui se produiront pas les infiltrations et par l'évaporation ; il sera, en outre, nécessaire de renouveler l'eau lentement mais sans interruption

Il faut compter, en définitive, pour le midi de la France, sur un débit continu de trois litres par seconde et par hectare ; la rizière exigeant ainsi un volume d'eau triple de celui qu'on emploie pour l'irrigation de la prairie.

Établissement d'une rizière. Disposition, nivellement du terrain. — L'eau coûte cher dans le Midi ; par conséquent, un des premiers soins de celui qui veut établir une rizière est de disposer son terrain, de façon à réduire le plus possible les pertes de l'eau et, par le fait même, la dépense d'eau.

D'où l'utilité, la nécessité de nivellements aussi parfaits que possible. Le nivellement est, d'un autre côté, indispensable pour assurer la régularité et l'uniformité de la végétation du riz. On observe que dans les terres non nivelées, les plantes de riz sont faibles

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et souvent clairsemées dans les zones où la tranche d'eau se trouve trop ou insuffisamment épaisse.

En outre, dans le Midi de la France, la Camargue, les rizières sont utilisées surtout comme moyen de dessalement. On les cultive pendant encore deux ans sur la même terre qui dans la suite est transformée en prairies arrosables, d'où encore la nécessité de bien établir au préalable le nivellement du terrain pour les irrigations.

Aussi doit-on regretter l'usage trop répandu en Camargue, dans un but d'économie, de circonscrire purement et simplement, à l'aide de bourrelets établis suivant des courbes de niveau voisines, des surfaces plus ou moins étendues.

On trouvera dans le Journal d'Agriculture pratique du 16 novembre 1905, n° 46, une étude très intéressante de M. George Carle, à ce sujet, intitulée : *De l'aménagement du sol pour l'établissement des rizières*.

Nous appellerons l'attention spéciale des riziculteurs sur les avantages, la nécessité même d'assurer une évacuation facile des eaux ; de cette façon l'on peut mettre rapidement la rizière à sec, faire varier la hauteur d'eau au-dessus du sol, suivant les conditions de végétation du riz, suivant la température extérieure, de cette façon surtout substituant l'eau courante à l'eau dormante dans les rizières bien conduites, les pernicieux effets du paludisme ne sont plus à craindre.

« Si nous jetons les yeux sur les rizières des États-Unis, le pays où avec l'Italie cette culture (le riz) se fait de la façon la plus moderne, nous constatons que la rizière nécessite autant de dépenses pour l'installation d'un système de drainage que pour l'établissement des canaux d'irrigation, bien que ces derniers comportent presque toujours des usines élévatoires et quelquefois des puits. Le débit de l'eau est réglé pour entretenir toujours dans la rizière un courant faible mais continuel, assurant un renouvellement constant de la couche d'eau, en même temps que l'apport des matières fertilisantes en suspension. Depuis peu on a même reconnu que la couche d'eau n'avait besoin que d'une épaisseur très faible pendant la plus grande partie de la végétation ; il y a de ce fait augmentation légère de la vitesse de l'eau et disparition complète des poches dans lesquelles restait encore quelquefois un peu d'eau stagnante ; l'asséchement avant la récolte se fait aussi plus facilement, ce qui fait que le terrain boueux ne subsiste que pendant le minimum possible de temps (1). »

Assolements : place du riz dans les rotations. — Dans certaines terres basses d'Italie, terres marécageuses, le riz est cultivé d'une façon permanente ; mais la rizière permanente a de graves inconvénients au point de vue paludisme, et tend à disparaître.

La rizière assolée est de plus en plus répandue : et par exemple dans le Piémont, la Lombardie, on peut citer le type suivant d'assolement avec culture du riz.

Première année : maïs ;

Deuxième année : blé ;

Troisième, quatrième, cinquième année : prairie de trèfle blanc.

Sixième, septième, huitième années : riz, et dans la première rizière qui succède au défrichement de la prairie on obtient de magnifiques rendements de 5 000 à 6 000 kilogrammes de risone par hectare.

En Camargue, le plus souvent, la rizière est utilisée pour dessaler le terrain que l'on doit convertir plus tard en prairies et on a alors la succession suivante : 1re année, riz ; 2e avoine ; 3e prairie.

(1) F. Main, *Journal d'Agriculture pratique*, « la Culture du riz en Camargue », 30 avril 1908.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mais au bout d'un certain nombre d'années de prairies, M. de Laroque estime que le retour de la rizière aurait les plus heureuses conséquences dans bien des terres de la Camargue.

« La rizière, en effet, est une culture nettoyante au premier chef. La submersion prolongée qu'elle exige étouffe toutes les mauvaises herbes, si bien que le terrain reste ensuite dans un état de très grande propreté. On remarque que les prairies alternées avec elle sont généralement très pures et que les sarclages deviennent souvent inutiles dans les céréales qui lui succèdent. Mais elle remplit un autre rôle. Le système radiculaire du riz, très développé et vivant dans un milieu constamment imprégné d'eau, est doué d'un pouvoir absorbant considérable qui lui permet d'assimiler les principes nutritifs en quantités plus grandes et mieux que toute autre plante. Il mobilise en quelque sorte, les réserves inertes du sol. » (De Laroque.)

Fumure des rizières. — C'est au fumier de ferme que s'adressent le plus souvent les riziculteurs italiens pour fumer les rizières, mais de plus en plus préfère-t-on réduire la dose du fumier et y adjoindre des engrais phosphatés ; par exemple, on emploie :

Fumier de ferme pailleux, 18000 kilogrammes ;

Superphosphate minéral 14/16, 500 kilogrammes.

Parfois même on supprime le fumier de ferme et on a recours à des fumures exclusivement minérales : 400 à 500 kilogrammes de superphosphate + 100 à 200 kilogrammes de sulfate d'ammoniaque répandu en deux fois (à la semaille et au sarclage).

Dans les sols qui ne seraient pas riches en potasse, il y aurait lieu d'employer des engrais potassiques car le riz est très exigeant en potasse. D'après les recherches de M. Menozzi une récolte de 3000 kilogrammes de risone (grain décortiqué et balles) et de 3000 kilogrammes de paille enlèverait du sol 60 kilogrammes d'azote + 30kg,6 d'acide phosphorique + 66,3 de potasse + 30 kilogrammes de chaux.

Dans le Novarais on utilise les engrais verts avec grand profit, le trèfle incarnat notamment.

En Camargue, on emploie souvent, comme fumure du riz, des roseaux qu'on couche entiers au fond de la raie de charrue et qui constituent un véritable drain en même temps qu'un engrais organique très favorable à la céréale (1).

Préparation du terrain. — Le riz profite très largement des labours profonds ; le mieux, surtout en Camargue, dans les marais salants, serait de les exécuter l'automne pour laisser la terre meuble exposée aux pluies d'hiver, ou bien encore d'utiliser les sous-soleuses derrière la charrue ordinaire. On complète l'ameublissement par des hersages.

Semailles. — C'est de mars à juin en Italie, au début de mai en Camargue, que l'on effectue les semailles ; dans les sols maigres, lorsque l'on n'a pour irriguer que des eaux froides et pauvres, il faut semer plutôt dru jusqu'à 140 kilogrammes ; ailleurs, dans de bonnes terres riches, 100 kilogrammes suffisent. Afin d'éliminer les grains légers, les semences de millet des rizières, on fait tremper les grains de riz destinés aux semailles dans l'eau pure ou dans des solutions plus denses contenant 1 p. 100 de sulfate de cuivre, par exemple. De cette façon, les grains qui surnagent sont rejetés ; de cette façon encore, les grains imbibés d'eau, rendus plus lourds, ne flottent pas lorsqu'on les sème.

Pour les semailles, en effet, on submerge d'abord la rizière, on y met au moins

(1) J. Farcy, *Journal d'Agriculture pratique*, 26 janvier 1905.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

5 centimètres d'eau, puis on fait passer une planche tirée par un cheval, sur laquelle un homme se tient debout : ainsi est égalisée la surface du terrain en même temps que l'eau est rendue trouble. On répand alors le grain à la volée ; en se déposant, les matières en suspension le fixent sur le sol et favorisent sa germination.

On a cherché à substituer au semis à la volée, pour le riz comme pour les autres céréales, le semis en lignes qui, outre une certaine économie de semences, présente de sérieux avantages pour les façons à effectuer au cours de la végétation du riz.

Dans le Novarais, on emploie un appareil rudimentaire appelé le « Tavolone ». Il consiste en une planche de 2 mètres sur 0 m. 40, à laquelle est fixé, sur un des plus grands côtés, un brancard, et sur le côté opposé un certain nombre de petits patins en bois. Un homme, le conducteur, se tient debout sur la planche et la dirige dans le champ à semer. Dans chaque sillon tracé par les patins, des femmes ou des enfants sèment le grain à la main.

Cet instrument bien simple eut le mérite d'attirer l'attention des constructeurs sur l'application aux rizières des semoirs mécaniques. MM. Carle et Cabane ont décrit, dans le Journal d'agriculture pratique, les semoirs à riz de MM. Orlandini, le semoir à riz Vittoria (1).

Ces semoirs qui permettent d'espacer les lignes depuis 25 et 30 centimètres jusqu'à 50 centimètres, sèment de 2 à 3 hectares par jour.

Ces semoirs peuvent être traînés soit par un cheval, soit par 3 ou 4 hommes.

« Un des principaux avantages des semis en lignes est d'éviter le piétinement des jeunes plantules pendant le sarclage ; les femmes qui font ce travail placent leurs pieds dans l'espace laissé libre entre les lignes ; elles peuvent également très bien distinguer le riz des mauvaises herbes. Enfin, on peut songer à faire ce sarclage avec une houe ordinaire, en faisant ainsi un léger binage entre les lignes, on coupe et enterre les mauvaises herbes. Le travail est achevé par celui des femmes et des enfants qui enlèvent très rapidement celles qui se trouvent dans la ligne même. L'économie de main-d'œuvre ainsi réalisée est des plus appréciables et constitue assurément l'avantage capital des semailles en ligne. »

En Camargue; on ne pratique pas les sarclages, c'est là une amélioration à réaliser des plus importantes et que l'adoption des semailles en lignes faciliterait beaucoup (2).

Ce sont les sarclages qui permettent aux agriculteurs italiens de faire sans interruption, trois et parfois quatre cultures de riz sur le même terrain ; en Camargue, sans sarclages, dès la seconde année, la multitude des herbes infestantes est telle que le résultat final est bien souvent compromis.

En Italie, on pratique généralement deux sarclages, l'un vers la mi-juin, et l'autre vingt ou vingt-cinq jours plus tard.

Après chaque sarclage, on met la rizière à sec pendant six, huit et même dix jours. Pendant ce temps, nombre d'animalcules sont détruits et le sol s'aère et se réchauffe en même temps qu'il se raffermit. Si bien que lorsqu'on remet l'eau, la végétation reprend avec une vigueur nouvelle.

1) Numéro du 26 juillet 1906.

(2) *M. Ringelmann* ne croit pas qu'il soit indispensable de semer le riz dans la vase ; il conviendrait, dans les grandes exploitations, de *semer* le riz en lignes et de le soumettre à l'irrigation par infiltration ; on pourrait, de cette façon, utiliser avantageusement diverses machines tirées par les attelages, tant pour la préparation des terres, les ensemencements et les binages que pour les travaux et la récolte (Génie rural appliqué aux colonies, p. 360 et suiv.).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quant à la hauteur d'eau que l'on doit maintenir sur la rizière, en période de végétation normale, cela dépend de la qualité des eaux; 0m,10 à 0m,15 avec des eaux froides, 0m,20 à 0m,30 avec des eaux chaudes.

Maturité, moisson. — Lorsque le riz a pris la teinte jaune dorée, que le grain résiste à la pression de la dent, le moment de la récolte est arrivé : on met la rizière à sec, et, quelques jours après, le terrain s'étant suffisamment ressuyé, on commence la moisson.

Les nombreuses tentatives faites pour employer les moissonneuses sont restées sans résultat; la moisson s'effectue donc toujours à la faucille ou à la faux, c'est un travail très pénible; le transport des gerbes hors de la rizière l'est également; dans quelques endroits, au lieu de charrettes dont les roues risquent toujours de s'enfoncer dans le sol, on emploie le chemin de fer Decauville.

C'est maintenant, le plus souvent, à l'aide de batteuses mécaniques que les gerbes de riz sont débarrassées de leurs grains. Mais ceux-ci, à la sortie de la batteuse, contiennent de 20 à 30 p. 100 d'humidité. Mis en tas un peu volumineux, ils s'échauffent, des moisissures peuvent se former, les *grains jaunes* apparaissent, dont la coloration persiste après le décortiquage. Or, c'est là un grave défaut, une véritable tare, capable de porter le plus grand préjudice à la valeur de la récolte.

Les riz de la Camargue précisément, d'excellente qualité, comme on ne les sèche pas après le battage, sont sujets à présenter des *grains jaunes*.

Aussi M. de Laroque estime qu'il n'est pas exagéré de prétendre que la pratique du séchage s'impose dans la rizière camarguaise et qu'elle exercera sur son avenir une influence considérable.

Il conseille, du reste, simplement en Camargue, le séchage à l'air libre : sur des aires en terre battue, de forme un peu bombée, qu'on entourera de rigoles pour assurer l'écoulement des eaux de pluie, on disposera le *risone* sur une épaisseur de 0m,05; à l'aide d'un instrument comparable à un râteau dont les dents seraient remplacées par une planche, des ouvriers le pulvériseront sans cesse, en s'attachant à former des sillons ou mieux de courtes ondulations qui augmentent la surface exposée à l'air. Le soir, le risone est amoncelé en petits tas, étendu à nouveau le jour suivant et en trois jours, si le temps est beau, il est sec.

Rendements. — Ils sont très variables; en Italie, suivant la nature du sol, la qualité des eaux, les variétés, on obtient de 1 800 à 6 000 kilogrammes de risone par hectare.

Quant au poids spécifique, il atteint 55 à 58 kilogrammes pour le Bertone et peut aller jusqu'à 60 kilogrammes pour certaines variétés japonaises.

M. Menozzi, d'autre part, a établi que 100 kilogrammes de risone correspondant à 160 kilogrammes de paille contiennent 70 kilogrammes de grain décortiqué et 30 kilogrammes de balle.

Maladie. — En Italie, une maladie encore mal connue commet souvent de grands dégâts sur les rizières, c'est la maladie dite *brusone* (brûlure). Les altérations des tissus de la plante se manifestent surtout la dans racine et dans les tiges, l'amidon disparaît dans les cellules et y est remplacé par une substance de couleur brune. D'après le processeur Voltieno, de Turin, la cause initiale du brusone serait un bacille qui vivrait dans les racines en les détruisant et passerait ensuite dans les parties aériennes.

Parmi les conditions qui président à son apparition et à son développement, l'on cite l'excès d'humus ou de matière organique dans le sol, l'établissement de rizières sur des terres où l'eau a séjourné pendant l'hiver, l'irrigation avec des eaux trop chaudes, les plantations d'arbres qui empêchent la circulation de l'air.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le brusone, fort heureusement, n'a pas, jusqu'ici, causé de dommages appréciables en Camargue.

Compte de culture. — A la fin de son très intéressant rapport, M. de Laroque donne des comptes de culture d'une rizière du domaine de Beaujeu en Camargue, d'après lesquels la rizière serait parmi les cultures les plus avantageuses de la Camargue ; mais ces rizières bien établies occupent des terres bien cultivées, bien irriguées, et l'année 1905, à laquelle les chiffres se rapportent, a présenté des conditions climatériques exceptionnellement favorables.

Sous réserve de ces remarques, voici les chiffres relevés à Beaujeu, pour un hectare de rizière :

DOIT :

	Francs.
Disposition du terrain, labour et façons préparatoires	50
Prise de l'eau y compris l'amortissement de l'installation	68
Semence 150 kilos de Ranghino à fr. 30	45
Semaille	3
Moisson et transports	72
Battage et mise en magasin	52 50
Main-d'œuvre d'irrigation, entretien des canaux et bourrelets	12
Loyer du sol	50
Frais généraux	25
Administration, direction, surveillance	20
	397 50

AVOIR :

30 quintaux de risone à 18 fr. 25	547 50
35 — de paille et de balles à 1 fr. 75	61 25
	608 75
Doit	397 50
Bénéfice	211 25

D'après ces chiffres, on voit donc que non seulement la culture du riz est avantageuse en Camargue pour mettre en valeur les terres salées, mais que la récolte obtenue paye les dépenses de la culture, et peut même laisser, si les circonstances sont favorables, un bénéfice appréciable.

En résumé la culture du riz est appelée à jouer un rôle des plus importants dans la mise en valeur de la plaine du Bas-Rhône.

« Les herbages salés qui ne peuvent, en l'état actuel, être utilisés que pour la dépaissance des moutons, occupent, dans la Camargue et le Plan du Bourg, une surface qui n'est pas évaluée à moins de 30 000 hectares. C'est, à coup sûr, la rizière qui en réalisera la transformation.

« Mais son développement reste subordonné à l'exécution des travaux d'irrigation et d'assèchement depuis si longtemps attendus. » (De Laroque.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTES DE MÉCANIQUE

EXPÉRIENCES SUR LES FORCES AGISSANT SUR LES FORETS HÉLICOIDAUX TRAVAILLANT SUR DE LA FONTE ET DE L'ACIER, d'après *MM. Dempster Smith et R. Poliakoff* (1).

Ces expériences ont été exécutées, pendant ces trois dernières années, au laboratoire de mécanique de l'école municipale de technologie de Manchester; on s'y est servi de deux appareils.

Dans le premier appareil, le foret à l'essai était (fig. 1) supporté, tout près de la

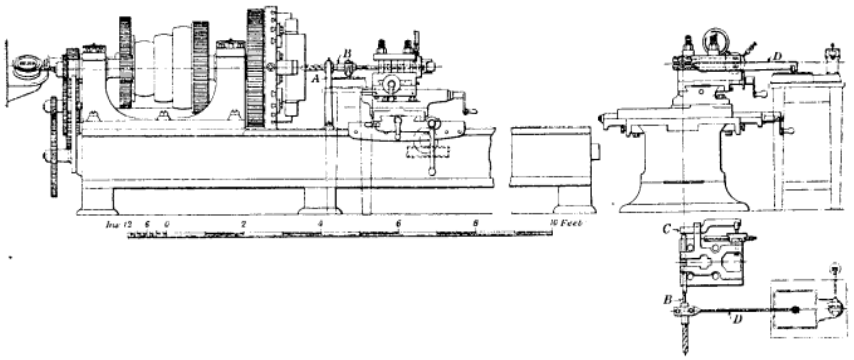


Fig. 1.

pièce en perçage, par une lunette A et B, lui laissant toute liberté de tourner et de glisser. La poussée était reçue par le levier C, relié à un diaphragme de Nicholson. L'effort tangentiel à la périphérie du foret était transmis par le levier D à une bascule enregistreuse. La pièce en perçage était fixée sur le plateau d'un tour auquel une dynamo de 120 chevaux pouvait, par son cône étagé et des changements de vitesse appropriés, communiquer des vitesses variant de 1,5 à 450 tours par minute. Le chariot porteur des appareils dynamométriques recevait de la vis du tour l'avance voulue.

Les principaux résultats des expériences exécutées avec cet appareil sont représentés sur les diagrammes fig. 2 et 3.

Le torque ou couple de torsion T exercé sur les forets d'un diamètre de d pouces et avec une avance de t pouces par tour du foret est donné, en pieds-livres, par les formules suivantes :

(1) *Institution of mechanical Engineers*, London, 18 mars et *Engineering*, 19 et 26 mars.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour la fonte ordinaire $T = (1\,800\,t + 9)\,d^2$; pour l'acier moyen $T = (3\,200\,T + 20)\,d^2$; avec des forets de 19 à 38 millimètres de diamètre d.

Les poussées P sur les forets sont données, en livres, par les formules :

Pour la fonte $P = 115\,000\,t - 200$;

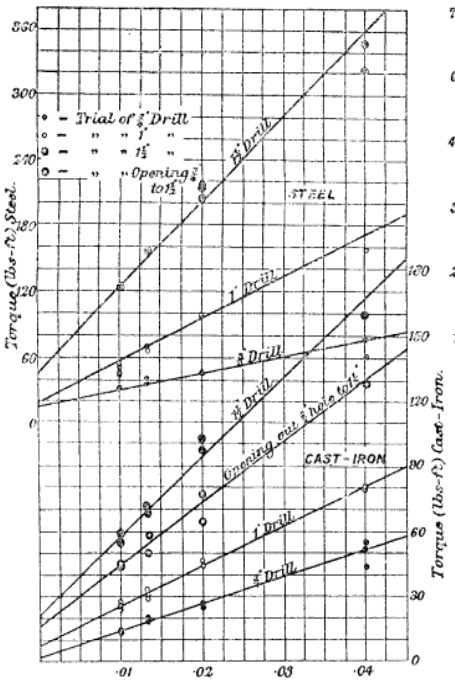
Pour l'acier $P = 160\,000\,(d - 0{,}5)\,t + 1000$.

Lorsqu'on ne fait qu'élargir un trou déjà percé à un moindre diamètre, ces formules deviennent :

Pour la fonte $T = 2\,812\,t + 17{,}5$ en passant d'un trou de 19 millimètres à 38 millimètres.

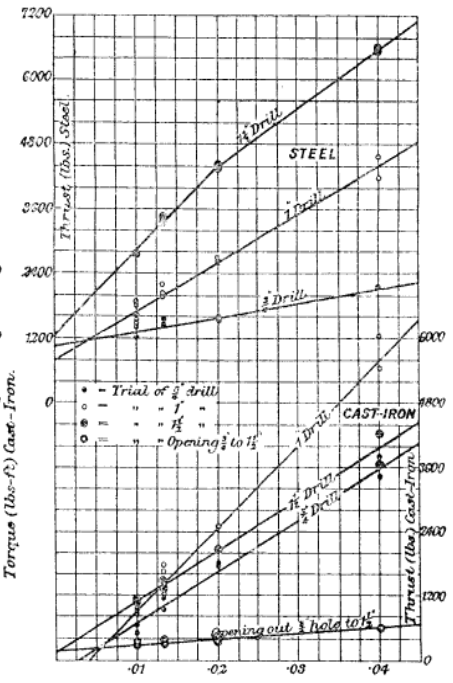
Avec l'acier $T = 1\,500\,t + 6$, pour passer de 19 à 25 millimètres; $3\,325\,t + 29$ de 25 à 38 millimètres; $5\,025t + 31$, de 19 à 38 millimètres.

Les poussées P deviennent, avec la fonte, pour un élargissement de 19 à 38 milli



Avances en pouces par tour.

Fig. 2.



Avances en pouces par tour.

Fig. 3.

mètres : $P = 11\,360\,t - 160$ et pour l'acier : $P = 15\,200\,t - 60$ pour passer de 19 à 25 millimètres; $P = 25\,500\,t + 60$, pour de 25 à 38 millimètres; $P = 30\,000\,t + 200$, pour de 19 à 38 millimètres.

D'autre part, si l'on désigne par f l'effort de coupe et r le rayon du foret, la section de la coupe étant de rt, on a la relation $T = f\frac{tr^2}{2} = ft\frac{d^2}{8}$.

Dans le second appareil (fig. 4) l'avance du foret A peut varier de 1/330 à 1/20 de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pouce par tour. La poupée D est fixe et A est rainé dans un manchon C, que fait tourner le pignon B. Ce long manchon fait que le foret ne se tord pas comme s'il était mené directement par E. L'avance du foret est commandée par la vis G, que le pignon E, embrayable sur C par M, fait tourner, par la tête de cheval E... F dans son écrou K, fixé sur H par les touches de la manette L, qui permet de retirer vivement cette vis en tournant l'écrou.

La pièce à percer est saisie dans un plateau à tige Q, fou sur billes et dans un manchon Q, et butant sur une membrane V, en bronze étiré à froid, de 1/100 de pouce

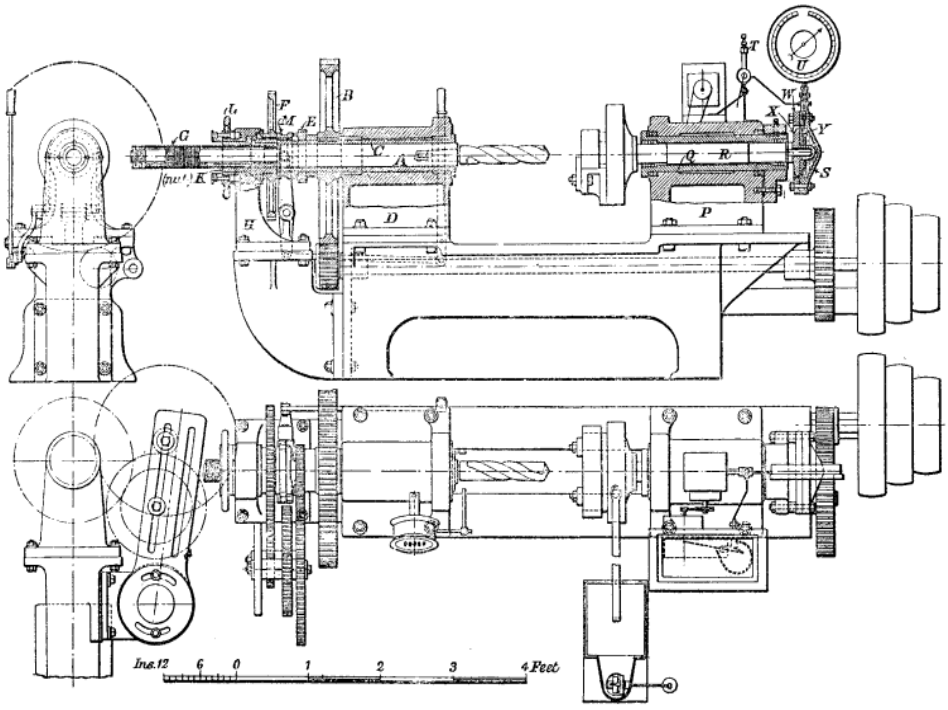


Fig. 4.

d'épaisseur, avec manomètre U et remplisseur T. Le jeu du diaphragme est d'environ 3 millimètres entre S et X. Le remplisseur permet d'éliminer tout l'air de l'eau du manomètre. Il donne les pressions maxima à 0,1 p. 100 près et les minima à 3 p. 100.

Les forets essayés étaient du type fig. 5, avec, à la périphérie extérieure de la lèvre ou du tranchant, un angle α de $\frac{p}{\pi d} =$ en moyenne 65°,8, p étant le pas de son hélice et d le diamètre du foret; au centre, $\alpha = 90°$. Dans le plan des copeaux, ou normalement au tranchant, un angle de coupe de $\frac{p}{\pi d \cos 30°} = 68°,8$ à la périphérie, et, pour l'ensemble du tranchant, un angle de coupe moyen de $\frac{68°,8 + 90°}{2} = 79°,4$. Angle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de pointe $\Theta = 150°$. Longueur de la pointe (*Chisel Point*) (fig. 5) 0,096 de la dépouille (*Backed off*) (fig. 5) qui est de 0,168 d. Angle de coupe moyen sur la dépouille $\frac{90 + 100°}{2} = 95°$. En supposant la pression de coupe f proportionnelle aux angles de coupe, la résultante des pressions dues aux trois parties de l'arête de coupe passe aux 0,46 du rayon $d/2$ ou r du foret.

Pour la fonte douce, et avec des forets de 19 à 76 millimètres de diamètre, on a,

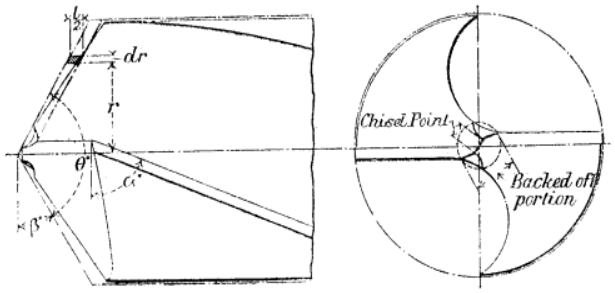


Fig. 5.

approximativement $T = 740 d^{1,8} t^{0,7}$ (traits pointillés, fig. 6 et 7) ou $T = 10d^2 + (14d^2 + 3100t$, ou enfin $T = 14d^2(1 + 100t)$.

La pression de coupe f est donnée, en tonnes par pouce carré (1kil,57 par milimètre carré) par la formule $f = \frac{0,35}{t^{0,33}} \alpha$: α étant l'angle de coupe moyen. Pour $\alpha = 87°,2$ $f = \frac{30,5}{t^{0,33}}$, avec un foret à deux lèvres, ce qui conduit, pour T, à l'expression $T = 819\, d^2\, t^{0,7}$ pieds-livres.

Avec la fonte et des avances t variables, f prend alors les valeurs suivantes pour $t = \frac{1}{400}, \frac{1}{200}, \frac{1}{100}, \frac{1}{50}, \frac{1}{25}$ de pouce par tour $f = 214, 173,5, 141, 114, 93$ tonnes par pouce carré.

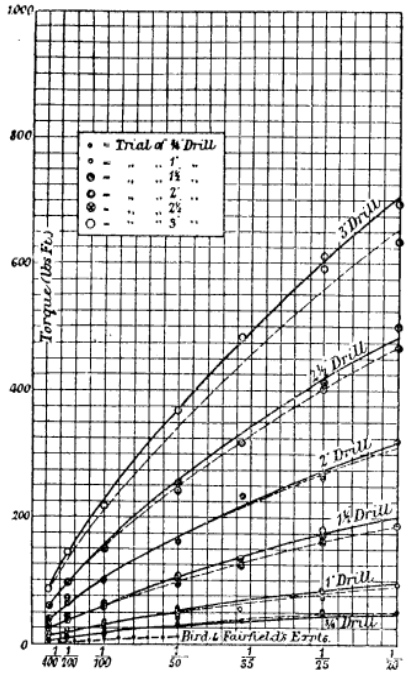
La pression P est donnée approximativement par la formule $P = 200d + 10\,000t$ (fig. 7 et 8) ou, avec plus d'exactitude, $P = 3\,5500\, d^{0,7}\, t^{0,75}$.

Avec l'acier, on a, approximativement, $T = 28d^2(1 + 100t)$ et, plus exactement, $T = 1\,640 d^{1,8}\, t^{0,7}$.

La pression P est donnée par la formule $P = (18 + 22d)\, 1\,000 t^{\frac{1}{20d} + 0,59}$ ou, approximativement, $P = 750\, d\,(1 + 150t)$ ou $P = 3\,5500\, d^{0,7}\, t^{0,6}$ (tracé pointillé, fig. 10 et 12).

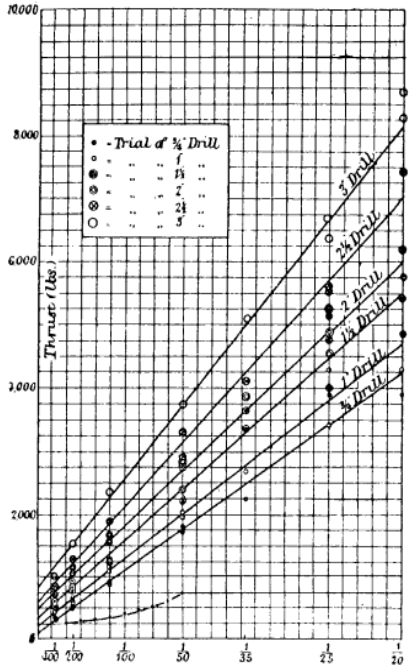
On admet ordinairement, comme vitesse périphérique du foret, 60 pieds par minute pour l'acier doux et 20 pour la fonte, ce qui donne, pour le volume V débité par un foret de diamètre d, pour la fonte et pour l'acier, les formules $V = 1,715\, d^{\frac{4}{3}}$ pouces cubes par minute, et $V = 1,8 d^{\frac{4}{3}}$ pour l'acier, d'où, approximativement, pour la puis-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



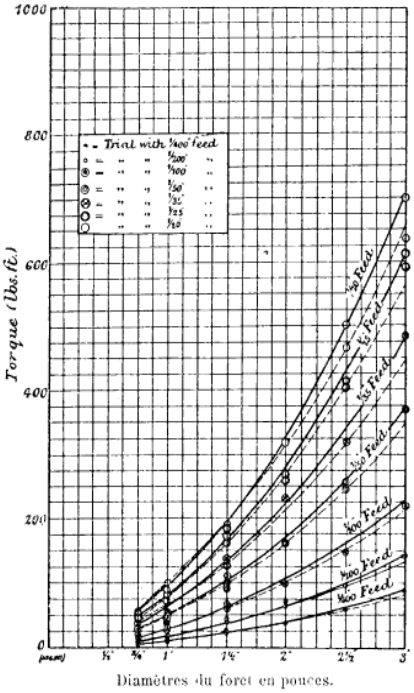
Avances en pouces par tour.

Fig. 6. — Variations du torque avec l'avance en fonte douce.



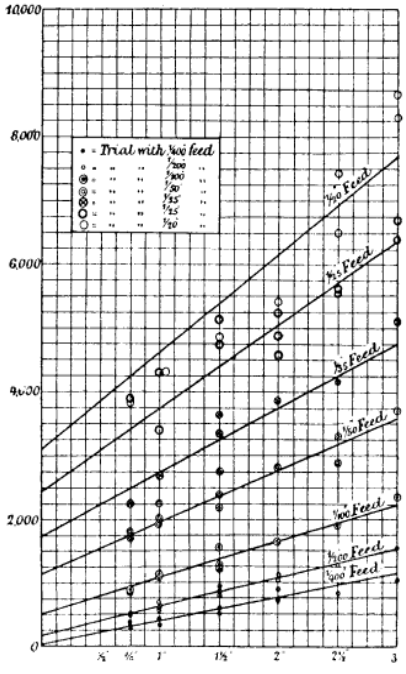
Avances par tour.

Fig. 7. — Variations de la pression avec l'avance sur fonte douce.



Diamètres du foret en pouces.

Fig. 7 *bis*. — Variations du torque avec le diamètre du foret sur fonte douce.



Diamètre des forets en pouces.

Fig. 8. — Variations du torque avec le diamètre du foret sur fonte douce.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

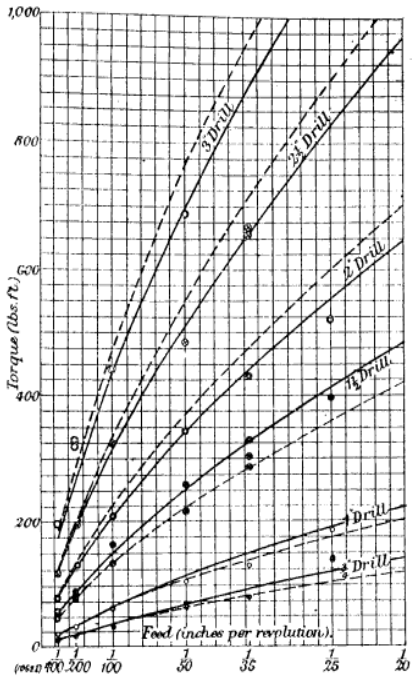
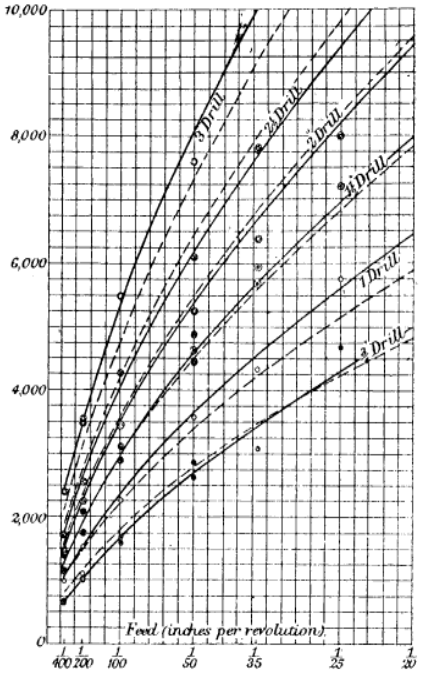
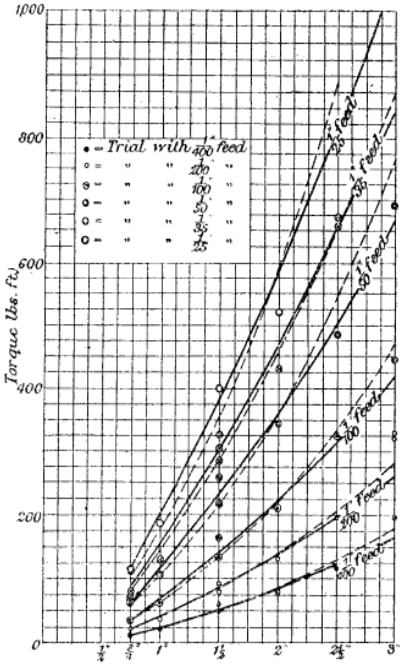


Fig. 9. — Variation du torque avec l'avance sur acier doux.



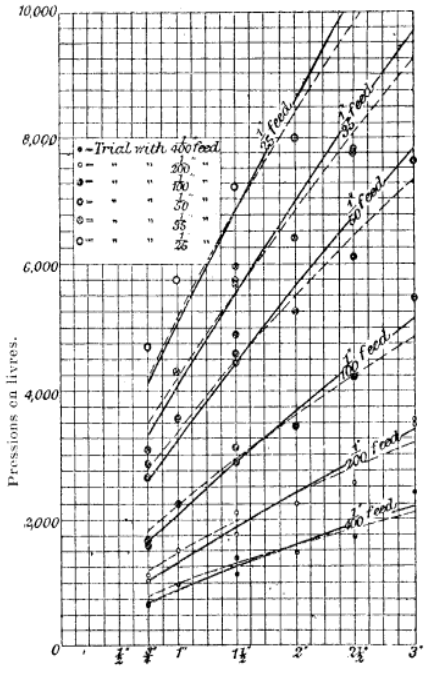
Avances en pouces par tour.

Fig. 10. — Variation du torque avec l'avance sur acier doux.



Diamètre du foret en pouces.

Fig. 11. — Variation du torque avec le diamètre du foret (acier moyen).



Diamètre du foret en pouces.

Fig. 12. — Variation de la pression avec le diamètre du foret (acier moyen).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sance en chevaux nécessaire à la coupe de ce débit : avec la fonte, $1,16d$ et, pour l'acier, $2,85d$. La puissance en chevaux absorbés par l'avance t est de $\frac{d^{\frac{1}{4}}}{142}$ pour la fonte et $\frac{d^{\frac{1}{4}}}{77}$ pour l'acier.

Les conclusions tirés de ces expériences sont les suivantes.

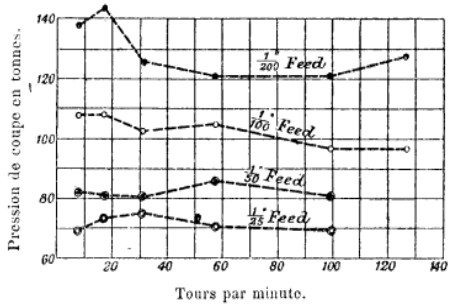
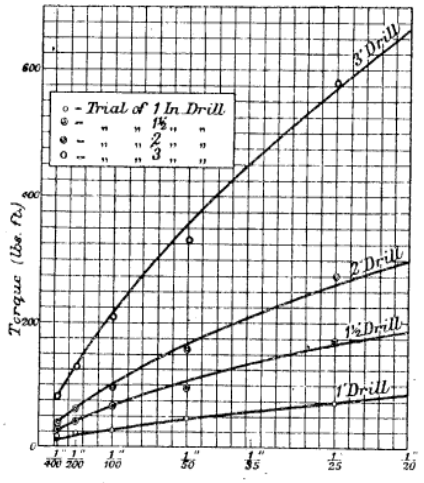
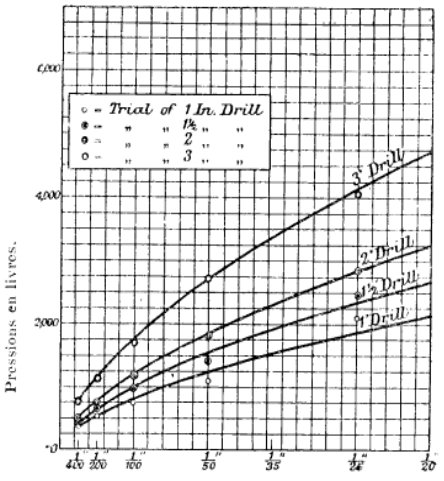


Fig. 13 — Variation de la pression avec la vitesse de rotation (fonte douce).



Avance en pouces par tour.

Fig. 14. — Foret sans arête de pointe (fonte douce).



Avances en pouces par tour.

Fig. 15. — Foret sans arête de pointe (fonte douce).

La puissance absorbée, en chevaux, avec la fonte ou l'acier est, pour un foret et une vitesse donnés, proportionnelle au torque T, c'est-à-dire à $t^{0,7}$ et à $d^{0,8}$, pour une vitesse et une avance données.

Cette puissance et ce torque sont, avec un même foret et une même avance, 2,1 fois plus grands pour l'acier doux que pour la fonte.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

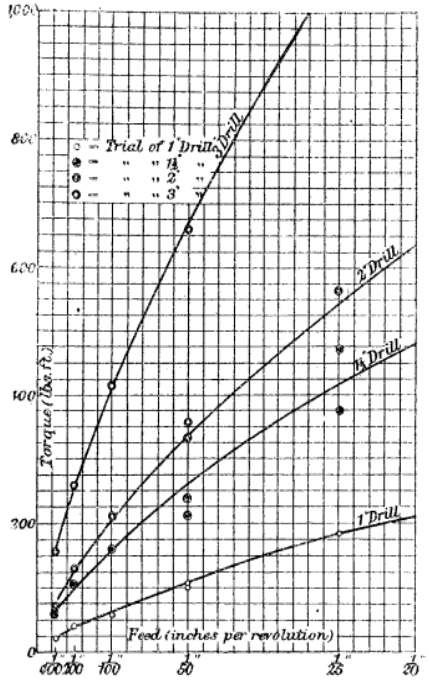


Fig. 16. — Foret sans arête de pointe (acier moyen).

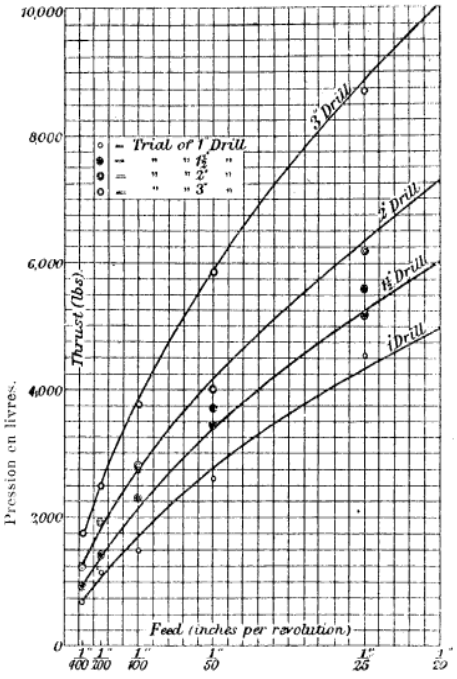


Fig. 17. — Foret sans arête de pointe (acier moyen).

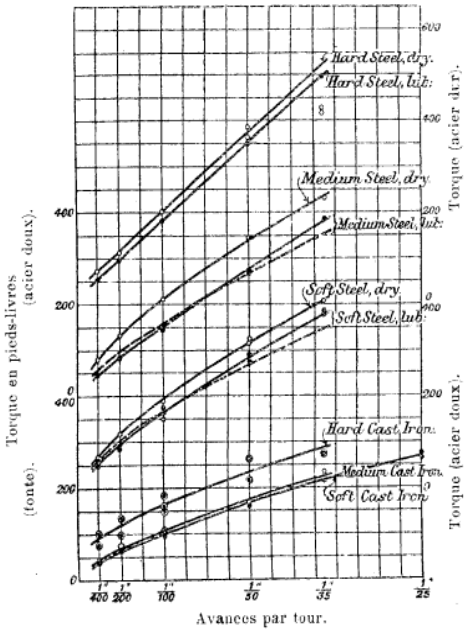


Fig. 18. — Fonte de 51 mm.

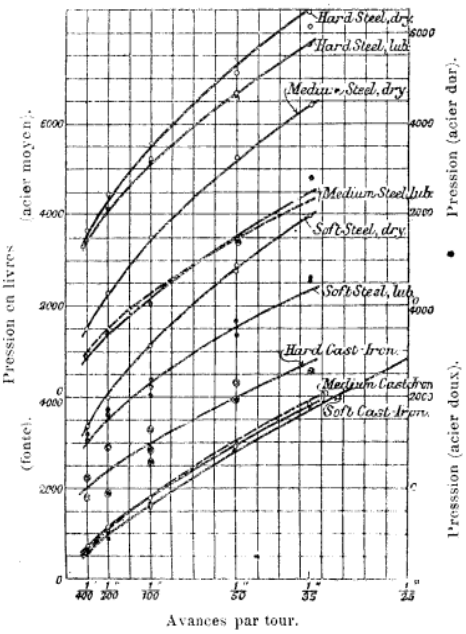


Fig. 19.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La puissance par pouce cube de métal enlevé par minute est de $\frac{4 \times 2\pi\, N c d^{1,8} t^{0,7}}{33\,000\,\pi d^2 l N}$, ou de $\frac{k}{d^{0,2} t^{0,3}}$, N étant le nombre des tours du foret par minute, k et c des constantes.

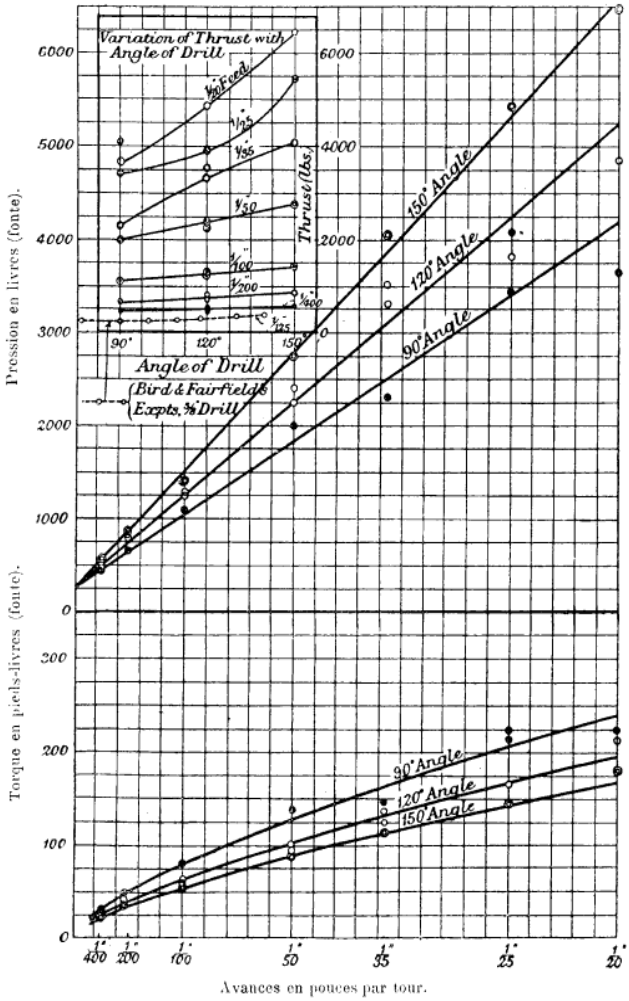


Fig. 20. — Variations du torque et de la pression avec les avances et les angles de pointe (fonte douce).

Pour une même valeur de d et des avances t de 1/400, 1/100 et 1/25 de pouce par tour du foret, les puissances en chevaux sont dans le rapport de 1 à 0,65 et 0,435. Avec t constant et $d =$ 13,50 et 76 millimètres, ces rapports sont de 1 0,76 et 0,66.

Avec un foret à 2,3 et n lèvres, chacune d'elles prend la moitié, le tiers, le $1/n$ de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'avance t, et sa pression de coupe diminue d'autant. Si les lèvres sont inégalement affûtées de sorte qu'une seule fasse tout le travail, elle subit la pression de coupe due à toute l'avance t, et de même si on les entaille en créneaux de manière que la suivante enlève la moitié de métal laissé par la précédente. Les pressions P et de coupe f

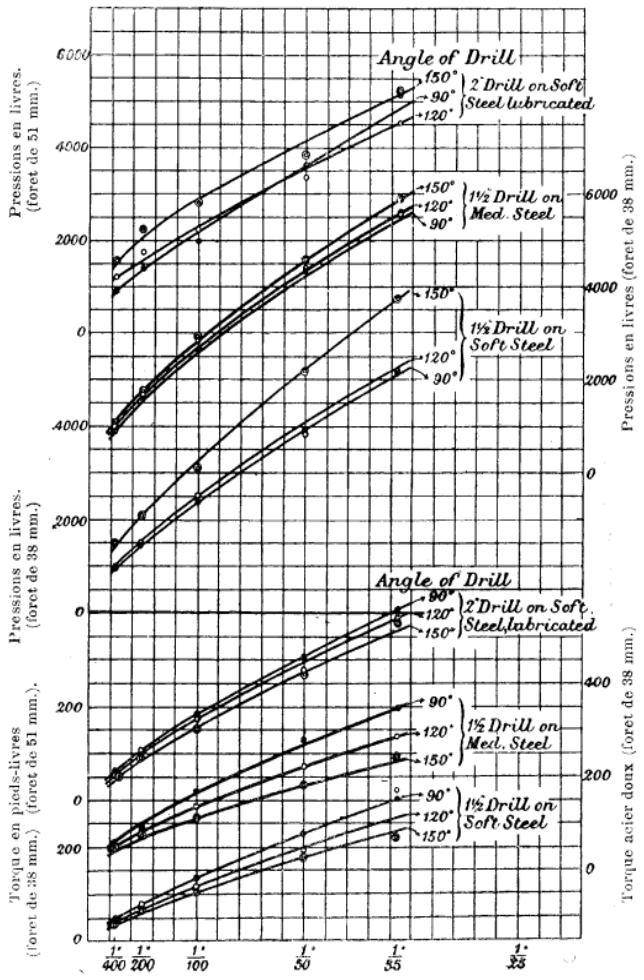


Fig. 21. — Variations du torque et de la pression avec l'avance et l'angle de pointe (aciers doux).

et la puissance en chevaux par unité de volume débité augmentent quand t diminue.

La poussée P, avec la fonte et l'acier, n'augmente pas proportionnellement à l'avance par tour t pour un diamètre donné d du foret, ni proportionnellement à d pour une avance donnée t.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'arête de pointe (*Chisel Point* fig. 5) n'a pas augmenté le torque T, mais elle augmente la poussée P de 20 p. 100 (fig. 14 à 17).

Un graissage énergique du foret, avec l'acier, diminue (fig. 18 et 19) le torque et la puissance nécessaire de 28 p. 100 avec une avance t de 1/400 de pouce par tour, et de 8 p. 100 pour $t = 1/35$ de pouce ; ce graissage enlève les petits copeaux coinceurs et conserve le tranchant ; il diminue le frottement des copeaux sur le taillant et abaisse la poussée P de 25 p. 100 à toutes les avances.

Les forets ont ordinairement un angle de pointe de 120°. Si on l'augmente, le torque diminue (fig. 20 et 21), mais la poussée P augmente et, comme le torque est le facteur principal de la puissance, dans laquelle P n'entre, au plus, que pour 1 p. 100, le grand angle est avantageux au point de vue de l'économie de la puissance, mais l'augmentation de la poussée fatigue la machine et risque de briser les forets.

En diminuant le pas du foret, on obtient un angle de coupe plus aigu avec moins de poussée et d'effort de torsion T, sans changer l'angle de pointe, mais en diminuant la durée du foret.

Avec un angle de pointe diminué, il reste moins de métal pour appuyer l'arête de la pointe qui s'émousse ; la longueur de cette arête doit être de $0{,}5d$, $0{,}29d$ et $0{,}134d$, pour des angles de pointe de 90, 120 et 150°.

ESSAIS DE FRAISEUSES, d'après *M. P.-V. Vernon* (1).

Ces essais ont été exécutés, aux ateliers Herbert de Coventry, sur une fraiseuse commandée au moyen de contre-arbre et courroies par une dynamo à vitesses variant de 330 à 690 tours par minute, et avec une fraise du type figuré 22, très robuste, à dents

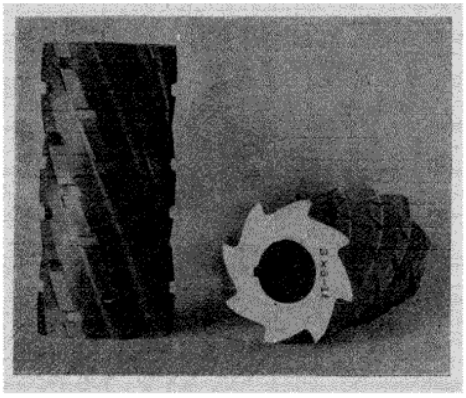


Fig. 22. — Fraise hélicoïdale crénelée. Diamètre, 76 millimètres. Nombre des dents, 8. Largeur de la coupe, 130 millimètres avec la fonte et 140 avec l'acier doux. Vitesse de rotation, 84 tours par minute.

hélicoïdales crénelées et faisant toujours 84 tours par minute. Diamètre de la fraise 76 millimètres. Longueur, 150. Nombre des dents, 8, pas 480 millimètres, inclinaison de l'hélice 26° 3/4. Vitesse de coupe, 330 millimètres par seconde.

On a travaillé 1° sur de la fonte en blocs de 125 × 125 × 610 de long, de deux espèces, pouvant supporter respectivement, en barreaux de 25 millimètres de côté sur

(1) *The Engineer*, 19 mars 1909, p. 286.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

supports écartés de 305 millimètres, des charges médianes de 1120 et 916 kilogrammes, avec des duretés Brinnel de 254 et 222; 2° sur de l'acier doux en masses de 140 × 125 × 610, résistant à 40 kilogrammes par millimètre carré, avec un allongement de 32,3 p. 100; limite d'élasticité, 22 kilogrammes.

Les résultats de ces essais sont donnés par les diagrammes figures 23 et 24.

Avec l'acier doux, on ne gagnait rien à réaffûter la fraise entre les passes. Avec la fonte, la fraise s'émoussait plus vite qu'avec l'acier, il fallait la réaffuter avant d'entreprendre les coupes aux profondeurs de 0,52 et 0,95 pouces; on voit (fig. 23) qu'à la pro-

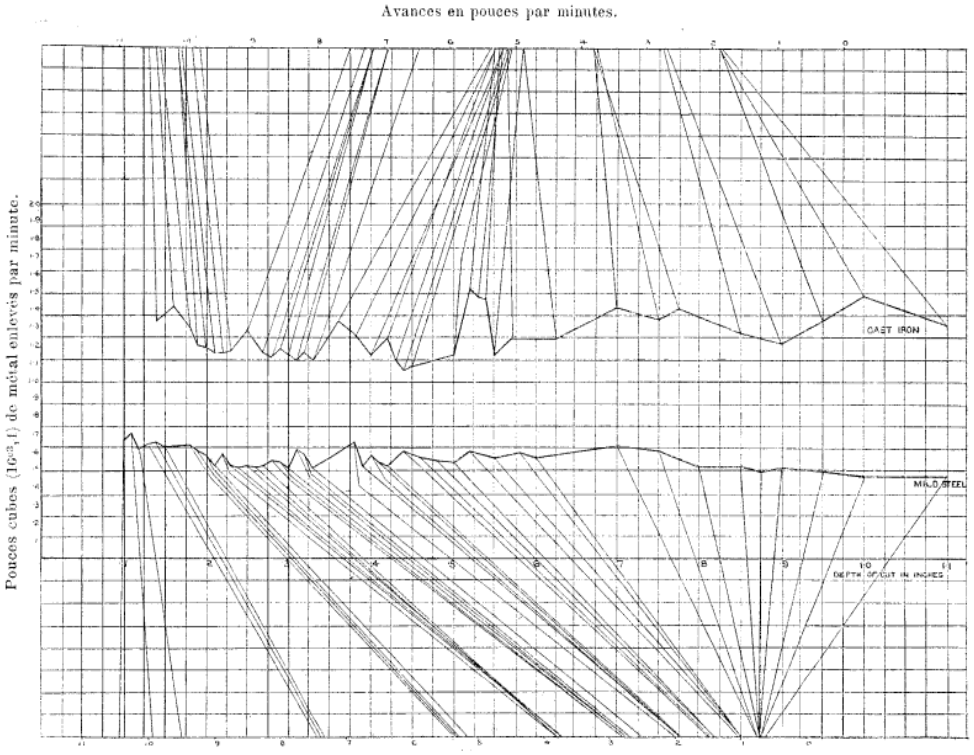


Fig. 23.

fondeur de 0 p. 5, le rendement augmente rapidement aussitôt après l'affûtage, puis baisse après la troisième coupe : il en est de même, mais en moins accentué, à la profondeur de 0 p. 95, ce qui montre le peu de durée de l'amélioration apportée par l'affûtage. L'effet de l'affûtage sur le débit de la fraise n'est (figure 24) pas bien net, ce qui tient à ce qu'on ne laissait jamais la fraise s'émousser que de très peu.

Dans tous ces essais, on augmentait progressivement l'avance, pour chaque profondeur de la coupe, jusqu'au glissement des courroies.

Le débit maximum par cheval-minute a été de 25 centimètres cubes pour la fonte et 12 pour l'acier, plus de moitié moins. Le rendement : matière enlevée par cheval, augmente un peu, avec la profondeur de coupe, pour la fonte, et diminue un peu pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'acier, mais si peu qu'on doit l'en considérer comme indépendant au voisinage du débit maximum de la fraiseuse. Ce débit, par cheval-minute, a varié de 16 à 25 centimètres cubes pour la fonte et de 8 à 14 pour l'acier. Les débits maximum ont été, par minute, de 100 centimètres cubes pour l'acier et de 250 pour la fonte, avec une profon-

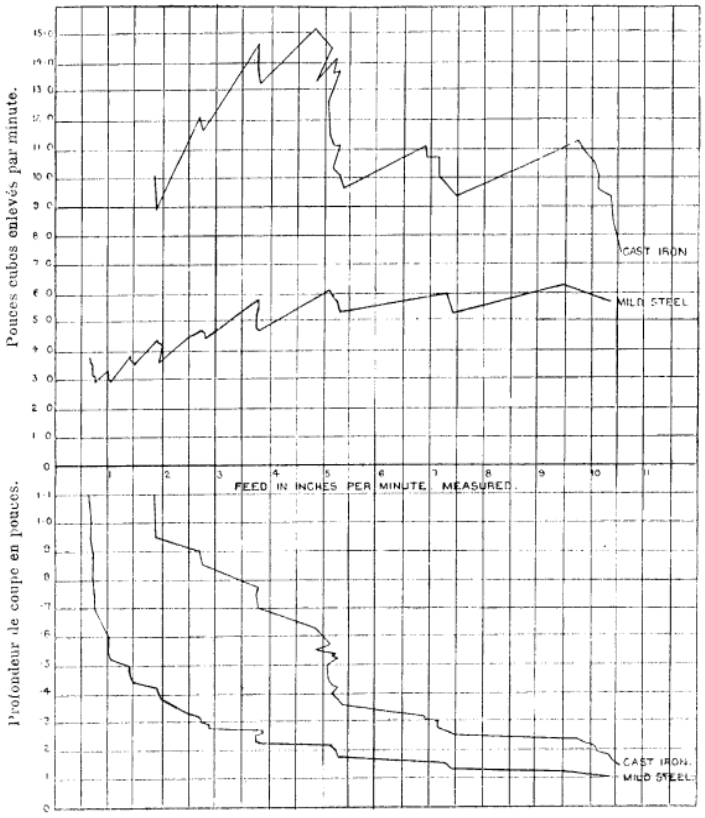


Fig. 24.

deur de coupe de 16 millimètres et une vitesse d'avance de 120 millimètres par minute, au lieu de 3 et 240 millimètres pour l'acier (1). On voit qu'il faut, avec la fonte, des coupes profondes et à faibles avances et, avec l'acier, de faibles profondeurs et de fortes avances.

Cette petite fraiseuse, avec courroie de 75 millimètres et broche pouvant faire de 16 à 610 tours par minute, ne pesait que 1 450 kilogrammes et pouvait utiliser une puissance nette de 12 chevaux 3.

(1) Ce sont des débits remarquables, comparables, toutes proportions gardées, à celles des grandes fraiseuses, qui comme, par exemple, les raboteuses de 2m,20 et 65 chevaux de Bement, débitent jusqu'à 1 300 centimètres cubes ou plus de 10 kilogrammes d'acier par minute.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

POMPES ET TURBINES POUR CONDENSEURS (1)

Lorsque le niveau de la prise d'eau de circulation d'un condenseur se trouve très bas au-dessous de ce condenseur, il est certain que l'on peut, lorsque le siphonnage est impossible, utiliser, comme force motrice des pompes de circulation, le retour de

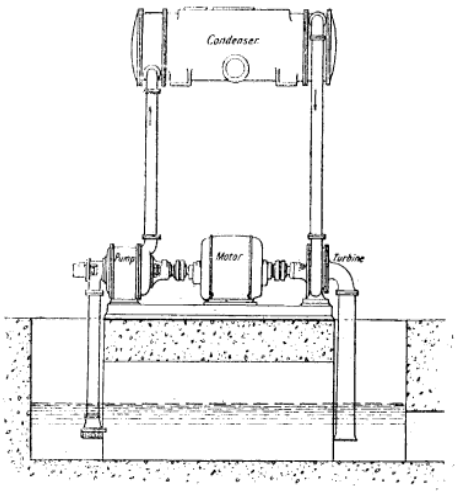


Fig. 25.

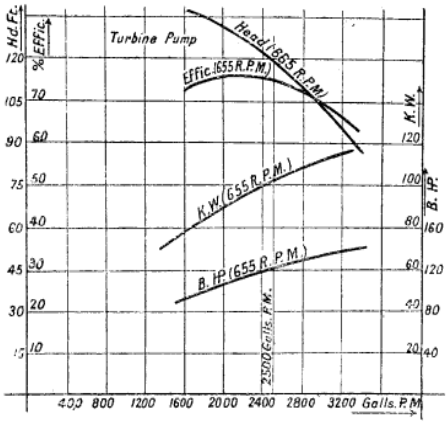


Fig. 26. — Pompe de Newcastle.

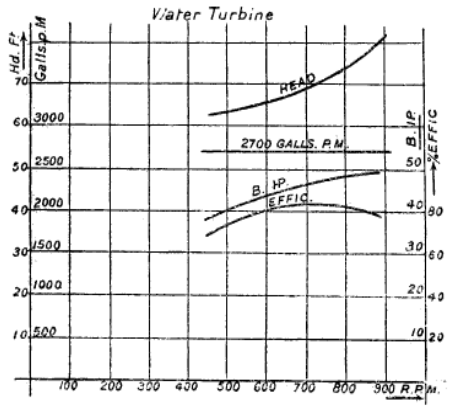


Fig. 27. — Turbine de Newcastle.

cette eau à son niveau; c'est ce qu'a fait M. Allen, de Bedford, dans deux cas de ce genre, comme le montre la figure 25, où l'on voit, attelées sur l'arbre d'une même dynamo, la pompe centrifuge qui refoule l'eau de circulation dans le condenseur et une

(1) *The Engineer*, 14 mai, p. 507.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

turbine hydraulique actionnée par l'eau qui retourne du condenseur à sa source. La dynamo n'a plus, alors, qu'à fournir la différence entre la puissance nécessaire à l'élévation de l'eau et celle restituée par la turbine.

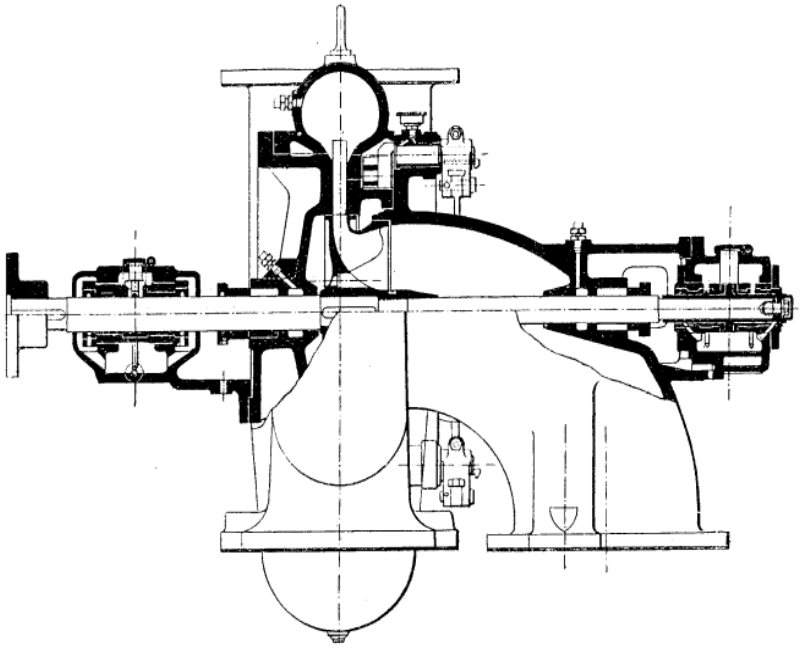


Fig. 28. — Turbine de Penrikiber.

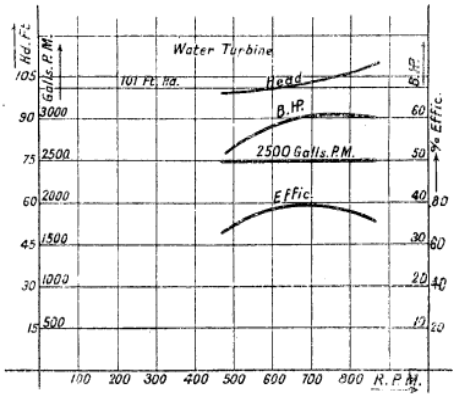


Fig. 29. — Turbine de Penrikiber.

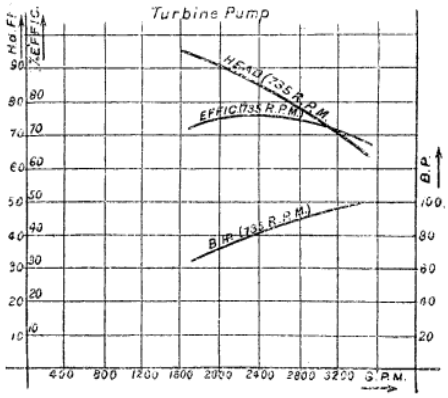


Fig. 30. — Pompe de Penrikiber.

A la station des tramways électriques de Newcastle, avec une pompe à deux étages et une turbine du type « Francis » commandées par une dynamo de 500 volts et 650 tours, un débit de 11^{m3},35 par minute, sous une charge de 36 mètres au refoulement,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

réduite à 30m,30 au retour, la dynamo absorbait 51,9 kilowatts, avec des rendements de 88 p. 100 à la dynamo, 79 et 75 p. 100 à la turbine et à la pompe, suivant les courbes des diagrammes fig. 26 et 27.

A l'usine de la Navigation Colliery Cº, de Penrikiber, pays de Galles, avec deux pompes centrifuges commandées chacune par une dynamo triphasée à 735 tours, 25 périodes et 2 200 volts, et à des turbines du type fig. 28, la dynamo n'a dépensé que 39 chevaux aux basses eaux et 49 ch.6 en hautes eaux, chiffres de 18 p. 100 au-dessous de ceux de la garantie, et conformément aux diagrammes fig. 29 et 30.

MOTEUR A PÉTROLE A COMBUSTION *Stilz* (1).

Dans ce moteur où l'allumage se fait sous pression constante, l'air passe du compresseur à basse pression 1 (fig. 31) par le refroidisseur intermédiaire 2, au compres-

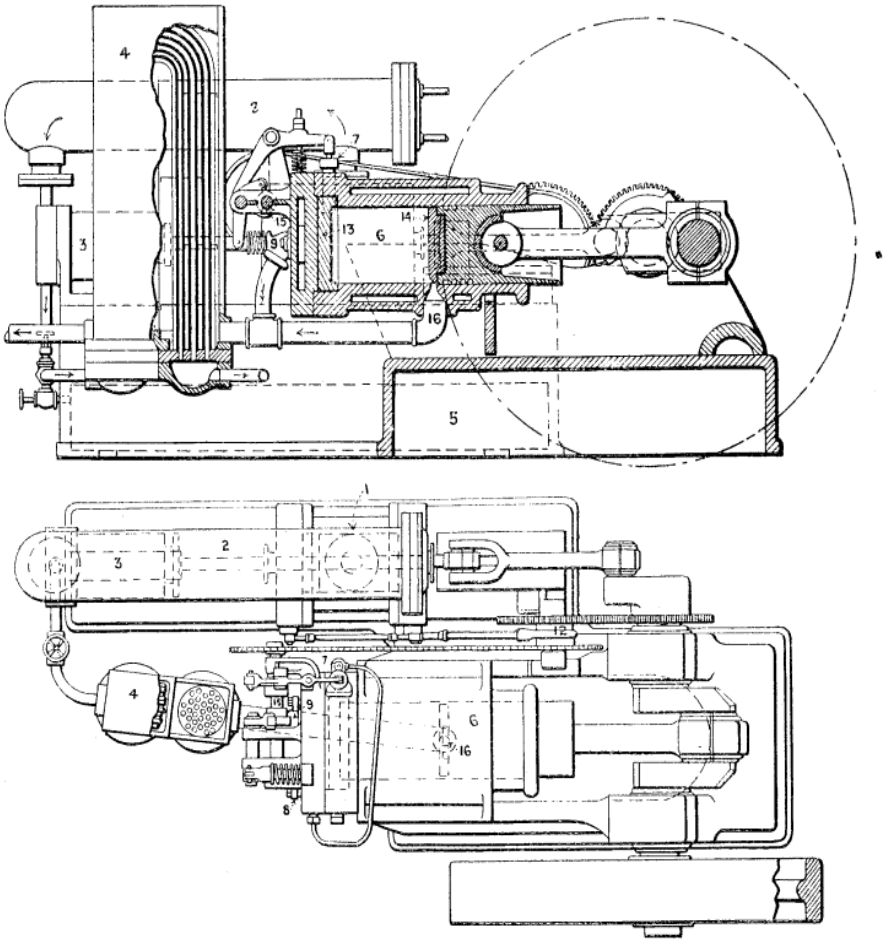


Fig. 31. — Moteur *Stilz*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

seur de haute pression à simple effet 3, qui l'envoie, à la pression de 33 kil., au réservoir 5. De là, cet air traverse les tubes d'un réservoir réchauffeur d'échappement 4, d'où il passe au cylindre moteur 6 par la valve d'admission 8, en même temps que le pétrole atomisé par la pompe 7, commandée par une came de l'arbre 15.

Ce pétrole brûle sous pression constante jusqu'à la fermeture de l'admission 8, puis se détend jusqu'à celle de l'échappement 16 par le piston moteur et, pendant le retour du piston, cet échappement se continue au travers d'une valve auxiliaire 9, qui se ferme au point voulu pour que les gaz conservés dans le cylindre se compriment à la pression de l'admission, ou de 35 kilogrammes. Les gaz sont portés, par cette compression, à environ la température de leur combustion, de sorte que, une fois en train, la ma-

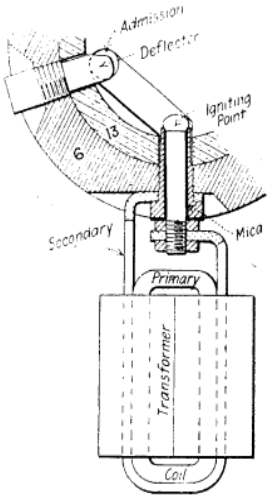


Fig. 32.

chine n'a plus besoin d'allumeur; cette température est d'environ 1 500°. Les fonds du piston moteur et de son cylindre sont garnis de plaques de nickel 13 et 14, dont la température moyenne s'élève au rouge sombre, et qui assurent une combustion complète en empêchant tout contact du pétrole avec des parois froides.

A la mise en train, il faut allumer le pétrole, ce qui se fait par la fermeture du circuit secondaire d'un transformateur vers lequel l'admission est déviée comme l'indique la figure 32. On peut faire la mise en train avec de l'air comprimé, une minute après celle de l'allumage, simplement en ouvrant le robinet du réservoir de mise en train. En outre, le renversement de la marche peut se faire par une simple coulisse, comme pour les machines à vapeur. Le moteur fonctionne en deux temps et sa pression peut varier entre des limites qui assurent une grande souplesse vis-à-vis des autres moteurs à explosion sous volume constant, considérations pratiques importantes surtout pour les applications à la marine; reste à voir si la pratique justifiera les espérances de M. Stilz, fondées principalement sur l'efficacité du régénérateur 4, chargé d'élever de 450° environ l'air comprimé qui le traverse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

APPREIL POUR LE SABLAGE DES ROUES DE LOCOMOTIVES, de *M. Lambert*.

Dans un rapport sur un appareil pour le sablage des roues de locomotives, présenté par M. Lambert, rapport publié dans le *Bulletin* de février 1909, M. Sauvage faisait remarquer (p. 298) que la disposition un peu compliquée des robinets de cet appareil correspondait aux tâtonnements du début, et devrait faire place, dans l'appareil définitif, à une robinetterie plus simple et plus compacte.

MM. Massard et Jourdain, constructeurs des appareils de M. Lambert, nous annoncent

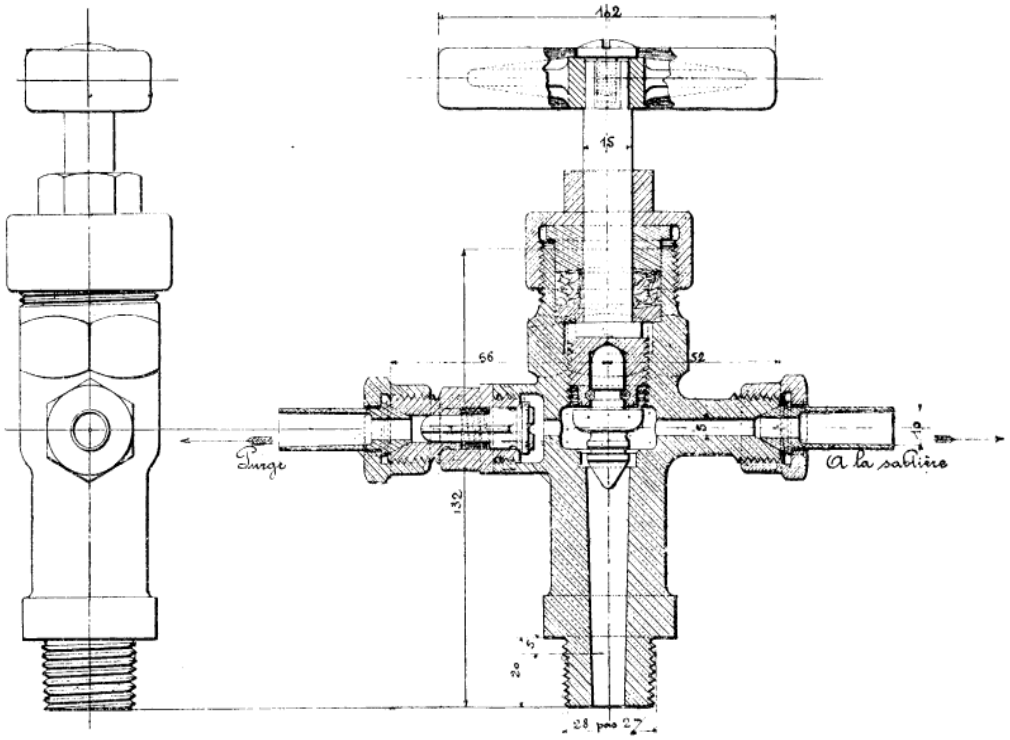


Fig. 33.

que cette modification est aujourd'hui réalisée. Un robinet unique, représenté par la figure 33, sert à la manœuvre. Ce robinet pointeau est muni d'un tuyau de purge, toujours ouvert quand le pointeau est fermé. Dès qu'on ouvre le pointeau, la pression de la vapeur referme une soupape à ressort placée à l'entrée du tuyau de purge. Le robinet distributeur, permettant de sabler soit à l'avant, soit à l'arrière des roues, est supprimé comme inutile : il est préférable de laisser tous ces tuyaux de chute donner du sable qui se colle sur le rail puis sur les roues.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PROCÈS-VERBAUX

DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

SÉANCE DU 26 AVRIL 1909

Présidence de *M. Gruner*, président.

M. Estevaner dépose, à la date du 8 avril 1909, un pli cacheté relatif à une *jante universelle pour tout véhicule*.

MM. Hitier et *Toulon*, secrétaires, présentent différents ouvrages offerts à notre bibliothèque, dont ils remercient les donateurs et dont la bibliographie sera publiée au *Bulletin*.

Revue de la quinzaine par M. G. Richard.

MESSIEURS,

Il y a plus d'un mois que nous nous sommes revus. J'aurais bien des choses à vous dire, sur des sujets fort intéressants, tels que les très remarquables succès obtenus par notre collègue, M. Lyon, par ses découvertes en matière d'acoustique des théâtres et salles de réunion, question qui paraissait auparavant insoluble, n'était guère abordée que par des tâtonnements rarement heureux, et dont on semble tout à fait maître aujourd'hui; mais nous espérons que M. Lyon viendra bientôt, lui-même, vous entretenir de ses travaux.

En mécanique, un intéressant foyer de chaudière de Lee, de remarquables essais sur le travail des nouveaux aciers rapides pour le perçage et le fraisage, un important travail de M. Stromeyer sur la question si controversée des coups d'eau dans les tuyauteries à chaudières, d'intéressants roulements sur billes... mais tout cela vous retiendrait bien longtemps et vous sera d'ailleurs exposé en détail dans les *Notes de mécanique* du Bulletin de ce mois.

Je me bornerai, aujourd'hui, à attirer, de nouveau, votre attention sur une question qui vous intéresse certainement tous : celle des **Autobus**.

Je vous ai souvent signalé la difficulté de se procurer, sur cette question, des documents, sinon désintéressés, du moins authentiques et discutés par des autorités compétentes ; ce désidératum vient d'être en partie comblé par un important rapport présenté à la quinzième réunion de l'Union internationale des tramways et chemins de fer d'intérêt local à Munich (1908), par *M. Mauclère*, directeur des ateliers de notre Compagnie générale des omnibus, rapport suivi d'un autre travail, également remarquable, de *M. K. Otto*, ingénieur de la grande Compagnie de tramways de Berlin. Ces deux rapports viennent de paraître dans le dernier bulletin (avril 1909) du *Congrès international des chemins de fer*. Voici quelques renseignements extraits de ces travaux,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui constituent, pour les intéressés, un document de grande valeur, puisqu'ils résument et discutent les renseignements fournis par une quinzaine de compagnies.

Actuellement, les moteurs de beaucoup les plus employés sont les moteurs à pétrole, gazoline, naphtaline, alcool... ; deux compagnies seulement emploient des moteurs à vapeur Serpollet, ce qui se comprend en songeant à la complication de la machine, de la chaudière, de sa tuyauterie. La puissance varie de 18 à 40 chevaux.

Le poids par voyageur varie dans de très grandes limites : de 135 à 198 kilogrammes ; les châssis doivent être très robustes et par conséquent lourds ; les caisses, en revanche, pourraient être souvent très notablement allégées.

Comme transmission, la chaîne l'emporte actuellement presque partout sur le cardan, malgré sa fatigue parfois excessive.

Les pneumatiques sont, presque partout, sauf pour quelques voitures exceptionnellement légères, remplacés par des bandages pleins, simples à l'avant, doubles ou triples à l'arrière. Une grosse société : celle des tramways de Berlin, place une chaîne en fer entre les deux bandes des roues d'arrière, pour faciliter le démarrage ; la garantie de parcours ne dépasse guère 15 000 kilomètres pour le bandage plein, mais c'est un maximum très rarement tenu ; en réalité le bandage cède après de 9 000 à 15 000 kilomètres suivant les cas : charge, nature du parcours et des chaussées, fréquence des freinages, etc. Le prix des bandages varie, suivant leur charge, de 1 500 à 3 785 francs par voiture, et leur dépense par voiture-kilomètre de 10 à 25 centimes ; en moyenne 20 centimes dans la majorité des cas.

Les essences ou benzines, combustible de beaucoup le plus employé, ont des densités variant de 680 à 700, exceptionnellement 760 ; à Paris, on emploie du benzol à 90 p. 100, moins cher que l'essence et l'alcool carburé, mais qui encrasse les soupapes et les bougies, et rend la marche difficile en hiver ; on en dépense 0 lit. 55 par voiture-kilomètre d'un poids de 4 830 kilogrammes à vide.

Le parcours journalier moyen est, par voiture, de 159 kilomètres à Berlin et de 143 à Paris. Les voitures de Berlin pèsent de 5 900 à 5 380 kilogrammes à vide, et dépensent 0 lit. 582 de benzine à 720 par voiture-kilomètre. Le parcours annuel des voitures varie, sur six des sociétés qui les ont déclarés, de 12 000 à 16 000 kilomètres.

C'est à Londres que les autobus se sont le plus développés. Il y en avait, en juin 1908, 1 017, dont 972 à pétrole, et des types les plus divers ; à Paris, en juin 1908, il n'y en avait que 103, pour des raisons qui n'ont rien de technique, et une proportion de voitures de réserve d'environ 40 p. 100. Vous les connaissez, ainsi que les obstacles de toute sorte opposés à leur développement rationnel ; c'est en très grande majorité le type administratif, avec seize voyageurs d'impériale et seize d'intérieur.

En général, il faudrait, d'après M. Mauclère :

1° Des omnibus de 10 à 12 places sans impériale, mais avec une galerie à bagages pour les correspondances de gares et les lignes d'excursion ;

2° Des omnibus de 14 à 20 places, sans impériale, mais avec galerie à bagages pour les communications interurbaines et pour l'exploitation urbaine dans les villes de deuxième importance ;

3° Des omnibus de 30 à 36 places, avec ou sans impériale dans les grandes villes. Au delà de cette contenance, les voitures seraient trop lourdes et la vitesse commerciale trop réduite.

Les omnibus légers des deux premières catégories ne présentent pas d'inconvénient s'ils sont bien construits et soigneusement entretenus. Ils pourront, en rase campagne, atteindre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une vitesse de 25 à 30 kilomètres à l'heure, vitesse qui sera réduite suivant les règlements de police dans les agglomérations.

Le poids pourra varier de 2 500 à 3 000 kilogrammes à vide ; on peut admettre un poids utile de 100 kilogrammes par voyageur avec bagages et 70 kilogrammes par voyageur sans bagages, ce qui représente, pour la voiture au complet, un poids variant de 3 700 à 4 400 kilogrammes. Avec un moteur de 18 à 20 chevaux, ces voitures feront un bon service et les frais d'exploitation seront modérés; les bénéfices d'exploitation dépendront des tarifs et de l'affluence des voyageurs.

Les omnibus comportant de 30 à 34 places et destinés aux transports en commun, dans les grandes villes, seront notablement plus lourds et exigeront des moteurs plus puissants, de 30 à 40 chevaux, suivant les profils en long plus ou moins accidentés.

Les caisses seront construites aussi légères que possible sans compromettre la sécurité et le confort que recherchent les voyageurs.

Leur vitesse ne dépassera guère 20 kilomètres à l'heure.

Le poids de la voiture à vide en ordre de marche pourra varier entre 4 000 et 4 500 kilogrammes et, avec charge complète, entre 6 500 et 7 000 kilogrammes.

M. Mauclerc ajoute qu'il faudra se résigner aux mauvaises odeurs et à l'ébranlement des immeubles, rachat du progrès par les autobus, d'ailleurs très populaires.

Quant aux combustibles à employer, il faudra probablement renoncer aux benzines, déjà impossibles en France, où elles sont surchargées de droits qui en portent la valeur à 55 francs l'hectolitre.

Le benzol à 90 p. 100, c'est-à-dire dont 90 p. 100 passent à la distillation fractionnée avant 100°, est un sous-produit de la fabrication du coke métallurgique, dont chaque tonne fournit environ 5 kilogrammes de benzol. L'Allemagne en produit actuellement 60 000 tonnes par an, et la France 8 000. La puissance calorifique de ce benzol à 90 pour 100 est de 8 840 calories au litre, de densité 0,882; il exige pour brûler complètement moins d'air que le pétrole dans le rapport d'environ 8 à 9. Le volume de carburant nécessaire à ajouter au litre d'air pris à 0° et 760 est de 0 centimètre cube 106 pour le benzol, au lieu de 0,118 pour l'essence et 0,136 pour l'alcool carburé à 50 pour 100 de benzol, dont l'emploi exige des orifices de giclage plus grands que le benzol. L'emploi de l'alcool, possible seulement grâce aux droits prohibitifs sur l'essence, ne progresse guère, en France du moins.

Quant aux conditions à remplir par le châssis, dont l'empattement ne devrait guère dépasser $4^{m},50$, et par son moteur, en voici les principales.

1° Un embrayage métallique et progressif;

2° L'allumage magnétique ;

3° Le refroidissement par thermo-siphon avec radiateur d'un système permettant la libre dilatation des tubes et à faisceaux démontables pour faciliter les visites et les réparations; de plus, un réservoir d'eau d'une contenance suffisante pour éviter l'échauffement des moteurs. Il convient de s'assurer de temps à autre que les tubes ne s'entartrent pas ;

4° Le graissage sous pression, avec réservoir d'huile protégé contre le froid. Il convient de n'employer pour le moteur que des huiles de très bonne qualité, dont le point d'inflammabilité soit très élevé et le point de congélation très bas;

5° Un réservoir à combustible d'une capacité suffisante pour assurer, dans tous les cas, le service d'une journée sans ravitaillement. Ces ravitaillements sont coûteux et peuvent donner lieu à des gaspillages ;

6° Un carburateur bien réchauffé de manière à permettre l'emploi de combustible autre que l'essence de pétrole;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans le cas d'une transmission mécanique :

7° Une boîte de vitesse permettant des manœuvres faciles et aussi silencieuses que possible, et dont les organes seront facilement accessibles pour le graissage et la visite;

8° Dans le cas d'un service urbain intensif, nous préférons la transmission par cardan à la transmission par chaînes, à cause des nombreux arrêts et démarrages que ce service impose et qui fatiguent beaucoup les chaînes;

9° Des essieux construits en excellent fer ou en acier non fragile, avec fusées d'une section largement prévue afin d'éviter les ruptures;

10° Des appareils de manœuvre aussi simples que possible;

11° Des freins à action puissante et rapide, très accessibles pour la visite et l'entretien;

12° Quand la carrosserie de la voiture le permettra, il nous paraît préférable de diriger le tuyau d'échappement des gaz au-dessus du toit afin de ne pas incommoder les passants et les voyageurs;

13° Un contrôle sérieux de la fabrication chez les constructeurs, avec tous les essais de matières que, par mesure de sécurité, les exploitants doivent exiger en passant leurs marchés;

14° Des roues en bois solides et bien construites avec bandages appropriés.

Quant aux roues et à leurs bandages, qui constituent l'un des gros problèmes de la locomotion par autobus, on est obligé, à Paris du moins, de conserver les bandages en caoutchouc sectionnés à l'arrière pour éviter les dérapages en temps de pluie, et aucune des innombrables roues élastiques n'a encore réussi.

Parmi les questions accessoires mais néanmoins très importantes, à résoudre dans un service d'autobus, figure celle des dépôts de pétroles et d'essences. La question de sécurité de ces dépôts de matières très inflammables semble avoir été résolue par le système de MM. Grumer et Grimberg de Bochum, dont le principe consiste à mettre en présence de l'huile ou de l'essence non pas de l'air, mais une atmosphère de gaz inerte (acide carbonique) empêchant toute production d'incendie faute d'oxygène.

Le liquide dangereux, emmagasiné dans un grand réservoir souterrain, s'écoule par différence de niveau dans un second réservoir intermédiaire, plus petit que le premier, et souterrain comme lui, où se passent les phases du pompage au moyen d'un servo-moteur actionné par l'air comprimé.

Le réservoir intermédiaire est constitué par deux cuves cylindriques et concentriques, communiquant entre elles par une ouverture placée dans le fond du cylindre intérieur. L'espace vide entre ces deux cylindres est rempli par de la glycérine qui, pénétrant par le fond du cylindre intérieur, sous l'action de l'air comprimé, fait l'office de piston dans ce cylindre. L'air comprimé n'est donc jamais en contact avec le liquide inflammable.

Toutes les tuyauteries viennent aboutir à la surface du sol dans une armoire où sont groupés les appareils de commande. La manœuvre peut se faire du dehors au moyen d'une simple pédale.

Dans ce système, la main-d'œuvre est réduite à sa plus simple expression et la dépense en gaz acide carbonique supposé ramené à la pression atmosphérique correspond, à très peu de chose près, au volume du liquide manutentionné.

Ce gaz sert du reste au remplissage en gaz inertes des fûts d'amenée pour leur retour à vide, à la condition que leur fermeture soit hermétique.

Des installations importantes d'un principe analogue ont été faites en Allemagne par la maison Martini et Hüneke, de Hanovre, et notamment pour la Compagnie des tramways de Berlin, où elle a installé un dépôt de 20 000 litres de benzine. La proximité d'une école, d'une part (12 mètres), et celle d'une maison de rapport située à 14 mètres de distance du dépôt, n'a pas entravé l'autorisation administrative, ce qui prouve en faveur de la sécurité du système.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En ce qui concerne les frais généraux, c'est-à-dire les dépenses d'administration et les frais d'assurance, on est en droit, d'après M. Otto, de leur donner au moins la même importance que dans les exploitations de tramways, de 2 fr. 55 à 3 fr. 75 par voiture-kilomètre.

Les dépenses d'exploitation d'un réseau urbain d'une certaine importance s'établissent alors comme suit :

	Par voiture-kilomètre centimes.
1° Administration générale	2,50
2° Personnel desservant les voitures	13,75
3° Surveillance de l'exploitation	1,25
4° Benzol (0,1 kilogramme à 25 centimes par kilogramme)	10,00
5° Matières lubrifiantes et éclairage des voitures	3,75
6° Renouvellement de bandages	12,50
7° Entretien des voitures et service des dépôts 12 + 1 =	16,25
8° Assurances et divers	3,75
Total	63,75

L'expérience que nous avons acquise nous permet, dit M. Otto, d'affirmer que ce chiffre de 63cent,75 représente la limite extrême qui puisse être atteinte si le matériel roulant est entretenu régulièrement et soigneusement. Lorsque la benzine est employée au lieu de benzol, ou bien encore lorsqu'il faut payer le caoutchouc plus cher, les frais unitaires d'exploitation s'élèvent facilement à 75 ou 81cent,25.

Quant aux frais d'exploitation, ils dépendent tellement des exigences administratives et autres, entièrement arbitraires, qu'il semble presque impossible d'en donner un aperçu général de quelque valeur pour un cas particulier. Voici néanmoins comment M. Otto s'exprime à ce sujet

Même pour les petites exploitations de tramways desservant des lignes rurales, les dépenses par voiture-kilomètre, y compris toutes les allocations au fonds de réserve et d'amortissement et y compris un service d'intérêt à 4 p. 100, varieraient (entre 30 et 50 centimes). Les dépenses d'exploitation des tramways, service financier compris, sont donc bien inférieures aux dépenses nettes d'exploitation d'un service par autobus, et condamnent, par le fait même, l'existence d'un tel mode de transport, tout au moins pour un trafic urbain et suburbain.

Nous ne connaissons, tout au moins en Allemagne, aucun réseau de tramways essentiellement urbain, et seulement un très petit nombre d'exploitations suburbaines qui puissent accuser une recette de 63cent,75 par voiture-kilomètre. Il n'existe, d'autre part, aucune raison qui puisse faire espérer, aux lignes urbaines et suburbaines exploitées par autobus, de pouvoir enregistrer une recette kilométrique beaucoup plus forte que celle des tramways, d'autant moins que l'avantage qu'offre peut-être la vitesse faiblement supérieure des autobus est largement contre-balancée par de nombreux inconvénients que ces véhicules présentent pour le public. Un autre avantage d'ailleurs, en faveur des tramways, c'est que, dans le cas d'une intensité croissante de trafic, c'est-à-dire lorsque les voitures se succèdent à des intervalles plus courts, les dépenses par voiture-kilomètre descendent très sensiblement, alors que, dans l'exploitation par autobus, elles restent presque exactement les mêmes.

et il ajoute que :

On a prétendu que les autobus pouvaient être considérés comme un moyen de transport tout indiqué pour les villes de petite importance. Nous ne pouvons nullement partager cette

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

manière de voir, car ces villes réclament, à côté d'un service relativement intensif, des tarifs peu élevés. S'il n'en était pas ainsi, par suite même des petites distances à parcourir, le public n'utiliserait pas l'autobus.

Il ne faut guère s'attendre à voir introduire les lignes d'autobus à l'intérieur des villes et dans leurs environs que lorsque des intérêts communaux ou privés, — comme, par exemple, des compagnies s'occupant de la vente de terrains, — justifient les déficits d'exploitation qu'il faut escompter d'une manière certaine, ou bien encore lorsque ces déficits sont compensés par d'autres avantages, tels que : ouverture de nouveaux quartiers, mise en valeur de terrains, etc.

Ces conclusions de *M. Otto*, favorables aux tramways, ne signifient pas qu'ils soient toujours supérieurs aux autobus, mais seulement qu'il faut les leur préférer toutes les fois que cela est possible, et c'est ce qui se passe en fait; mais l'autobus a le grand avantage de passer partout; c'est dire qu'il est indispensable dans presque toutes les grandes villes qui ne sont pas tracées en damier comme les nouvelles cités américaines. Il présente au point de vue mécanique bien plus de difficultés que les tramways, mais les progrès considérables qu'il a déjà réalisés en si peu de temps donnent tout espoir pour l'avenir de ces véhicules, dont il semble que l'on ne puisse plus se passer, dans les grandes villes du moins.

NOMINATION DE MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ

Sont nommés membres de la Société d'Encouragement :

M. Jarriant, Joseph, fabricant de fils et câbles pour l'électricité, à Paris, présenté par M. G. Richard.

Anciens établissements Mouchel (Compagnie générale d'Électricité), à Paris, présenté par M. Javaux.

M. Cordier, Gabriel, administrateur délégué de la Société Énergie électrique du littoral méditerranéen, présenté par M. Bernheim.

M. Coquet, Lucien, avocat, secrétaire général du Comité commercial franco-allemand, présenté par M. Lalance.

M. Cellerier, Fernand, directeur du Laboratoire d'essais du Conservatoire national des arts et métiers, présenté par MM. le général Sebert et Guillet.

CONFÉRENCE

M. Boullanger fait une conférence : *La distillerie et la brasserie dans le Nord de la France.*

M. le Président remercie *M. Boullanger* de sa très intéressante conférence qui sera publiée au *Bulletin*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SÉANCE DU 14 MAI 1909

Présidence de *M. Gruner*, président.

M. le Président fait part du décès de *M. Chassevent*, ingénieur des arts et manufactures, membre de la Société. C'est à lui que la Société d'Encouragement confiait la prise des brevets qu'elle accorde aux inventeurs auxquels elle vient en aide. M. Chassevent s'est, depuis longtemps, acquitté de cette tâche avec un soin et un dévouement dont la Société lui était des plus reconnaissantes. M. le Président se fait, auprès de la famille de M. Chassevent, l'interprète de la sincère sympathie du Conseil de la Société dans un malheur qui la frappe si cruellement.

Le Comité d'organisation du cinquième *Congrès des pêches maritimes* invite la Société d'Encouragement à participer à ses travaux qui auront lieu du 11 au 16 septembre prochain aux Sables-d'Olonne et à s'y faire représenter.

MM. Hitier et *Toulon*, secrétaires, présentent, avec remerciements aux donateurs, les ouvrages offerts à notre bibliothèque, et dont la bibliographie sera donnée au *Bulletin*.

M. Livache informe la Société que *M. Boulanger*, tanneur à Lille, qui a été lauréat de la Société pour des études micrographiques de la peau et du cuir, adresse à la Société un brevet qu'il vient de prendre concernant l'ébourrage des peaux.

Pour débarrasser les peaux des poils ou de la laine, on a recours à l'échauffe qui équivaut à un commencement de putréfaction, ou à l'emploi de sulfures alcalins, du sulfure d'arsenic, etc. ; outre que les agents chimiques attaquent la peau, il est difficile ensuite de les enlever complètement.

M. Boulanger, en étudiant à l'aide du microscope ce qui se produit quand on plonge directement les peaux non ébourrées dans les bains de tannin qui servent au début du tannage pour produire un gonflement en même temps que pour teinter les peaux, a constaté, qu'en même temps que la peau se gonfle, les poils se déchaussent et peuvent alors être enlevés avec la plus grande facilité.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quoique diverses tentatives aient déjà été faites dans cette voie, cette observation précise de M. Boulanger présente un très grand intérêt.

M. Boulanger nous adresse le titre original de ce brevet, sur lequel il a mis l'annotation suivante : « Le soussigné *déclare renoncer à tous les droits que lui confère ce brevet ;* il désire que ce titre original soit conservé dans les archives de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale. »

Je suis sûr que la Société, en acceptant ce dépôt, se félicitera de voir les encouragements qu'elle avait accordés à M. Boulanger aussi bien justifiés, et qu'elle lui adressera tous ses compliments pour son travail et pour son désintéressement.

M. le Président ne peut que s'associer aux paroles de M. Livache. La Société d'Encouragement est heureuse d'avoir pu aider dans ses travaux un homme de la valeur de M. Boulanger et d'un pareil désintéressement. Il ordonne le dépôt aux archives du brevet de M. Boulanger : n° 384498, du 6 février 1908.

Revue de la quinzaine, par *M. G. Richard.*

Messieurs,

Vous savez avec quelle rapidité et quelle grandeur s'est répandue, principalement en Allemagne et aux États-Unis, l'application des **moteurs à gaz de hauts fourneaux** ; l'Angleterre, longtemps en retard, est maintenant entrée dans ce mouvement, et l'on vient de mettre en train, la semaine passée, aux aciéries célèbres de Barrow, une installation de ce genre des plus remarquables. Elle comprend huit moteurs dont cinq de 1 250 chevaux, actionnant des souffleries, un de 1 250 chevaux et deux de 750 chevaux pour dynamos. Deux des souffleries ont été construites par la Lilleshall Engineering C°, et sont du type dit de Nuremberg, les trois autres ont été construites par la Gutehoffugshutte ; elles marchent toutes à 90 tours par minute, et débitent, par minute, 850 mètres cubes d'air à la pression de $0^{kg},56$. Les moteurs des dynamos ont été construites par Richardson Westgarth, et sont du type Cockerill, à 100 tours par minute.

La mise en train se fait au moyen d'air comprimé à 20 kilogrammes par un moteur de 50 chevaux, avec tournage au volant par une dynamo.

Les cylindres des moteurs de 1 250 chevaux, au nombre de deux par moteur, ont un mètre $\times$ $1^{m},10$ de diamètre et les autres 740×900 ; les souffleries ont $870 \times 1^{m},10$ de diamètre. Ces souffleries refoulent leur air dans des réservoirs de $1^{m},80 \times 4^{m},20$, disposés au-dessus des cylindres ; elles sont pourvues de dispositifs de réglage par dérivation d'une partie de l'air refoulé ou par variation de l'espace nuisible de leurs cylindres.

La purification des gaz des hauts fourneaux s'opère en leur faisant traverser d'abord quatre collecteurs de $6^{m},90 \times 14^{m},20$ de haut, puis 190 mètres de tubes inclinés en diagonale avec, au bas, des portes pour en retirer les poussières ; de ces tubes, les gaz se divisent dans deux canaux de $1^{m}.80$ de diamètre recueillant l'un la partie de ces gaz destinée au chauffage de chaudière fournissant la vapeur à l'aciérie Bessemer et l'autre, de 300 mètres de long, amenant le reste du gaz à cinq laveurs Thessen, chacun de 150 mètres cubes à l'heure. Au sortir de ces laveurs, le gaz ne renferme plus que $0^{gr},015$ de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

poussière par mètre cube. Sa pression varie de 3 à 7 centimètres d'eau suivant la marche des hauts fourneaux ; il arrive aux moteurs par un tuyau de 3 mètres × 63 mètres de long, formant accumulateur et régulateur de pression. On voit que les gaz doivent traverser une tuyauterie de près de 800 mètres de long, qui favorise le dépôt des poussières et les refroidit avant leur arrivée aux laveurs.

Ces moteurs doivent desservir les soufflerie de 4 hauts fourneaux, avec un moteur de réserve, et le courant fourni par les dynamos actionne les machines des ateliers de la forge, leur éclairage, les grues des fours, les pompes, toute la manutention des hauts fourneaux et les marteaux.

On compte sur une production de gaz d'environ $4^{m3},76$ par kilogramme de fonte produite, ce qui, avec une production de 1 200 tonnes de fonte par haut fourneau et par semaine, donnerait, avec les quatre hauts fourneaux, 29 500 tonnes de gaz par semaine, qui, avec 13 300 tonnes perdues aux cloches et consacrées aux fours, et 3 500 dépensés aux moteurs à gaz, en laissent 12 700 pour les chaudières qu'il faudrait, sans cela, chauffer au charbon. On arriverait ainsi à une économie d'environ 1 000 tonnes de charbon ou de 25 000 francs par semaine, 1 300 000 francs par an, au prix du charbon à Barrow. L'expérience démontrera bientôt, il faut l'espérer, le bien fondé de ces prévisions. Le charbon coûte, à Barrow, 6 fr. 90 de plus par tonne que dans les forges du Nord de l'Angleterre, considération qui justifie bien à elle seule cette installation des moteurs que nous venons de vous signaler comme des plus remarquables (1).

Je vous ai souvent entretenus des **appareils de levage et de manutention** (2), de leurs progrès incessants et de l'innombrable variété de leurs applications, notamment aux travaux de terrassements (3). Voici un nouvel exemple de ce genre d'application, remarquable à la fois par sa hardiesse et sa simplicité.

Il s'agit de la construction d'un remblai d'environ 330 mètres de long sur 24 mètres de haut, en terrain marécageux inaccessible. Comme vous le montre cette projection (fig. 1), on a pris le parti de faire ce remblai sans aller dans le terrain même qu'il doit couvrir, et ce au moyen d'un cableway, ou câble transporteur, jeté au-dessus de ce terrain et au-dessous duquel on supporte et avance une voie ferrée, qui suit le développement même du remblai, dont les terres sont apportées sur cette voie suspendue par des trains de ballasteurs.

A l'autre extrémité du cableway, celle qu'on aperçoit à gauche de la figure 2, se trouve une tour ou chevalet d'amarrage fixe, tandis que l'autre chevalet est mobile, en acier, de $7^{m},50$ sur 6 mètres à la base et de $3^{m},60$ de côté au sommet, à 21 mètres du sol, pouvant rouler et s'amarrer sur une voie de 6 mètres de large. Les deux câbles porteurs, continus d'une tour à l'autre et tendus par des mouffles du côté de la tour mobile, ont 60 millimètres de diamètre et sont écartés de $3^{m},60$. Les traverses de la voie volante sont suspendues (fig. 3) à ces câbles par des mouffles roulants reliés entre eux par des barres de fer articulées, dont les dernières sont attachées à des câbles mouflés sur le chevalet mobile. Les traverses ont 250 × 250 millimètres auprès du chevalet où les wagonnets arrivent chargés et 100 × 100 au bout de la voie, où ils sont vidés.

(1) *Times Engineering Supplement*, 12 mai 1909.
(2) *Bulletin* de mars 1908, p. 449.
(3) *Bulletin* d'octobre 1907, p. 1056.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

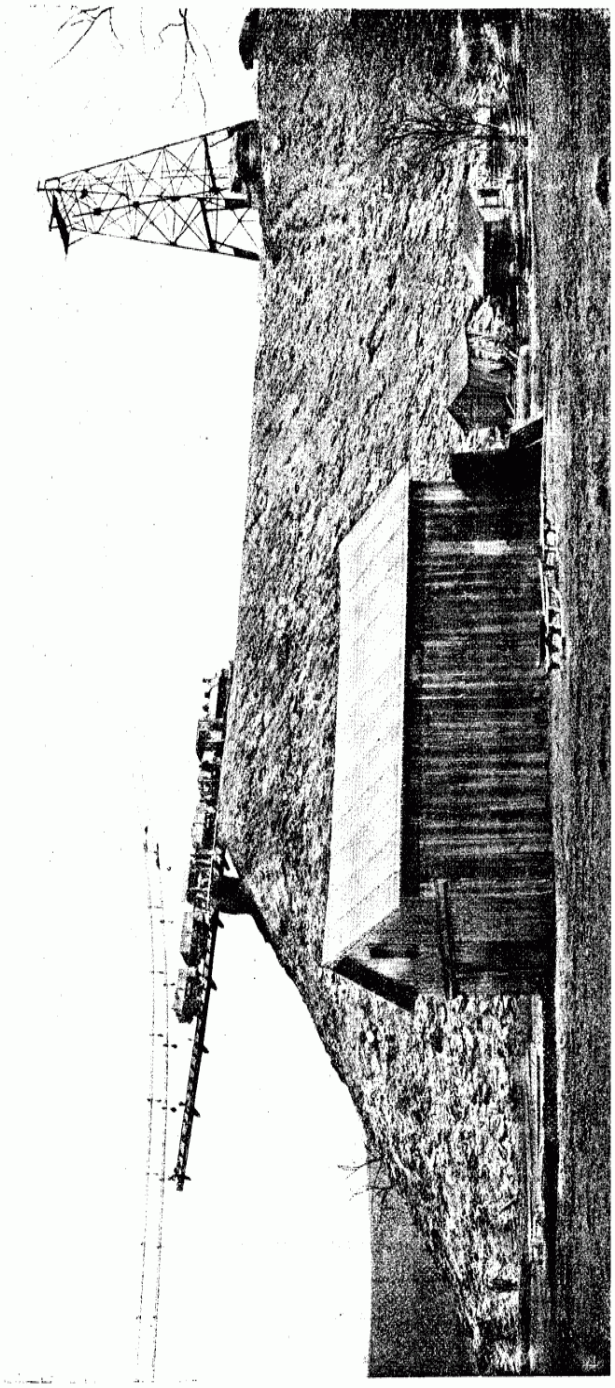


Fig. 1

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les trains, qui sont à l'origine de 10 wagonnets, diminuent à mesure que le remblai s'avance ; lorsqu'ils ne peuvent plus être qu'au nombre de quatre, parce qu'ils viennent toucher les câbles, on avance le chevalet mobile sur le nouveau remblai de manière à réavancer d'autant la voie mobile. L'écartement des rails de cette voie est de 0m,90. Dans la variante représentée en fig. 4, les moufles des traverses sont reliés entre eux par un câble directeur et les traverses sont armées à leurs extrémités, ce qui en améliore l'attache.

Ce cableway débite environ 900 mètres cubes par jour et en débiterait bien plus si les wagonnets arrivaient assez vite. Il a été établi par la Cableway et Engineering Cº de

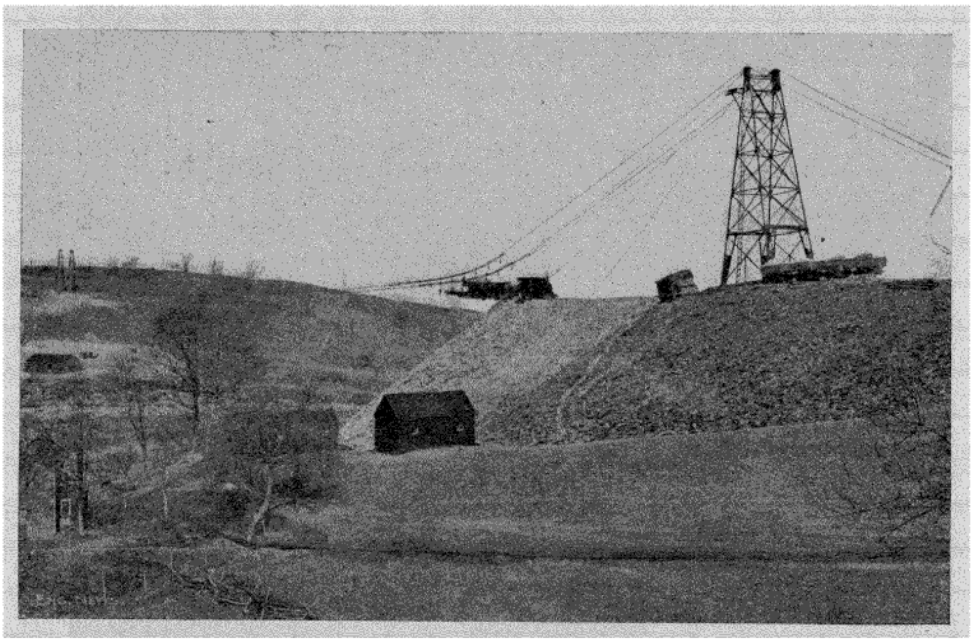


Fig. 2.

New-York. C'est un dispositif très simple peu coûteux, qui n'exige aucun moteur et qui a déjà fait ses preuves dans bien des circonstances analogues et avec des dispositifs moins perfectionnés (1).

L'utilisation des **chutes d'eau** s'étend et ne fera que s'étendre de plus en plus grâce à la possibilité de transmettre et distribuer au loin l'énergie électrique créée par leur puissance ; mais il ne faudrait pas croire que cette utilisation soit toujours à l'abri de toute surprise et même de tout danger, témoin ce qui vient d'arriver, cette année, aux chutes du Niagara. A deux reprises : en février et en avril, elles furent presque complètement gelées.

En avril surtout, du 8 au 10, il se forma, en avant des chutes, une série de véritables

(1) *Engineering News*, 22 avril 1909.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

banquises de glace montant jusqu'à 30 mètres au-dessus du niveau normal, menaçant d'emporter les culées des ponts, brisant tout ce qui n'avait pu fuir devant elles, comme vous le voyez par ces projections d'un bateau pris dans cette tourmente et d'un tramway dont on n'aperçoit plus que les poteaux renversés au-dessus de la glace. La plupart des usines hydro-électriques alimentées par les chutes durent s'arrêter en totalité ou en partie. L'une d'elles, l'Ontario Power Cº, eut sa salle des machines envahie par les glaces. Du 18 au 21 avril, le Niagara s'était transformé en un véritable glacier

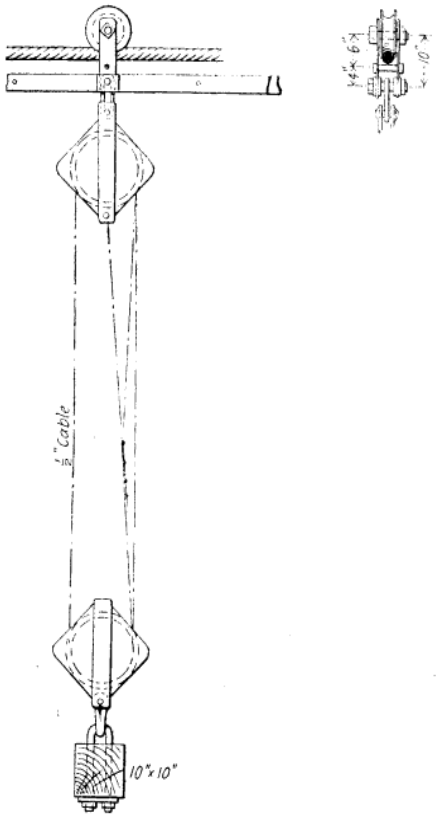


Fig. 3.

s'avançant lentement en emportant tout ce qui se trouvait sur ses rives. Le 22, on commença les essais de dégagement de la rivière par des charges de dynamite, jusqu'à 2 tonnes en 75 charges disposées en demi-cercle et allumées simultanément, comme vous le montre cette projection; on put ainsi, en trois jours, du 22 au 25, ouvrir un canal de Youngstone au pont du Niagara entre deux murailles de glace de 12 mètres de haut.

Actuellement, malgré le dégel, la rivière n'est pas encore complètement débarrassée

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et l'on ne peut encore évaluer les dégâts occasionnés par cette insurrection imprévue du Niagara (1).

Le **tantale** est aujourd'hui un métal encore rare, mais bien connu, même du grand public, par son application aux lampes à incandescence. Je n'insisterai pas ici sur ses propriétés physiques et chimiques, me bornant à vous rappeler son point de fusion très élevé, d'environ 2 300 degrés, sa ductilité qui permet de l'étirer en filaments de 3 centièmes de millimètre, et qui peuvent, grâce à sa grande ténacité, d'environ 93 kilogrammes par millimètre carré, supporter une traction de 80 grammes. Mais cette ténacité se perd rapidement par absorption de différents gaz, notamment l'azote et l'hydrogène lorsqu'on chauffe le tantale au rouge sombre. Une autre propriété moins

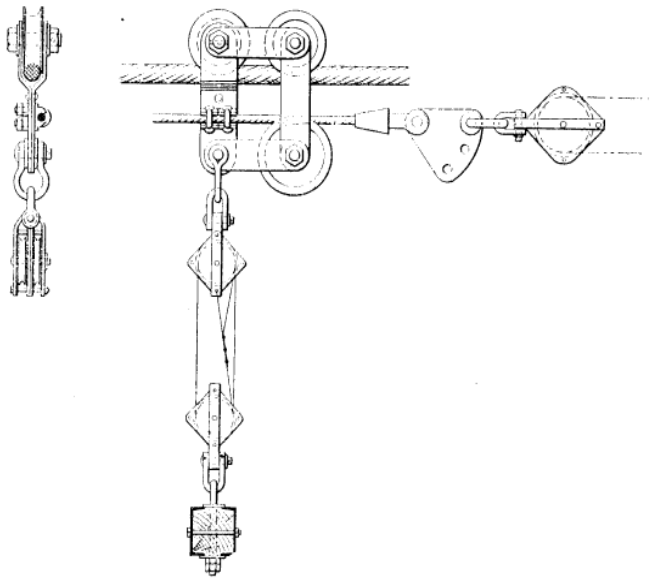


Fig. 4.

connue est celle de pouvoir servir de redresseur de courant en ne laissant passer, dans un électrolyte, le courant positif que suivant une seule direction. Lorsqu'on fait passer le courant alimentant une lampe à incandescence dans une anode de tantale, vers une cathode de platine, l'anode de tantale se recouvre très vite d'une couche d'oxyde qui arrête le courant; lorsqu'on renverse le courant, la lampe se rallume, et elle continue à brûler avec un courant alternatif.

Le tantale est inattaquable jusqu'à 300° environ par tous les acides, sauf l'acide fluorhydrique, ainsi qu'aux alcalis et à l'humidité, aussi a-t-on essayé d'en faire des plumes métalliques, mais sans succès; le tantale n'a pas résisté, comme on l'espérait, à l'essai d'usure que l'on fait ordinairement subir aux plumes d'acier. Cet essai

(1) *Engineering News*, 10 octobre 1907; *Scientific American*, 24 octobre 1908.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

consiste à charger une plume posée sur une bande de papier d'un poids de 180 grammes et à faire passer sous cette plume, à la vitesse ordinaire de l'écriture, une longueur de papier de 10 kilomètres, au bout de laquelle la plume ne doit s'être usée que de 0 milligr. 7. A l'origine, les plumes en tantale perdaient plus du double de ce poids minuscule, et on ne parvint à réduire cette perte à 0 milligr. 8 qu'en les oxydant légèrement. On en est donc encore réduit, si l'on désire une plume inoxydable, aux plumes d'or à pointes d'iridium, celles de tous les porte-plume à réservoir, qui sont parfaites, mais coûtent un peu cher, surtout si on a la mauvaise habitude de les laisser tomber à terre (1).

L'une des applications les mieux indiquées des moteurs à vapeur ou à pétrole est celle à la commande des **canots de sauvetage**, et il y a bien longtemps qu'on y pense. Dès 1890, la National Lifeboat Association anglaise a construit de ces bateaux avec machines à vapeur, puis elle a dû y renoncer; mais voici, qu'après de nombreux essais, elle vient d'adopter définitivement, il semble, les moteurs à pétrole, en commandant, pour le service de la Tamise deux bateaux à voile de 13 mètres de long sur $3^{m},60$ de large, l'un avec un moteur Blake de 40 chevaux, l'autre avec un moteur Tylos de 30 chevaux.

Les conditions à remplir par ces moteurs sont des plus difficiles. Ils doivent être complètement enfermés à l'abri de l'eau; leurs carburateurs, insensibles aux plus invraisemblables embardées, doivent fonctionner régulièrement par les plus gros temps; la marche du moteur doit être automatique et sûre, de manière que les braves sauveteurs n'aient pas à s'en préoccuper; il faut, qu'en cas de chavirement du canot, le moteur s'arrête automatiquement pour deux raisons : pour ne pas s'enfuir, dès le redressage automatique du canot, loin des matelots à la mer, et pour ne pas les blesser pendant leur embarquement plutôt difficile, par le tournoiement de son hélice; enfin la présence de ce moteur ne doit gêner en rien la manœuvre des voiles, ni compromettre la stabilité du canot.

D'après un rapport présenté le 23 mars dernier, à la National Lifeboat Inst., ces conditions seraient parfaitement remplies et les bateaux fileraient, avec moteurs et voiles, facilement 9 nœuds à l'heure. Il y a donc là un intéressant résultat à signaler à notre marine, tout en regrettant de ne pouvoir vous donner, pour le moment, plus de détails (2).

Vous savez que les lingots d'acier sont sujets à voir se produire dans leur masse, pendant leur refroidissement, des déchirures ou tapures dont l'effet est des plus fâcheux sur la résistance et l'homogénéité des produits tirés de ces aciers; vous connaissez aussi les différentes méthodes proposées ou pratiquées pour éviter ces défauts, notamment par la compression des lingots au moyen de presses d'une grande puissance. Le **Creusot** vient de breveter un nouveau moyen de parvenir à ce résultat, et qui est remarquable par l'originalité de son principe (3).

Lorsqu'un lingot d'acier se refroidit, à un point donné de son refroidissement, compris, en général, entre 250 et 350° pour les aciers usuels, ce refroidissement s'arrête, parce qu'il s'y produit, par la formation de carbures complexes, à cette température,

(1) D'après une communication de M. A. Siemens à la *Royal Institution* le 23 avril 1909.
(2) *Times Engineering Supplement*, 28 avril 1909.
(3) Brevet anglais 24244 de 1908.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

appelée point critique de refroidissement, des réactions exothermiques, c'est-à-dire dégageant de la chaleur. Et de même, si l'on chauffe un lingot, à une certaine température, variant de 650 à 729° environ, l'échauffement s'arrête parce qu'il se produit dans l'acier, à l'inverse du cas précédent, des phénomènes endothermiques.

Le brevet du Creusot est basé sur l'observation que, si l'on empêche la production de ces réactions endothermiques ou exothermiques, les tapures cessent de se

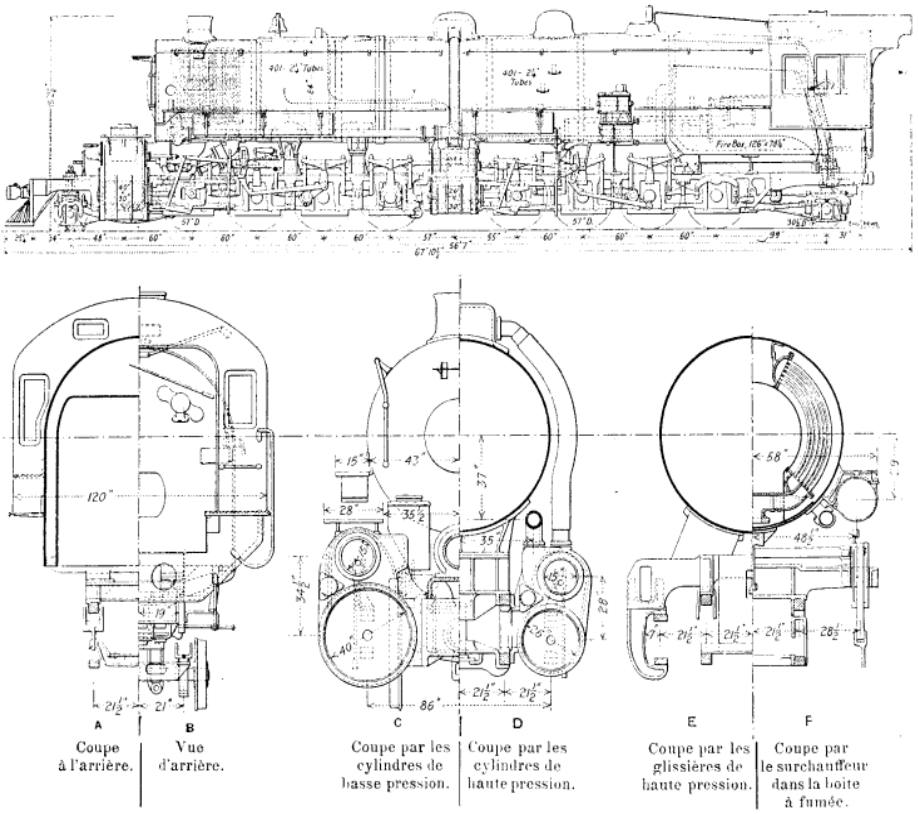


Fig. 5. — Locomotive *Mallet* du Southern Pacific.

manifester en raison de l'absence des tensions moléculaires provoquées par ces réactions, et qui sont la cause principale des tapures.

A cet effet, dans le cas d'un lingot se refroidissant, on arrête ce refroidissement par un moyen quelconque : réchauffage ou isolement, à une température supérieure à son point critique de refroidissement, mais sans que ce réchauffage atteigne jamais le point critique d'échauffement, après quoi on peut laisser le lingot se refroidir lentement ou rapidement sans crainte d'y voir se produire des tapures.

Ce brevet est de date toute récente (25 janvier 1908 en France, 11 novembre 1908 et 22 avril 1909, en Angleterre), et je ne sais si la pratique lui a déjà donné la sanction définitive; il méritait, en tout cas, de vous être signalé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Je terminerai cette causerie en vous reparlant encore une fois de *locomotives articulées* **Mallet** parce qu'on vient d'en construire une, pour le Southern Pacific, qui dépasse, en dimensions extraordinaires, le colosse de l'Erie Rr., que vous connaissez bien (1). Comme vous le voyez par cette projection (fig. 5), c'est une locomotive à 16 roues couplées de $1^m,45$, divisées en deux groupes de 8, et de $4^m,50$ d'empattement, avec un poids total de 193 tonnes, dont 180 adhérentes; des cylindres de 660 et $1^m \times 760$ de course, avec piston-valves de 380 millimètres de diamètre $\times 140$ de course; commande de changement de marche à air comprimé. Timbre de 14 kilog. Grille de 6 mètres carrés. Chauffe de $21^{m2},5$ au foyer et 460 aux 401 tubes de $6^m,10 \times 160$ millimètres. Les dispositions générales de cette machine ne diffèrent guère de celles de ce type qui vous sont déjà bien connues; mais la machine actuelle, qui détient le record du poids et de la puissance, se distingue en outre par l'emploi d'un réservoir d'alimentation de 115 mètres carrés de chauffe et d'un surchauffeur de 57 mètres carrés, et son foyer marche au pétrole. La chaudière est, vers le milieu de son corps cylindrique, coupée au droit de sa plaque tubulaire par un joint boulonné, qui permet de la diviser, pour les réparations, en deux parties relativement maniables. Ces machines sont destinées à remorquer des trains de 1 200 tonnes, non compris leur poids et celui de leur tender (272 tonnes) sur des rampes allant jusqu'à 1/45. Effort de traction, 43 tonnes.

Nomination d'un membre de la Société. — Est nommé membre de la Société d'Encouragement :

M. Giraud (Jean), ingénieur constructeur à Paris, présenté par *M. J. Garçon*.

Rapports des comités

Sont lus et approuvés les rapports suivants présentés par *M. Sauvage*, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur :

Un éclissage électro-mécanique de *M. Godfernaux;*

Un essieu coudé à flasques évidées de *M. Frémont;*

Un patin à frottement hydraulique pour chemin de fer glissant de *M. Théryc.*

Communications

Sont présentées les communications suivantes :

M. Féry, sur les *Lois du rayonnement calorifique;*

M. Fabre, sur l'*Ozonateur stérilisateur Patin*.

M. le Président remercie vivement *MM. Féry* et *Fabre* de leurs très intéressantes communications, qui seront renvoyées au Comité des *Arts économiques*.

(1) *Bulletin* de mars 1907, p. 342.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BIBLIOGRAPHIE

Levés à la planchette en haute montagne, par M. Henry Vallot, Paris, H. Barrère, 21, rue du Bac, 1909 (3 fr. 50).

Notre collègue, M. l'ingénieur Henri Vallot, nous a offert ce manuel, en complément de celui qu'il a publié il y a quatre ans sous le titre de *Manuel de topographie alpine*.

Les travaux de M. H. Vallot sont publiés dans ces belles Annales de l'Observatoire météorologique du Mont-Blanc, dont son parent, M. J. Vallot, vient de compléter généreusement notre collection. Ils sont le fruit d'une expérience acquise en exécutant, depuis de longues années, les levés dans le massif du Mont-Blanc pour cette magnifique carte au 20 000e de MM. Vallot, que tous les alpinistes souhaitent voir bientôt terminée.

Les noms de MM. Joseph et Henri Vallot sont indissolublement liés au Mont-Blanc, et par la création de l'Observatoire météorologique, et par l'exécution en annexe de la carte, etc. Il y a là une œuvre créée par l'initiative privée, œuvre qui fait honneur à la France, et qui rayonne comme un phare placé au culmen de l'Europe. M. Henri Vallot parle, dans son avant-propos, d'instructions et de notes qu'il a rédigées pour divers topographes. C'est parler trop modestement de l'heureuse influence que ses travaux exercent en plusieurs directions. J. G.

L'Amérique au travail, par M. J. F. Fraser. Paris, J. Dumoulin, 5, rue des Grands-Augustins, 1906.

Onze éditions de l'America at work ont été publiées en moins d'une année en Angleterre. Bien que les études de M. J. F. Fraser établissent plus spécialement une comparaison entre l'industrie américaine et l'industrie anglaise, elles n'en présentent pas un moindre intérêt utilitaire aux industriels des autres pays. On ne s'étonnera donc pas que la traduction française ait eu aussitôt plusieurs éditions.

M. Fraser s'est efforcé surtout de dégager les méthodes générales auxquelles il faut attribuer l'essor prodigieux qu'a pris l'industrie américaine :

« Personnellement, dit M. Fraser, j'ai admiré sans réserve ce qui était digne d'admiration et j'ai critiqué sans restriction ce qui méritait le blâme ; je crois avoir rempli mon devoir en agissant ainsi, car mon but était de montrer, non seulement ce qu'il y avait de bon à prendre en Amérique, mais aussi ce qu'il ne fallait pas imiter.

Personnellement, je ne voudrais pas habiter les États-Unis, d'abord parce que la vie y est enfiévrée et sans aucune détente intellectuelle ; ensuite parce que la seule conversation entre hommes, sauf quelques agréables exceptions, est constamment tournée vers la question d'argent, et que, réduire la vie humaine à l'unique poursuite de la fortune, c'est détruire tout ce qui est susceptible d'embellir l'existence.

Nous avons enseigné bien des choses aux Américains ; mais, depuis, nous sommes restés stationnaires alors qu'ils progressaient à pas de géant.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Résumant tout ce que j'ai observé aux États-Unis, je dirais qu'en tant que valeur individuelle, l'ouvrier anglais est supérieur à son camarade américain.

Le fait menaçant pour nous, c'est la supériorité que les chefs d'industrie des États-Unis montrent dans leur aptitude à diriger de grandes entreprises. »

Les principaux sujets traités sont: Le nouveau New-York. Les grands magasins. Les communications rapides à New-York. Comment on construit les locomotives en Amérique. Tableaux de Pittsburg. Les procédés administratifs à Washington. L'industrie commerciale à Philadelphie. La vie commerciale aux États-Unis. Le cultivateur américain. Les collèges agricoles et les stations d'expériences. Les chemins de fer et les voyages en chemin de fer. Chicago. Comment se font les affaires à Chicago. Le Nicaragua dompté. L'ouvrier américain. La fabrication mécanique des chaussures. Les exploitations houillères. La construction des machines électriques. L'industrie du tissage de la laine. L'industrie du coton.

Formulaire de l'électricien et du mécanicien, de E. Hospitalier. *Vingt-troisième édition* (1909), par Gaston Roux, expert près le Tribunal de la Seine, Directeur du Bureau de Contrôle des Installations électriques. Un volume in-16, de XVIII-1130 pages, cartonné toile, tête rouge. Masson et Cie, éditeurs (10 francs).

Est-il utile de faire l'éloge du Formulaire d'Hospitalier? Le chiffre de ses éditions est, par lui-même, assez éloquent. Il n'est pas d'ingénieur qui n'ait manié ce précieux recueil; son extraordinaire documentation, ses remarquables qualités d'ordre, de clarté et de précision l'ont fait universellement apprécier

La nouvelle édition de 1909 s'est enrichie d'un grand nombre de documents. Elle comporte en outre une division de plus : le chapitre de la production et de la canalisation de l'énergie électrique a été scindé en deux parties, de façon à pouvoir donner plus de développement à chacune d'elles et à faciliter les recherches de l'ingénieur. La 9e partie traite donc de l'étude du courant électrique; et la 10e, de la canalisation et de la distribution de l'énergie électrique.

Parmi les nouveaux documents insérés dans le *Formulaire* nous pouvons citer : des tables de densités des acides et sels employés en électrochimie ; les mesures comparatives métriques, géodésiques, topographiques, géographiques; des tables de transformation des pentes en degrés; un tableau comparatif des unités d'énergie ; les vitesses et pressions du vent; un tableau des chaleurs de formation des principales combinaisons chimiques; les conditions de fonctionnement des turbines à vapeur; les données de construction et de fonctionnement des dynamos à courant continu modernes ; l'étude complète des câbles souterrains ; des tableaux des conditions d'exploitation des principales stations centrales : les documents officiels concernant les distributions d'énergie électrique parus en 1908.

La nouvelle édition est donc tout à fait au courant des questions d'actualité et continuera comme par le passé à être le guide indispensable de l'Electricien et du Mécanicien.

Cours de droit forestier, par Charles Guyot, directeur et professeur de droit à l'École Nationale des Eaux et Forêts. Tome II. Fascicule premier : *Droit civil forestier. Forêts domaniales*. Paris, Lucien Laveur, 13, rue des Saints-Pères (10 francs).

La librairie Lucien Laveur publie le second volume du Cours de Droit forestier, dont la première partie avait paru en 1908. Ce second volume traite du droit civil forestier, dans les forêts domaniales. Il comprend huit chapitres, dont l'énumération suit :

I. — Domaine forestier de l'État (Formation de ce domaine, aliénabilité et prescriptibilité, aliénation et échange ; actions domaniales : impôts grevant les forêts).

II. — Modalités de la propriété forestière (Indivision et partage ; copropriétés ne donnant pas lieu à partage ; législation des mines dans ses applications aux forêts).

III. — Obligations légales imposées à la propriété forestière (Délimination et bornage ; distance des arbres et élagage; tranchées de protection contre l'incendie).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

IV. — Servitudes applicables aux forêts (Servitudes légales d'utilité publique, zones forestières ; servitudes légales d'utilité privée, irrigation et enclave : servitudes conventionnelles ; servitudes dites personnelles, notions générales).

V. — Usages forestiers, affectations forestières (Législation domaniale concernant les usages forestiers; caractères juridiques des droits d'usage ; modes de constitution, règles de police ; droits et obligations de l'usager et du propriétaire ; modes d'extinction ; affectation).

VI. — Gestion des forêts domaniales ; contrats usuels de cette gestion (Règles administratives, aménagements et coupes; ventes forestières, formes et effets, obligations des parties, délits d'adjudicataires, responsabilité des adjudicataires, ventes de produits façonnés ; louages et concessions).

VII. — Louage d'ouvrage, travaux forestiers (Législation du travail, applications forestières; travaux d'exploitation ; travaux d'amélioration, marché d'entreprise ; principes de comptabilité publique).

VIII. — Algérie, Tunisie et autres colonies.

On remarquera la diversité des sujets traités dans ce livre, tous également intéressants pour la pratique administrative. Si, pour les usages forestiers, l'auteur s'est borné à condenser la doctrine et la jurisprudence antérieures, le chapitre relatif à la vente contient un traité *in extenso* de ce contrat si important. Nous en dirons autant du chapitre concernant le louage d'ouvrage, dont certaines parties sont entièrement neuves, notamment celles qui se rapportent à la législation du travail et à la responsabilité des accidents.

Le même volume devait ensuite traiter des sujets identiques pour les forêts des communes et celles des particuliers. Mais l'éditeur annonce que cette partie, constituant le livre V de l'ouvrage, formera un second fascicule devant paraître dans le courant de l'année. Les projets de loi présentés au Parlement pouvant modifier considérablement la situation des particuliers propriétaires de forêts, l'auteur a préféré attendre pour la rédaction définitive de ce livre V les changements à la législation actuelle qui doivent probablement intervenir à bref délai.

L'éducation économique du peuple allemand, par M. Georges Blondel. 2e édition. Paris, L. Larose et L. Tenin, 22, rue Soufflot, 1909 (2 fr. 50).

Ce volume reproduit avec quelques additions et un certain nombre de statistiques récentes les traits essentiels de plusieurs rapports présentés au Ministre de l'Instruction publique, à la Société d'enseignement supérieur et à la Chambre de Commerce de Paris.

Les questions qui touchent à l'enseignement préoccupent aujourd'hui en Allemagne toutes les catégories de la population. Les Allemands sont profondément convaincus que dans les luttes économiques qui prennent chaque jour une plus grande place dans la vie de l'humanité, il faut, pour réussir, perfectionner sans cesse les méthodes et adapter les intelligences aux nécessités contemporaines. M. Blondel a réussi à donner une idée de l'importance que prennent les écoles industrielles et commerciales. On sait que l'Empereur a plusieurs fois témoigné de sa sollicitude à leur égard. Elles ont, depuis quelques années, jeté dans le monde un grand nombre de jeunes gens instruits et actifs et ont déjà puissamment contribué à augmenter le prestige de l'Allemagne.

L'étude des efforts que font nos voisins est très propre à suggérer à tous ceux qui se préoccupent de la réforme de l'enseignement en France de salutaires réflexions. Dans les conflits qui mettront aux prises, au cours du xxe siècle, tous les peuples du monde, qu'ils le veuillent ou non, les nations qui auront les industriels les plus instruits, les plus entreprenants, les plus capables, seront nécessairement les plus prospères et les plus fortes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

EN MAI 1909

Ve *Congrès national des Syndicats agricoles*, Périgueux, 1905. In-8 (25 × 16) de 608 p. Périgueux, Cassard Jeune, 1905. **13 659**

Augamus (E.) et Galine (L.). **Tramways et automobiles** (Bibliothèque du Conducteur des Travaux Publics). 2e éd., VIII-749, p. 378 fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1909. **13 660**

Hospitalier (E.). **Formulaire de l'électricien et du mécanicien**. 23e éd. Paris, Masson et Cie, 1909. **13 661**

Rabbeno (G.). **Sulla resistenza dei tubi a parete sottile**, premuti dall' esterno (*ex* Rivista Marittima, gennaio 1909, 8 p.).

Montessus de Ballore (Henry de). **Alfa et papier d'alfa**. In-8 (25 × 16) de 73 p., 32 fig. et 6 pl. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1909. **13 662**

Guyot (Charles). **Cours de droit forestier**, tome 2, fascicule 1. Paris, Lucien Laveur, 1909. **13 663**

International catalogue of scientific literature. Sixth annual issue. *D. Chemistry* (material received between nov. 1906 and dec. 1907).Paris, Gauthier-Villars. 1909. **Pér. 317**

Georges Duchesne. **Son œuvre scientifique**. In-8 (24 × 16) de 249 p., 65 fig. Trooz-Station J. Massart, 1909. **13 664**

Louis Coiseau. In-8 (26 × 18) de 36 p.

Stein (Henri). **Manuel de bibliographie générale**. In-8 (22 × 14) de XX-895 p. Paris, A. Picard et fils, 1898. **13 665**

Lehmbeck (Th.). **Handbuch des Automobilbaues**. In-8 (26 × 17) de XII-584 p., 533 fig., 27 tables. Berlin, Richard Carl Schmidt and C^o, 1909. **13 666**

Guéraud-De Laharpe (S.). **Les bovidés** (*ex* l'Agriculture au XXe siècle) de 279 p., 43 fig. Paris, Lucien Laveur. **13 667**

Fritsch (J.). **Les engrais** (*ex* l'Agriculture au XXe siècle), tomes I et II, Paris, Lucien Laveur. **13 668-13 669**

Renard (C^t Paul). **L'aéronautique**. In-12 (18 × 12) de 368 p., 68 fig. Paris, E. Flammarion, 1909. **13 670**

Exposition franco-britannique, Londres, 1908. — **Les Colonies françaises**. Notice publiée par le Comité national des Expositions coloniales sous la direction de M. J. L. Brunet. In-8, (21 × 14) de 487 p., 200 fig. Paris, Comité national des Expositions coloniales. **13 671**

Jacob (C^el L.). **Artillerie navale** (Encyclopédie scientifique, Toulouse). Paris, Octave Doin et Fils, 1909. **13 672-13 673**

Beltzer (Francis J.-G.). **La Chimie industrielle moderne**. Tome I. In-8 (25 × 16) de VIII-711 p., 165 fig. Paris, Société d'éditions techniques, 1909. **13 674**

Willing's Press Guide, 1909. **13 675**

Ries (Chr.). **Die elektrischen Eigenschaften und die Bedeutung des Selens für die Elektrotechnik**. In-8 (25×16) de 96 p., 52 fig. Berlin, « Der Mechaniker », 1908. **13 676**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SUNDBÄRG (GUSTAV.). **Aperçus statistiques internationaux**. In-8 (25 × 16) de XII-396 p. Stockholm, P.-A. Norstedt et fils, 1908. **13 677**

ZENNECK (J.). **Leitfaden der drahtlosen Telegraphie**. In-8 (25 × 16) de XVI-384 p., 331 fig. Stuttgart, Ferdinand Enke, 1909. **13 678**

Export-Verein für Böhmen, Mahren und Schlesien in Prag, XVII Jahresbericht 1908. In-8 (24 × 16) de 207 p. **13 679**

MASSOT (WILHELM). **Précis de l'analyse des apprêts**. Traduit de l'allemand par GUSTAVE HINARD. In-8 (22 × 14) de VII-133 p., 1 tableau. Paris, Ch. Béranger, 1909. **13 680**

HITIER (HENRI). **L'agriculture en Russie** (*ex* Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, mars 1909, 60 p., 7 fig.).

VILMORIN-ANDRIEUX ET Cie. **Supplément aux meilleurs blés**. Description et culture des principales variétés de froment d'hiver et de printemps. In-4 (33 × 25) de 58 p., XXVII planches. Paris, Vilmorin-Andrieux et Cie. **13 681**

DUNBAR. **Principles of sewage treatment**. Tr. by H. T. Calvert. In-8 (23 × 15) de XXIII-271 p., 147 ill. London, Ch. Griffin and Co, 1908. **13 682**

PREMIER CONGRÈS INTERNATIONAL DE LA ROUTE, Paris, 1908. **Compte rendu des travaux du Congrès**. Paris, Lahure, 1909. **13 683**

BELLOM MAURICE. **La mission sociale des élèves des Écoles techniques** à l'étranger et en France, avec un programme d'action. In-12 (18 × 12) de II-387 p. Paris, L. Larose et L. Tenin, 1908. **13 684**

Mémoires publiés par la SOCIÉTÉ NATIONALE D'AGRICULTURE DE FRANCE, tome CXLII. **Pér. 210**

BLONDEL (GEORGES). **L'essor industriel et commercial du peuple allemand**, 2e éd. In-11 (18 × 12) de VIII-404 p. Paris, L. Larose, 1899. **13 686**

GUILLET (LÉON). Traitements thermiques des produits métallurgiques. **Trempe, recuit, revenu.** In-8 (25 × 16) de IX-631, p., 176 fig., XXXVII planches. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1909. **13 687**

FRASER (J.-F.). **L'Amérique au travail**. Traduit par M. Saville. In-8 (20 × 14) de X-258 p., 38 photogravures. Paris, J. Dumoulin, 1906. **13 685**

SOUBEIRAN (MAX). **Études sur les écoles pratiques de commerce et d'industrie en France.** In-12 (16 × 12) de 264 p., 1 planche, Paris, Nony et Cie, 1900. **13 688**

LOTTE (E.) **Notions sur les machines à vapeur**, à l'usage des candidats à l'emploi de matelot élève-mécanicien. In-8 (22 × 14) de VIII-213 p., 152 fig. Paris, Vuibert et Nony, 1909. **13 689**

BLONDEL (GEORGES). **L'éducation économique du peuple allemand.** 2e éd. In-12 (18 × 12) de XXIV-156 p. Paris, L. Larose et L. Tenin, 1909. **13 690**

BOREAU (SIMON). **Estimation de récoltes sur pied**, suivie des expertises pour dégâts occasionnés par la grêle et les destructeurs de toute espèce. In-12 (18 × 12) de 16 p. Paris, Nony et Cie.

PELET-JOLIVET (L.). **Études théoriques sur les phénomènes de teinture** (*ex* Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences naturelles, mars 1909, 80 p.).

Twenty-second annual report of the Commissioner of labor, 1907. Labor laws of the United States with decisions of courts relatings thereto. Washington, Government printing office, 1908. **Pér. 35**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LITTÉRATURE

DES

PÉRIODIQUES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE DE LA SOCIÉTÉ

Du 15 Avril au 15 Mai 1909

DÉSIGNATIONS ABRÉGÉES DES PUBLICATIONS CITÉES

Ac. . . . Annales de la Construction.
ACE . . . American Society of civil Engineers.
ACP . . . Annales de Chimie et de Physique.
AIM. . . . American Institute of Mining Engineers.
AM. . . . Annales des Mines.
AMa . . . American Machinist.
Ap. . . . Journal d'Agriculture pratique.
APC. . . . Annales des Ponts et Chaussées.
Bam. . . . Bulletin technologique des anciens élèves des Écoles des arts et métiers.
BCC. . . . Bulletin du Congrès international des chemins de fer.
CN. . . . Chemical News (London).
Cs. . . . . Journal of the Society of Chemical Industry (London).
CR. . . . Comptes rendus de l'Académie des Sciences.
E. . . . . Engineering.
E' . . . . The Engineer.
Eam. . . . Engineering and Mining Journal.
Elé. . . . L'Électricien.
Ef. . . . . Économiste français.
EM. . . . Engineering Magazine.
Fi . . . . Journal of the Franklin Institute (Philadelphie).
Gc. . . . . Génie civil.
IC. . . . . Ingénieurs civils de France (Bulletin).
Ie. . . . . Industrie électrique.
Im . . . . Industrie minérale de St-Étienne.
It. . . . . Industrie textile.
IoB. . . . Institution of Brewing (Journal).
LE . . . . Lumière électrique.
Ms. . . . . Moniteur scientifique.
MC. . . . Revue générale des matières colorantes.
PC. . . . Journal de Pharmacie et de Chimie.
Pm. . . . Portefeuille économ. des machines.
RCp . . . Revue générale de chimie pure et appliquée.
RdM. . . . Revue de métallurgie.
Rgc. . . . Revue générale des chemins de fer et tramways.
Ré . . . Revue électrique.
Ri . . . . Revue industrielle.
RM. . . . Revue de mécanique
Rmc. . . . Revue maritime et coloniale
Rso. . . . Réforme sociale.
RSL. . . . Royal Society London (Proceedings).
Ru. . . . . Revue universelle des mines et de la métallurgie.
SA. . . . . Society of Arts (Journal of the).
ScF. . . . Société chimique de France (Bull.).
Sie. . . . . Société internationale des Électriciens (Bulletin).
SiM. . . . Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse.
SL. . . . . Bull. de statistique et de législation.
SNA. . . . Société nationale d'Agriculture de France (Bulletin).
StE. . . . Stahl und Eisen.
Ta . . . . Technique automobile.
Tm. . . . . Technique moderne.
Va. . . . . La Vie automobile.
VDI. . . . Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure.
ZaC. . . . Zeitschrift für angewandte Chemie
ZOI. . . . Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieure und Architekten-Vereins.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

AGRICULTURE

Accidents agricoles de la mutualité (Labergerie). *Ap.*, 23 *Avril*, 526.

Abattoirs coopératifs. *SNA. Mars*, 195.

Bétail. Plan d'alimentation d'une étable Grandeau et Sagnier). *Ap.* 29 *Avril*, 525.

— Mouton (Crise du). *SNA. Mars*, 248.

— Alimentation. Tables de composition des aliments, leur usage pour le calcal des rations (Grandeau). *Ap.* 6 *Mai* 355.

Blés à grands rendements. Valeur boulangère. Expériences de M. Martin (Schribaux). *Ap.* 22 *Avril*, 502.

Boulangeries rurales et pétrins mécaniques (Céris). *Ap.* 13 *Mai*, 596.

— Énergie nécessaire au pétrissage mécanique (Ringelmann). *CR.* 10 *Mai*, 1277.

Beurre. Production en Normandie (Galiot). *Ap. Mai*, 601.

Chili main-d'œuvre agricole au) Coignard). *Ap.* 22 *Avril*, 494.

Cidres (Composition (Barker et Russell . *Cs.* 15 *Mai*, 487.

Craonnais (le) (A. Dumarck). *Ap.* 22 *Avril*, 483; 6 *Mai*, 566.

Engrais. Non-diffusion du nitrate de soude

— dans les sols. Conséquences. (Demilon). *Ap.* 6 *Mai*, 537.

— Recherches bactériologiques. *Cs.* 15 *Mai*. 485.

— Emploi rationnel des superphosphates (Dumont). *CR.* 3 *Mai*, 1205.

Epicea. Sa culture. *SNA. Mars*, 207, 233.

Fromage de Camembert (le) (Dox). *Cs.* 30 *Avril* 436.

Froment. Société américaine des produits du (Wagner). *Cs.* 15 *Avril*, 343.

Lait. Recherche du mouillage sur les laits altérés (Kluig et Roy). *CR.* 19 *Avril*, 1050.

— diastases du (Bordas et Touplain). *CR.* 19 *Avril*, 1057.

— Laiteries coopératives des Charentes (Hitier). *SNA. Mars*, 241.

Lilas. Taille des (Bellair). *Ap.* 22 *Avril*, 496.

Machines au concours agricole de 1909 (Pillaud). *Tm. Avril, Mai*, 191, 240 (Coupan). *Gc.* 8 *Mai*, 28.

Orge. Influence du milieu sur sa composition (Shutt). *Cs.* 15 *Avril*, 336.

Sériciculture (primes à la) et fluctuation du prix des soies (Zolla). *Ap.* 13 *Mai*,589.

Sauves, destruction par le sulfate de fer (Hitier). *Ap.* 13 *Mai*. 588.

Tourteaux de lin, moyen pratique d'en apprécier la pureté (Collio). *PC.* 16 *Avril*, 369.

Repiquage des végétaux. Expériences (Crochetelle et Petit). *Ap.* 13 *Mai*, 591.

CHEMINS DE FER

Chasse-neige à vapeur de l'Orléans. *Rgc. Mai*, 320.

Chemins de fer de l'Australie du Sud et de l'Ouest. *E.* 16-23 *Avril*, 532, 563.

— du Chili. *Rgc. Avril*, 287.

— des États-Unis en 1906. *Rgc. Mai*, 351.

— — Express Companies des (*id.*), 368.

— de l'Inde. *E'.* 23 *Avril*, 411.

— trafic de Londres. *Rgc. Avril*, 293.

— de Kingsbury-Water Orton. *E'.* 7 *Mai*. 480.

— français (Démocratisation de la vitesse et déclassement des voyageurs sur les). *Rgc. Mai*, 359.

— du Queensland. *E.* 30 *Avril*, 599

— d'Arica-La Paz, Pérou. *E'.* 30 *Avril*, 444.

— d'intérêt local dans l'Inde. E'. 30 *Avril*, 441.

— départementaux du Cher (Mayer). *APC. Janv.*, 21.

— Métropolitain de Paris (Godfernaux). *Rgc. Avril*, 231. Ligne nº 5. *Ac. Mai*, 66.

Électriques. État actuel. *E.* 7 *Mai*. 637. *E'.* 14 *Mai*, 504.

— Chemins de l'État. Italiens. *E'.* 16 *Avril*, 385.

— Pittsburg Harmony. *Rgc. Avril*, 297.

— du Simplon (Locomotive) (Thornann et Schnetzler). *VDI.* 17 *Avril*, 607; 1 *Mai*, 704.

— Funiculaire du Wetterhorn. *Rgc. Mai*, 370.

— Alternateurs monophasés de traction Oerlikon. *Elé.* 17 *Avril*, 241; 1er *Mai*, 277. *AEG.* (*id.*).

— et à vapeur, comparaison (Aspinall). *E.* 30 *Avril*, 609; 7 *Mai*, 646.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chemins de fer électriques. New-York-New Haven-Hartford. *Re.* 30 *Avril*, 304.
— Traction par courant continu à intensité constante (Bourdal). *SiL. Avril*, 233.
— monophasé aux États-Unis. *Re.* 15 *Mai*, 340.
Freins pour trains de marchandises; programme d'essais (Huberti et Doyen). *BCC. Avril*, 299.
Gare du Midland à Nottingham. *E'* 30 *Avril*, 446.
Hypermétropie chez les agents de chemins de fer (von Reuss). *BCC. Avril*, 368.
Locomotives (Rendement des). *E'.* 16 *Avril*, 398.
— Construction aux États-Unis, en France et en Allemagne. Condition de la (Bloch). *Rgc. Avril*, 231.
— Répartition des cylindres. *Rgc. Avril*, 302.
— Compound à surchauffe. État autrichien. *Rgc. Mai*, 377.
— Express 4 couplées du North Eastern. *E'.* 23 *Avril*, 420.
— État prussien *VDI.* 24 *Avril*, 641; 8 *Mai*, 725.
— 6 couplées, 4 cylindres de l'Orléans. *E.* 30 *Avril*, 588.
— Foyer Wood. *E.* 7 *Mai*, 631.
— Suspension des (Jahn). *VDI.* 17 *Avril*, 621.
Oscillations de lacet des véhicules (Marié). *AM. Janv.*, 38.
Rails. Appareil Wertenegg pour en déterminer l'usure. *BCC. Avril*, 377.
Signaux. (Enclanchement des) et des aiguilles (Moutier). *IC. Fév.*, 223.
— Enclanchements des aiguilles et signaux dans les cabines. Recherche et réalisation (Moutier). *Rgc. Mai*, 329.
Voie, tracé en courbes (Weikard). *BCC. Avril*, 361.
— Raccordement des courbes aux alignements (Collot). *Rgc. Mai*, 307.
Wagons (Bogies de) à longerons en acier moulé. *Gc.* 1er *Mai*, 13.

TRANSPORTS DIVERS

Automobiles. Autobus. Résultats d'exploitation (Mauclère Otto). *BCC. Avril*, 311, 354.
Automobiles. Poids lourds. Problèmes à résoudre (Holden). *E.* 30 *Avril*, 607; 7 *Mai*, 644.
— électriques, leur décadence. *Va.* 17 *Avril*, 247.
— *à pétrole*. Barilaire. *Va.* 24 *Avril*, 265.
— Renault. *Va.* 1er, 8 *Mai*, 283, 298.
— Manivelle anti-retour le Clech. *Va.* 15 *Mai*, 317.
— Moteur rayonnant Gnome. *Va.* 17 *Avril*, 249.
— — Équilibrage des moteurs à 3 cylindres (Gaster). *Ta.* 15 *Avril*, 60, 15 *Mai*, 72.
— — Réglage des — Lutz. *VDI.* 17 *Avril*, 615.
— — Usinage des cylindres (Monier). *Ta.* 15 *Mai*, 69.
— — Résultats pratiques pour la construction des moteurs d'automobiles (Gerster). *Ta.* 15 *Mai*, 73.
— Changement de vitesse (Girardault et Bethenod). *Gc.* 17 *Avril*, 429.
— Indicateurs de débit d'essence. *Ta.* 15 *Mai*, 65.
— Roues élastiques. Pauflex. *E.* 16 *Avril*, 537.
Tramways anglais en 1907. *Rgc. Mai*, 367.
— électriques de New-York. Reconstruction de la voie. *Rgc. Avril*, 299.
— de Londres. *E'.* 14 *Mai*, 594.
— graissage des coussinets et engrenages (Julius). *LE.* 24 *Avril*, 125.

CHIMIE ET PHYSIQUE

Acides. Iodique pur. Préparation (Guichard). *CR.* 5 *Avril*, 923.
— campholique. Préparation (Guerbet). *ScF. Mai*, 420.
Alcool. Fabrication par les substances cellulosifères (Koermer). *MS. Mai*, 326.
Amidon. Propriétés colloïdales en rapport avec sa constitution atomique (Fouard). *ScF.* 20 *Avril*, 381.
Beurres et margarines. Leur cryoscopie (Paillet). *ScF.* 5 *Mai*, 425.
Bois. Distillation à la vapeur surchauffée (Buttner et Wiseclius). *Cs.* 30 *Avril*, 417.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Bornéol. Action de la potasse caustique (Guerbert). *ScF.* 5 *Mai*, 413.

Bakelite. Synthèse. Constitution et emplois. *CN.* 23-30 *Avril*, 200, 213; 7 *Mai*, 417, 220.

Bouteilles d'acide carbonique. Fabrication Erhardt. *RdM. Avril*, 260.

Brasserie. Divers. *Cs.* 15-30 *Avril*, 376, 434.

— Influence de la réaction du milieu sur l'activité des maltoses du maïs (Huerre). *CR.* 26 *Avril*, 1121.

— Tannin de houblon Chapman. *IoB. Avril*, 360.

— Bières domestiques (Grant). (*id.*), 376.

— Condition et mousse de la bière (Berry). (*id.*), 391.

Brome. Sa découverte (Chattaway). *CN.* 30 *Avril*, 205.

Caféine. Son dosage dans le café (Lendrich). *Cs.* 15 *Avril*, 378.

Calculs de physique et de chimie : leur réforme (Hannsen). *CN.* 14 *Mai*, 229.

Carbure de calcium (Fabrication du). *E.* 16-23 *Avril*, 522, 546; 7 *Mai*, 617.

Carbonates, acides de calcium et de barium. Préparation et composition (Keiser et Leavitt). *CN.* 30 *Avril*, 209; 7 *Mai*, 219.

Catalyse. Actions catalytiques par les enzimes (Acrée). *MS. Mai*, 333.

Céruse. Procédés Rowley et danois. *Cs.* 30 *Avril*, 403.

— Céruse sublimée (Hughes). (*id.*), 405.

Cellulose comme polysaccharide (Briggs). *Cs.* 15 *Avril*, 340.

— Nitration graduelle et dénitration par les mélanges d'acides sulfurique et azotique (Bell et Hake). *MS. Mai*, 349. *Cs.* 15 *Mai*, 457.

Céramique. Solubilité des oxydes métalliques dans les couvertes (Ramoden). *Cs.* 15 *Mai*, 474.

— Glaçures pour grès sans plomb. *Sprechsaal*, 13 *Mai*, 284.

Charbons. Action de l'air. Pouvoir cokéfiant. Produits de leur oxydation (Boudouard). *ScF.* 20 *Avril*, 345-380.

Chaux et Ciments. Mélangeur Mehr. *E.* 16 *Avril*, 528.

— Divers. *Cs.* 15-30 *Avril*, 366, 425.

— Fours rotatifs à Tscheschkowitz. *Le Ciment. Avril*, 65.

Chaux et Ciments. Ciment au coke. Ses dangers. *E.* 30 *Avril*, 604.

— Essais de résistance du ciment Portland (Martens). *VDI.* 1er *Mai*, 694.

— Finesse de mouture du ciment Portland. *Le Ciment. Avril*, 63.

Cæsium (Sous-oxydes de) (Rengade). *CR.* 3 *Mai*, 1199.

Colloïdes. Propriétés physico-chimiques des micelles (Malfitano). *CR.* 19 *Avril*, 1045.

Combinaisons complexes. Étude chimique, 407. — et magnétique (Pascal). *ACP. Avril*, 520.

Combustibles gazeux industriels. Pouvoir calorifique (Bourrey). *Tm. Mai*, 224.

Coordination. Théorie de Werner et son importance pour la chimie minérale (Schwartz). *MS. Mai*, 289.

Corrosion des aciers (Crowe). *E.* 23 *Avril*, 430.

— Influence du soufre (H. Porter). *Cs.* 15 *Avril*, 339.

— Préservation du fer et de l'acier (Walker). *EM. Mai*, 198.

— Essais de peintures protectrices (C. Smith). *E.* 14 *Mai*, 660.

Décapage (Le) (Lecoq). *RdM. Avril*, 302.

Diffusion des liquides (Figures de) (Leduc). *La Nature*, 8 *Mai*, 355.

Distillerie. Utilisation des sous-produits. *E.* 16 *Avril*, 531.

Diamant. Transformation en coke par les rayons cathodiques dans le vide (Swinton). *RSo.* 6 *Mai*, 176.

Chaleurs spécifiques de l'air et de l'acide carbonique à la pression atmosphérique (Swann). *RSo.* 6 *Mai*, 147.

Égouts. Four Horsfall pour la destruction des ordures ménagères. *Re.* 15 *Avril*, 249.

Eaux thermales d'Uriage. Composition des dépôts (Massol). *ScF.* 5 *Mai*, 404.

Émaillage des objets en fer : recuit et décapage préalables. *RdM. Avril*, 254.

Énergie potentielle des éléments (Rankin). *CN.* 23 *Avril*, 295.

Essences et parfums. Divers. *Cs.* 15-30 *Avril*, 381, 439.

Évaporation des dissolutions aqueuses (Vaillant). *CR.* 26 *Avril*, 1099.

Explosifs. Fulmi-coton et nitroglycérines. Perfectionnement dans la fabrication

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et les applications (Nathan). *Cs.* 30 *Avril*, 443.

Ferments solubles ou diastases (G. Bertrand). *Revue scientifique.* 15 *Mai*, 609.

Galvanisation. Procédé Sherard. *RdM. Avril*, 258; *Cs.* 20 *Avril*, 399.

Gaz d'éclairage. Gazogène à combustion horizontale pour four à cornues Parsy. *Gc.* 24 *Avril*, 441.

— Allumage électrique des becs. *J. F. Gasb.* 24 *Avril*, 367.

— Nouveaux éclairages à Berlin (*id.*), 1er *Mai*, 385.

— Gaz à l'eau. Brevet Dellwick (*id.*), 24 *Avril*, 370.

Gaz. Constantes physiques de quelques gaz (Guye). *ScF.* 20 *Avril*, 339.

— Coefficients de dilatation (Leduc). *CR.* 3 *Mai*, 1173.

Glycérine. Nouvelles réactions (Denigès). *ScF.* 5 *Mai*, 421.

Iode. Sa découverte (Chattaway). *CN.* 23 *Avril*, 193.

Iridisulfates ammoniacaux (Delépine). *ScF.* 20 *Avril*, 359.

Laboratoire. Tubes de quartz. Emploi pour la détermination directe du carbone dans l'acier (Blount et Lévy). *Cs.* 15 *Avril*, 384.

— Filtre métallique à interstices réguliers et variables, réductibles aux dimensions ultra-microscopiques (Gobbi). *CR.* 26 *Avril*, 1126.

— Machine à polir pour la métallographie. *RdM. Mai*, 283.

— Creuset Munroe. *CN.* 14 *Mai*, 229.

— Analyse commerciale du caoutchouc manufacturé (Pontio). *ScF.* 5 *Mai*, 428.

— Dosage de l'azote dans la fonte et l'acier (Petren et Grabe). *RdM. Avril*, 208.

— — de l'acide tartrique, total dans les produits tartriques (Carles). *PC.* 16 *Avril*, 381.

— — du tellure (Gubtier et Flory). *CN.* 7 *Mai*, 217.

— — du thallium dans les dissolutions alcalines par le ferrocyanure de potassium (Browning et Palmer). *American Journal of Science. Mai*, 379.

Optique. Appareil simple de micrographie (Revol). *RdM. Avril*, 442.

— Étalon de lumière blanche. Application du calorimètre Ives à l'analyse des sources lumineuses (Bainville). *Elé. Avril*, 253.

— Actions chimiques de la lumière (Ciamician et Silber). *ACP. Avril*, 474.

— Polarisation par diffusion latérale (Meslin). *CR.* 26 *Avril*, 1095.

— Spectrohéliographe. Solution générale (Deslandres). *CR.* 13 *Avril*, 968.

— Longueurs d'onde des raies dans le spectre secondaire de l'hydrogène (Watson). *RsL.* 6 *Mai*, 189.

— Amplificateur microscopique divergent (Berget). *CR.* 26 *Avril*, 1097.

— Élargissement dissymétrique des raies du spectre de l'arc (Fary et Buisson). *CR.* 10 *Mai*, 1240.

— Palais des mirages au musée Grévin. *La Nature.* 17 *Avril*, 312.

Osmose. Son interprétation physique actuelle (Callendar). *CN.* 23 *Avril*, 196.

Or et tellure. Point de fusion des mélanges (Pelabon). *CR.* 3 *Mai*, 1176.

Papier. Divers. *Cs.* 15-30 *Avril*, 380, 438.

— Amidon de tapioca et de palmes pour la fabrication du papier. *Cs.* 30 *Avril*, 438.

Pétrole de Bornéo. Composition. *MS. Mai*, 335.

— Fractionnement du pétrole brut par diffusion capillaire (Gilpin et Cram). *MS. Mai*, 336.

Phosphure de calcium amorphe. Fabrication (Munroe). *Cs.* 15 *Avril*, 364.

Photographie. Tirage des dessins à la lumière électrique. *Tm. Avril*, 205.

— aérienne et applications militaires (Philip). *La Nature.* 15 *Mai*, 376.

Platine. Point de fusion (Waidner et Burgess). *CR.* 3 *Mai*, 1177.

Pressions intermoléculaires des fluides et la loi de l'attraction intermoléculaire (Amagat). *CR.* 3 *Mai*, 1135.

Poids atomiques. Vraie valeur (Dubreuil). *ScF.* 20 *Avril*, 348.

Pompe à mercure Klein. *CR.* 3 *Mai*, 1181.

Présure (La) (Effront). *MS. Mai*, 305.

Pyromètre à spirale Fery. *E.* 14 *Mai*, 663.

Radio-activité. Action chimique des éma-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nations du radium sur l'eau (Kernbaum). *CN.* 30 *Avril*, 209.

Radio-activité. Expulsion de matière radio-active dans les transformations du radium (Russ et Makower). *RSL.* 6 *Mai*, 205.

— Fuite de l'hélium des matériaux radio-actifs (Strutt). *RSL.* 6 *Mai*, 166.

— Influence du radium sur la vitesse de cristallisation (Freschauer). *CR.* 10 *Mai*, 1251.

— Émanation du radium (Debierne). *CR* 10 *Mai*, 1264.

Rayonnement. Emploi d'un récepteur sélectif pour la mesure de l'énergie rayonnante (Fery). *CR.* 19 *Avril*, 1043.

Résines et vernis. Dosage de la résine Dammar dans la résine de Kauri (Stewart). *Cs.* 15 *Avril*, 348.

— Divers. *Cs.* 15-30 *Avril*, 373, 430, 15 *Mai*, 490.

Savons neutres de potasse et pommades de savons (Vicario). *PC.* 1er *Mai*, 428.

Séchoirs spéciaux pour l'Inde. *Cs.* 30 *Avril*, 415.

Sels de potasse. Gisement de Stassfurth (Emslie). *Cs.* 20 *Avril*, 393.

Soies artificielles et industries cellulosiques (Beltzer). *Tm. Avril, Mai*, 181, 230.

Soufre (Attaque des métaux par le). Conditions nécessaires aux réactions directes et sens du courant électrique produit (Colson). *CR.* 3 *Mai*, 1183.

Sulfate cuprosoammoniaque (Bourat). *ScF.* 20 *Avril*, 355.

— cuivreux (Recoura). *RC.* 26 *Avril*, 1105.

Tannage. Exactitude du procédé de détanisation de l'Association internationale des chimistes de tannerie (Procter). *Cs.* 15 *Avril*, 351.

— Utilisation du Quebracho. *Cs.* 30 *Avril*, 408.

Tantale (Le) (Siemens). *E.* 30 *Avril*, 601.

Teinture. Indigo. Produits d'indigo du Nord du Niger (Perkin). *Cs.* 15 *Avril*, 353.

— Divers. *Cs.* 15-30 *Avril*, 360, 420; 15 *Mai*, 468, 470; *MC.* 1er *Mai*, 1321.

— Utilisation dans l'industrie de la teinture, de la vapeur ayant déjà servi dans un moteur (Blondel). *MC.* 1er *Mai*, 122.

— Coloration artificielle des fleurs (Duchaussoy). *MC.* 1er *Mai*, 126.

Teinture. Colorants azoïques et polyzaoïques. *MC.* 1er *Mai*, 141.

— Conductibilité électrique de certains bains (Vignes). *ScM. Mars*, 133. Dérivés des safranines. Formation des colorants de la série indulique (Grassmann) (*id.*), 84, 89. Réserve blanche au prussiate rouge sous couleurs d'indanthrène (Raczkowski). (*id.*), 91. Propriétés tinctoriales de l'acide picrique (Vignes) (*id.*), 139.

— Impressions en couleur avec enlevages sur tissus en mi-laine (Osterretzer). *MC.* 1er *Mai*, 142.

— Impressions sur papier en bronze, or ou argent (Chambon). (*id.*).

— Influence de l'état colloïdal sur la teinture (Vignon). *CR.* 3 *Mai*, 1195.

Thorium. Combinaison de son chlorure avec les chlorures alcalins (Chauvenet). *CR.* 10 *Mai*, 1267.

Thermo-Endosmose (Aubert). *CR.* 10 *Mai*, 1254.

Titane. Chaleur de formation du bioxyde (Mixter). *American Journal of Science*, *Mai*, 393.

Verre dans l'antiquité (Huckel). *La Nature.* 8 *Mai*, 360. Durée des fours de verrerie. *Spreeshall*, 29 *Avril*, 253. Fabrication de la laine de verre *id.*, 6 *Mai*, 273.

COMMERCE, ÉCONOMIE POLITIQUE

Allemagne. Budget de 1909. Monnayage. Commerce extérieur en 1908. *SL. Mars*, 366, 371, 374.

— Sa métallurgie. *Ef.* 24 *Avril*, 601.

— La Reichsbank et les établissements de crédit. *Ef.* 8 *Mai*, 679.

Amélioration des conditions sociales du personnel de la fabrique Rowutree, à New-York (Dolfus). *ScM. Mars*, 110.

Angleterre. Monnayage. Opérations du Clearing-house de Londres depuis 1871. Taxes successorales, 1897-1898 à 1907-1908. *SL. Mars*, 378, 379, 380.

Apprentis. Éducation des apprentis menuisiers. *E'.* 16 *Avril*, 399.

— Apprentissage par l'école et par l'atelier (Labbé). *Tm. Avril*, 189.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Apprentis. Congrès de l'apprentissage. *Ri.* 17 *Avril*, 157. *Gc.* 1er *Mai*, 13.
Afrique du Sud. Routes vers l' (Murray). *SA.* 30 *Avril*, 469.
Andes péruviennes et Amazone. Leurs ressources (Enock). *SA.* 30 *Avril*, 479.
Assurance et pension des employés en Autriche. *E.* 30 *Avril*, 587.
— Contre le chômage. Assurances obligatoires en Suisse (Galliard). *Rso.* 1er *Mai*, 567.
Caoutchouc. Perspectives du marché. *Ef.* 1er *Mai*, 642.
Ceylan. Industries et progrès matériels (Fergusson). *SA.* 23 *Avril*, 447.
Communisme libertaire (le). (Clément) *Rso.* 1er *Mai*, 549.
Comptabilité. Techniciens de la. (Bellow) *Tm.* *Avril*, 184.
Danemark. Régime du sucre. *SL. Mars*, 389.
Droit au travail (le). *E.* 16 *Avril*, 529.
Employés (les). Brants. *Rso.* 16 *Mai*, 613.
Enseignement secondaire. Régime futur (Coissac). *Rso.* 1er-16 *Mai*, 555, 628.
Espagne (Banque d') en 1908. *Ef.* 1er *Mai*, 644.
— Commerce extérieur. *Ef.* 15 *Mai*, 724.
États-Unis. Nouveau tarif douanier. *Ef.* 17 *Avril*, 561.
— Rapport du secrétaire du Trésor. *SL. Mars*, 397.
— Développement de l'ouest Canadien. *Ef.* 8 *Mai*, 681.
— La famille aux États-Unis. *Rso.* 16 *Mai*, 668.
France. Impôt sur le revenu et impositions communales. *Ef.* 17 *Avril*, 557.
— Bilan des budgets depuis 1871. *Ef.* 1er *Mai*, 637.
— Banque de France. Opérations en 1908. *Ef.* 17 *Avril*, 565.
— Contributions indirectes en 1908. Recettes des théâtres et spectacles de Paris en 1908. Commerce extérieur. *SL. Mars*, 312, 352, 362.
— Budget des communes *Ef.* 24 *Avril*, 597.
— Chômage en 1908. Ses palliatifs. *Ef.* 24 *Avril*, 601.
— Loi sur les partages d'ascendants. Projet (de Castelnau). *Rso.* 1er *Mai*, 588.
— Successions et donations depuis 1871. *Ef.* 8 *Mai*, 677.
France. Grève des postiers. *Ef.* 15 *Mai*, 717.
— Prix des terrains à Paris depuis 1860. *Ef.* 15 *Mai*, 721.
— Naturalisation en France en 1908. (*id.*) 726.
Inde britannique et native States. Charbons de l'Hindoustan et de la Birmanie. *Ef.* 15 *Mai*, 723.
— Main-d'œuvre dans l'Inde (Fremantle). *SA.* 14 *Mai*, 510.
Italie. Recettes budgétaires, 1897-98, 1909-10. Impôt sur le revenu. Commerce extérieur en 1908. *SL.* 390, 392, 394.
Lingerie. Industrie de la — en province. *Ef.* 8 *Mai*, 685.
Logement des familles nombreuses à faible salaire (Cheysson). *Rso.* 16 *Avril*, 487.
Ouvrier polonais. Vie de famille et budget. *Rso. Avril*, 506.
Petits métiers. Question des. *Ef.* 1er *Mai*, 640.
Suisse. Commerce en 1908. Chemins de fer secondaires. *Ef.* 17 *Avril*, 562.
Sweeting System. *Ef.* 17 *Avril*, 559.
Travail au point de vue ouvrier et au point de vue patronal. *Rso.* 17 *Avril*, 516.

CONSTRUCTIONS ET TRAVAUX PUBLICS

Chauffage et Ventilation d'un hôtel. *Ri. Avril*, 168.
— par l'eau chaude à basse pression. Calcul. (*id.*), 170, 8 *Mai*, 188.
— Calorifère à registres multiples. *Ri.* 8 *Mai*, 291.
— Rafraîchissement des locaux industriel- par évaporation d'eau (Papin). *Gc.* 1er *Mai*, 5.
— Ventilation de la salle publique d'une banque. *Ri.* 8 *Mai*, 189.
Ciment armé. Toit type Kahn en — de la National Gallery. *E.* 23 *Avril*, 554.
— Emploi en architecture (Vielemans). *ZOI.* 30 *Avril*, 284. (Perry). *Cs.* 30 *Avril*, 411.
— Disparition de la rouille. Ses causes (Rohland). *Cs.* 30 *Avril*, 425.
Drague à succion Leviathan de Cammell Laird (Lyster et Dojd). *E.* 23 *Avril*, 570.
— décrocheuse sous-marine à tube de guidage. *Gc.* 8 *Mai*, 35.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Omnimètre à collimateur Morin. *Gc.* 24 *Avril*, 452.

Ponts suspendus. Efforts dans les — (Chase). *E'.* 7-14 *Mai*, 469, 503.

— de chemin de fer sur le Song-Ma, Tonkin. *Gc.* 8 *Mai*, 25.

Tunnels. Attaque de front dans les — (Saunders). *AIM. Avril*, 337.

Viaducs. Stabilité des (Bonneau). *APC. Janv.*, 85.

ÉLECTRICITÉ

Accumulateurs. Emploi dans les centrales à courant triphasés (Lowet). *LE.* 24 *Avril*, 117.

— Préparation des plaques négatives. *Re.* 15 *Mai*, 329. Accumulateurs légers. Recherches (Goldsmith). (*id.*), 329. Avec électrolytes alcalins (Jungren), (*id.*), 330.

— Fer, nickel. Perfectionnements. (Montpellier). *Élé.* 8 *Mai*, 297.

Contacts. Matériaux à employer (Meyer). *LE.* 15 *Mai*, 214.

Champ produit par un oscillateur électrique (Montel). *LE.* 15 *Mai*, 199.

Condensateur électrolytique de grande capacité en aluminium. *Electrochemical. Mai*, 216.

Aimantation des rails de chemins de fer (Vinot). *Élé.* 8 *Mai*, 300.

Conducteurs. Conductibilité et évaluation des (Nortrup). *Electrochemical. Mai*, 295.

Décharge des inducteurs (Caudrelier). *CR.* 10 *Mai*, 1257.

Distribution de Paris. *Gc.* 8 *Mai*, 34.

— Postes à haute tension (Mathivet) *Re.* 15 *Avril*, 251.

à Paris le 15 *Avril*, 177.

— Calcul rapide des lignes de transmission. *Ie.* 10 *Mai*, 199.

Systèmes de vente de l'électricité. *Ie.* 25 *Avril*, 184, 10 *Mai*, 202.

Traversée des voies ferrées par les canalisations électriques. *Re.* 30 *Avril*, 299.

— Résistance des fils en fer pour circuit à grand coefficient de self-induction (Kallmann). *Re.* 30 *Avril*, 302.

— Détermination du facteur de puissance cos φ dans un circuit triphasé (Bohm-Raffy). *LE.* 1er *Mai*, 131.

Dynamos. Turbo générateurs. *Élé.* 17 *Avril*, 246.

— Mise en parallèle automatique des alternateurs. *Ri.* 8 *Mai*, 182.

— *Moteurs* polyphasées à collecteurs (Roth). *LE.* 17-24 *Avril*, 71-103; 1er *Mai*, 139, 204. Monophasé à collecteur (Lamme). *Re.* 15 *Mai*, 331. Adaptation du moteur électrique aux circonstances (*id.*), 336.

Échauffement des conducteurs par un courant variable (Richter). *LE.* 24 *Avril*, 113.

Éclairage avec lampe à charbons inclinés Teichmuller. *LE.* 17 *Avril*, 83.

— Dynamo autorégulatrice avec batterie tampon pour l'éclairage des véhicules Bachten et Galley. *Re.* 15 *Mai*, 328.

— Incandescence. Renouvellement des lampes à rendement élevé. *LE.* 17 *Avril*, 85.

— — Lampes au tungstène et autres (Loring). *Fi. Avril*, 260.

— Enseignes et affiches lumineuses. *Élé.* 8 *Mai*, 289.

Électro-chimie. Divers. *Cs.* 15 *Avril*, 1er et 15 *Mai*, 370-428-481. *Electrochemical. Mai*, 223.

— Tension des pellicules métalliques déposées par l'électrolyse (Stoney). *RSL.* 6 *Mai*, 172.

— Réduction électrochimique de l'alumine : expériences de laboratoire (Thompson). *RdM. Mai*, 291.

— Ateliers de l'Acheson graphite Co et de la Carburandum Co Niagara. *Electrochemical. Mai*, 187, 189.

— Four Héroult expérimental. *Electrochemical. Mai*, 206.

Fusibles à bouchons. *LE.* 24 *Avril*, 116.

Harmoniques d'une courbe périodique donnée. Recherche des (F. Henner). *LE.* 8 *Mai*.

Installations électriques d'un grand immeuble. *Élé.* 1er *Mai*, 274.

Interrupteur Wehnelt. Théorie basée sur la striction (Bary). *LE.* 1er-8 *Mai*, 135-172.

Magnétisme. Alliages magnétiques de substances non magnétiques (Wedeking). *Re.* 13 *Mai*, 351.

Mesures des courants périodiques de grande fréquence et de très faible intensité.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Courants téléphoniques (Arno). *SiE. Avril*, 219.

Protecteurs des lignes sur le réseau de Taylors Fall (Vaughan). *Re.* 30 *Avril*, 296.

Relais maximum à action différée Siemens. *Elé.* 1er *Mai*, 273.

Résistances en parallèle. Étude graphique (Fehmers). *LE.* 8 *Mai*, 176.

Rhéostats à eau pour essais de matériel électrique (Loppé). *Ie.* 25 *Avril*, 171.

Stations centrales. Usine de la compagnie d'électricité de Marseille, Cap Finede. *Gc.* 17 *Avril*, 425.

— de Louisville. *Power*, 13 *Avril*, 663.

— Économies de combustible dans les (Izart). *Ie.* 10 *Mai*, 206.

— projet des chutes du Rhône (Blondel). *Re.* 20 *Avril*, 290.

— de West point. New-York. *Power*, 27 *Avril*, 747.

Télégraphie sans fil (les) (Ferié). *APC. Janv.*, 17.

— Majorana. *Elé.* 24 *Avril*, 257; *Ie.* 28 *Avril*, 182.

— Ballini-Tosi. *Gc.* 24 *Avril*, 446.

— Colms. *Ie.* 25 *Avril*, 183.

— Téléautocopistes Laurent Semat. *CR.* 10 *Mai*, 1259.

Téléphone Bell aux multiples automatiques (Turpain). *Re.* 15 *Avril*, 269.

— sans fil (Cotin et Jeance). *CR.* 10 *Mai*, 1262.

— Central automatique. *AMa.* 15 *Mai*, 643.

— Transformation des fréquences Kolben Schneider. *LE.* 15 *Mai*, 209.

HYDRAULIQUE

Barrages en bois pour rivières à crues fortes et soudaines. *Ac. Mai*, 76.

Chutes d'eau de la province d'Ontario. *LE.* 1er *Mai*, 145.

Circulation du liquide dans les conduites courbes (Greter). *Société d'Encouragement de Berlin. Avril*, 145.

Béliers hydrauliques, recherches récentes (Goupil). *APc. Janv.*, 139.

Fermeture des robinets vannes. Effets sur les conduites d'eau (Dide). *Gc.* 24 *Avril*, 448.

Jaugeages par déversoirs (Roussillon). *Tm. Avril*, 175.

Filtres à sable non immergé. Miquel et Mouchet. *IC. Fév.*, 258.

Pompes rapides. Clapets Witting. *E.* 14 *Mai*, 662.

Marémoteurs (les) (Barkelew). *Power*, 13 *Avril*, 676.

Roues Pelton Ganz. *Pm. Mai*, 66 avec régulateur hydraulique Pitman. *E.* 14 *Mai*, 675.

Réservoir de la distribution d'eau de Honor Oak. *E'.* 7 *Mai*, 472.

Sources (les) (Ringelmann). *Ap.* 22-29 *Avril*; 500, 529; 13 *Mai*, 597.

— Loi hydrologique de Minard et Belgrand (Maillet). *APC. Janv.*, 107.

Turbines. Installation de Notoden. *VDI.* 1er-8 *Mai*, 684, 735; *Gc.* 15 *Mai*, 41.

Tuyaux en fonte à fonds mobiles. Essais de pression. *Rdm. Mai*, 289.

MARINE, NAVIGATION

Bassins à flots du monde (Gedy). *E'.* 30 *Avril*, 443; 7 *Mai*, 467.

Bateaux des grands lacs américains (Sadler). *E.* 14 *Mai*, 677.

— électriques sur le Rhin. *VDI.* 15 *Mai*, 766.

Canal de Panama (Travaux du). *APC. Janv.*, 142.

— maritime du Forth. *E.* 23 *Avril*, 564.

— de Suez. État actuel. *E'.* 30 *Avril*, 440.

Cloisons étanches (Influence des) sur la résistance des coques (Bruhn). *E.* 16 *Avril*, 521.

Compas de marine. Méthodes de compensation. Nouveau compas électromagnétique Demoyer. *AcP. Avril*, 433.

Constructions navales. Résistance des plaques munies et des modèles dans un courant d'eau (Stanton). *E.* 16 *Avril*, 515, 524.

— Résistance à la traction des bateaux. Nouvel enregistreur de vitesses (R. de Mas et Guillet). *APc. Janv.*, 77.

— Roulis des navires (Johns). *E.* 16 *Avril*, 518; *E'.* 16 *Avril*, 386.

— Géométrie du navire (Gwenhill). *E.* 16 *Avril*, 542.

— Spécifications des navires (Jack). *E.* 16 *Avril*, 543.

— Effet des barrages d'hélices sur la résis-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tance des navires (Sadler). *E'.* 16 *Avril*, 393.

Docks d'Immingham. *E.* 14 *Mai*, 653, 667.

Lancement des navires. Calculs de (Smith). *E.* 16 *Avril*, 519.

Hélices (Corrosion des). *E'.* 16 *Avril*, 397.

— Détermination de leur poussée. *E'.* 14 *Mai*, 510.

— à tubes Wadagaki. *E.* 30 *Avril*, 602; *E'.* 7 *Mai*, 478.

Machinse marines. Application de la surchauffe (Wildt). *Ge.* 17 *Avril*, 431.

— État actuel de la machine marine (Chapman). *E'.* 23 *Avril*, 416.

— Turbines marines. *E'.* 30 *Avril*, 437.

— pour navires à faibles vitesses. *E.* 30 *Avril*, 602.

— Facilité d'évolution des navires à. *E.* 23 *Avril*, 550.

— combinées avec machines à pistons. *E.* 30 *Avril*, 598.

Marines de guerre. Le bâtiment de guerre (de la Thuillerie). *Rmc. Avril*, 5.

— Brésil. Cuirassé *São Paulo*. *E.* 23 *Avril*, 557.

— anglaise. *Ge.* 1er *Mai*, 1.

— française. *E'.* 30 *Avril*, 437; 14 *Mai*, 503.

— Nouveaux types de cuirassés. *E'.* 23 *Avril*, 423.

— Protection contre les torpilles. *Rmc. Avril*, 88.

— Sous-marins dans les différents pays. *Rmc. Avril*, 39.

Mines sous-marines. Bateau perforateur. *E'.* 16 *Avril*, 403.

Navigation intérieure (Progrès de la). *E.* 7 *Mai*, 637.

Paquebots type Deutschland. Essais de vitesses. *E'.* 23 *Avril*, 411.

Port de Sydney. *E'.* 14 *Mai*, 496.

Réservoirs expérimentaux. Rapport du comité 1908. *E.* 16 *Avril*, 539.

Sauvetage. Appareils lance-lignes. *E'.* 16 *Avril*, 405.

MÉCANIQUE GÉNÉRALE

Aéronautique. Les aéromoteurs. *E.* 16 *Avril*, 531.

— Aviation (L') (G. Lavergne). *Ri.* 17-24 *Avril*, 158, 163; 1er, 8 *Mai*, 175, 182.

Aéronautique. Moteurs d'aéroplanes. *E'.* 23 *Avril*, 415.

— Surface portante pour aéroplanes. Dispositif de (Caron). *CR.* 10 *Mai*, 1247.

— Dispositif de sûreté pour ruptures d'hélices d'aréoplanes Lejeune et Lévy. *Ta.* 15 *Avril*, 54.

— Ballons dirigeables. Coefficient d'utilisation. Formule de Berget. *Tm. Avril*, 195 (Thurston). *E.* 14 *Mai*, 661.

— Le vol aérien (Lanchester). *E.* 30 *Avril*, 599; 7-14 *Mai*, 639, 671.

— Stabilité des aéroplanes (Brillouin). *RM. Avril*, 337.

— Hélices aériennes. Force et puissance de propulsion (Arnoux). *Ta.* 15 *Mai*, 68. Notes sur les (Guéret) (*id.*), 73.

Air comprimé. Pompe à vide Ven Reden. *Ri.* 24 *Avril*, 161.

— Compresseur Hœrbiger. *E.* 7 *Mai*, 627.

Câbles (Transmissions par) (Thiot). *Ri.* 24 *Avril*, 165; 1-8 *Mai*, 174, 186.

Chaudières à tubes d'eau. État actuel. *E'.* 7 *Mai*, 477.

— ancienne cylindrique. Sa rénovation Grenthe). *Bam. Avril*, 449.

— Alimentation. Chauffage par la vapeur vive. Braihwaite Nicolson. *RM. Avril*, 425.

— Réchauffeurs Wilkinson. Morison. *RM. Avril*, 427.

— Régulateurs Du Temple et de l'Engineering Syndicate. (*id.*), 428.

— Injecteurs. Essais d'injecteurs. (Schrauff). *VDI.* 15 *Mai*, 768. Metcalfe. Beek. *RM. Avril*, 418.

— Indicateur de niveau d'eau hydrostatique Jannin. *Bam. Avril*, 486.

— Foyers Godillot. *Pm. Mai*, 76. Tubulaires, leur résistance (Muller). *VDI.* 15 *Mai*, 779. Doseur automatique d'acide carbonique Rosenkeim. *E.* 16 *Avril*, 535. Mono. *Ri.* 8 *Mai*, 181.

— Grille mécanique Elliott. *Power*, 27 *Avril*, 782.

— Nettoyeur pour tubes et plaques tubulaires Quixo. *E'.* 7 *Mai*, 474.

— Plomb. Fusible Yarrow. *RM. Avril*, 423.

— Pompe alimentaire Shappee. *RM. Avril*, 423.

— Prises de vapeur Hopkinson ; Bell. *RM. Avril*, 424.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chaudières. Soupapes de sûreté Coole. Thornycroft et Parlby. Liversidge. *RM. Avril*, 430.
— Surchauffe (la) (Marchis). *Tm. Avril, Mai*, 169, 217.
— Surchauffeur Fitzner à tubes ovales. *Gc.* 1er *Mai*, 14.
Courroies (Théorie des) (Benjamin). *VDI.* 24 *Avril*, 655.
Chocs (Expérience sur les) (Scars). *E.* 30 *Avril*, 583 ; 7 *Mai*, 624.
Dynamomètres. Mesure des puissances (Izart). *Elé.* 24 *Avril*, 264.
Froid. Emploi des indicateurs dans les machines frigoriques (Pattison), 30 *Avril*, 718.
— Renaissance des machines à absorption (Hart). *EM. Mai*, 217.
— Palais de glace de Berlin (Callanes). *VDI.* 15 *Mai*, 776.
Graphiques isométriques. *Gc.* 17 *Avril*, 435.
Levage. Cableways Bluchert à Odda. *E.* 16 *Avril*, 522.
— Convoyeurs à l'usine à gaz de Cologne. *E'.* 16 *Avril*, 387.
— Grue flottante de 60 tonnes Day Summers. *E.* 23 *Avril*, 569.
— Pont roulant électrique Heywood. *E'.* 30 *Avril*, 458.
— Transporteur Appleby. *E'.* 23 *Avril*, 431.
— de charbon Schenck. *Gc.* 15 *Mai*, 31.
— — Mohr pour chantiers de bois. *VDI.* 15 *Mai*, 786.
Machines-outils. Commande électrique (Cornet). *LE.* 8 *Mai*, 167.
— Ateliers Cail à Denain (L. Le Chatelier) *RdM. Mai*, 562.
— Alésoir Hettner. *VDI.* 15 *Mai*, 800.
— Canons. Fabrication aux forges de Bethlehem. *AMa.* 1er *Mai*, 553.
— Dudgeon évaseur à billes pour tube de chaudières type Du Temple. (Chalaye). *Rmc. Avril*, 28.
— Étau-limeur Kearns. *E'.* 30 *Avril*, 454.
— Fraiseuses pour pignon taille des outils Fellows. *AMa.* 8 *Mai*, 605.
— — Brown et Sharps. Cincinnati, Ingersoll. Société française des machines-outils Vernet, Teegler, Garvin. *RM. Avril*, 391.
— verticale Newton. *Ri.* 17 *Avril*, 154.
Machines-outils. Fraiseuse pour arbres de turbines. *AMa.* 1er *Mai*, 571.
— — Diviseurs Brainard, Reyher, Thiel, *RM. Avril*, 414.
— — Montages *AMa.* 8 *Mai*, 616, 625.
— Marteau et fours à huile Breth. *E.* 14 *Mai*, 659.
— Meules. Matières abrasives industrielles (Escart). *Pm. Mai*, 70. Fabrication des meules en carburendum. *AMa.* 24 *Avril*, 505.
— — pour arbres coudés Thindel-Morris. *AMa.* 1er *Mai*, 593.
— Outils en acier rapide anglais. *AMa.* 1er *Mai*, 586. Traitement des (Becker). *EM. Mai*, 174.
— Perceuse quadruple Webster et Bennett. *E'.* 16 *Avril*, 402.
— — radiale universelle avec montages. *AMa.* 17 *Avril*, 477.
— — Refroidisseur de foret Derham. *E.* 23 *Avril*, 556.
— Presse à courber pneumatique Caskey. *AMa.* 17 *Avril*, 479.
— — à emboutir (dispositifs de sécurité. *Gc.* 8 *Mai*, 37.
— Riveuse hydro-électrique, d'Oerlikon. *E.* 30 *Avril*, 592.
— Rochet Simplex. *E.* 23 *Avril*, 557.
— Soudure. Comparaison des procédés divers. *Electro-chemical. Mai*, 227. au gaz de pétrole liquide. *AMa.* 15 *Mai*, 648.
— Tour vertical double Webster et Bennett. *E'.* 16 *Avril*, 401.
— — à fileter. Cunlife et Croom. *E'.* 7 *Mai*, 482.
— — pour turbines. Muir. *E'.* 14 *Mai*, 497.
— Trempe des outils. Ateliers de Crossley. *AMa.* 24 *Avril*, 524.
— *à bois.* Scie circulaire à main. Ransome. *E.* 7 *Mai*, 643.
Moteurs à gaz de fours à coke (Cuvelette). *IC. Fév.*, 171.
— de 150 chevaux au gaz pauvre actionnant un compresseur. Comparaison avec la vapeur et l'électricité (Guédon). *Bam. Avril*, 498.
— Calcul des (Westcott). *Power.* 14 *Avril*, 693. (Letombe). *Tm. Mai*, 227.
— Gazogène. Lehman pour résidus des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

boites à fumée de locomotives. *Tm. Avril*, 207.

Moteurs à gaz. Rendement des moteurs à (Dowson). *Nature*, 22 *Avril*, 232.

— Désinfecteur Tangya pour eaux des scrubbers. *E.* 23 *Avril*, 576.

— *à pétrole*. Price. *E'*. 23 *Avril*, 427.

— Diesel. Comparaison avec les locomobiles à vapeur surchauffée (Hoetje). *VDI.* 15 Mai, 784.

Moteurs à vapeur. Borsig triple expansion 3000 ch. *Ri.* 17 *Avril*, 156.

— Pratique courante de leur construction (Trooien). *AMa.* 15 *Mai*, 654.

— Condenseur aérien à la station électrique de Southend. *E'.* 23 *Avril*, 419.

— — Leblanc. *E.* 7 *Mai*, 626.

— Pompes et turbines pour. *E'.* 14 *Mai*, 507.

— Volants cylindriques comme sécurité (Hodger). *Power*, 4 *Mai*, 798.

— Segments (Calcul des) (Sainturat). *Ta.* 15 *Avril*, 57.

— *Turbines* de l'A. E. G. *VDI.* 24 *Avril*, 648, 1er *Mai*, 699; *E.* 30 *Avril*, 594.

— — De Laval, de 2 750 chevaux. *E.* 30 *Avril*, 605.

— — Curtis mixtes. *Power*, 27 *Avril*, 765.

— — de basse pression (Hollis). *EM. Mai*, 163.

— — à la Rapid Transit Co, Philadelphie. *Power*, 4 *Mai*, 785.

Peson hydraulique Schaffer Budenberg. *E.* 23 *Avril*, 427.

Presses pour l'extraction des liquides (Herr). *Ti. Avril*, 275.

Résistance des matériaux. Dureté. Mesure aux différentes températures (Robin). *Tm. Avril*, 203.

— Essais de (Breuil). *RM. Avril*. 354-390.

— Loi de Guest (Smith). *E.* 23 *Avril*, 545.

— Résistance des aciers au nickel. (Heyn et Bauer). *SuE.* 28 *Avril*, 632.

— Traitement antiseptique des bois, procédé Marchal. *Ri.* 1er *Mai*, 173.

Tachymètre pour arbres tournant verticalement (Chand). *Bam. Avril*, 513.

Textiles. Tissus nouveaux. *Ef.* 24 *Avril*, 603.

— Métier continu à filer Carbonell. Commande électrique et réglage périodique du nombre de tours. *It.* 15 *Mai*, 178.

Textiles. Banc à broche pour lin ou jute. Étude cinématique. (*id*). 183.

— Tissage des toiles de lin ou de jute. (*id*). 187.

— Fabrication des cordages (Renouard). (*id.*). 189.

MÉTALLURGIE

Aluminium. Composition de la bauxite (Arsandaux). *CR.* 26 *Avril*, 1115.

Antimoine et cuivre. Influence de petites quantités d'arsenic (Hiorns). *Cs.* 15 *Mai*, 451.

— Soudure (Schopp). *Electrochemical. Mai*, 103.

Argent. Plomb argentifère au Laurium. *Eam.* 1er *Mai*, 881.

— Cyanuration à Pachuca (Mexique). *RdM. Mai*, 311.

Bronze phosphoreux (Breuil). *Tm. Avril*, 177.

Coke. Charbons et leur pouvoir cokéfiant (Baudouard). *RdM. Avril*, 446.

— Fabrication : récolte et traitement des sous-produits de la distillation de la houille (Say). *Im. Avril*, 365.

Cuivre à Mont Morgan, Queensland. *Eam.* 10 et 17-24 *Avril*, 746, 802, 838.

— Nature des mattes (Bagkoff et Trountneff). *RdM. Mai*, 519.

Four de grillage Wedge. *Electrochemical. Mai*, 225.

Plomb et antimoine. Traitement de la jamesonite. *Eam.* 1er *Mai*, 891.

— Sa trempe. Changements corrélatifs de sa dureté (Loulchinsky) *RdM. Mai*, 544.

— Métallurgie au Laurium (Guillaume). *AM. Janv.*, 5.

— Concentration des minerais difficiles à Broken Hill. *Eam.* 8 *Mai*, 904.

Fer et acier. Production pendant ces dernières années. *E.* 14 *Mai*, 668.

— Influence du traitement thermique sur les déformations linéaires des aciers (Demoray). *RdM. Avril*, 413.

— au manganèse (Schneider). *RdM. Mai*, 550.

— Alliages de fer et de soufre (Ziégler). *RdM. Avril*, 459.

— Métallographie des aciers trempés (Benedicks). (*id*). 494.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fer et acier. Prix de revient de la fonte en Amérique et en Angleterre. *E'.* 7 *Mai*, 471.

— Provenant des minerais du Lac supérieur (Finlay). *Eam.* 10 *Avril*, 739.

— Aciéries de Beardmore à Parkhead, Glasgow. *E.* 16-30 *Avril*, 513, 580; 14 *Mai*, 656.

— — de Burbach. *RdM. Mai*, 314.

— Cémentation par l'oxyde de carbone (Charpy). *RdM. Mai*, 505.

— Gaz dégagés par l'action des sels cuivriques sur les aciers (Goutal). *CR* 13 *Avril*, 988.

— Enfourneuse à air comprimé pour fours à recuire. *RdM. Avril*, 250.

— Ferro-chromes et silico-manganèses (Préparation des). (Escart). *LE.* 24 *Avril*, 220. *Elé.* 8 *Mai*, 293.

— Fonderie. Cubilot. Calcul d'éléments, rechauffage du vent (Osann). *RdM. Avril*, 215.

— — Emploi de l'électricité dans les fonderies. *Ri.* 1er *Mai*, 178.

— — Trempe uniforme des cylindres de laminoirs (West). *RdM. Avril*, 253.

— — Fonderie. en France et aux États-Unis. *Ri.* 17 *Avril*, 153.

— Trempe et recuit (Grenet). *Im. Avril*, 190.

— — Fours électriques. *Electrochemical*, *Mai*, 203. Sabersky et Adler. *E.* 16 *Avril*, 534.

— — Installation moderne de fours à recuire. *SuE.* 21-28 *Avril*; 5 *Mai*, 593, 628, 663.

— Haut fourneau au bois dans l'Oural. *E'.* 14 *Mai*, 493. Vanderbildt de la Birmingham Coal and Iron Co. *RdM. Avril*, 234. De Lubeck. *SuE.* 28 *Avril*, 611.

— — Économie du vent sec Gayley (Waterhouse). *EM. Mai*, 186.

— — Soufflerie Hoerbiger. *E.* 7 *Mai*, 627.

— — Monte-charges nouveaux. *RdM. Mai*, 301.

— — Transformation des laitiers de — en ciment (Lapersonne). *Ru. Mars*, 274.

Fer et acier. Laminage, consommation d'énergie (Ortmann). *Em. Avril* 241. Tracé des cannelures. *SuE.* 5 *Mai*, 649.

— — Laminoirs Lamberton. *RdM. Mai*, 306. Des aciéries de Mossend-Glasgow. *SuE.* 12 *Mai*, 707. Actionnés par l'électricité. *E'.* 14 *Mai*, 497.

— Électrosidérurgie. Ses progrès. *RdM. Avril*, 503. (Stassano). *Im. Avril*, 238.

— — Four Levoz. *Cs.* 15 *Avril*, 372.

MINES

Aérage. Ventilateur Sirocco. *E.* 16 *Avril*, 534.

Congo français. Richesses minérales (Bel). *Im. Avril*, 337.

Cordeaux détonants et nouveau procédé d'amorçage des mines (Chatou). *Ru. Mars*, 258.

Diamants. Origine à Kimberley (Voit). *Eam.* 17 *Avril*, 789.

Extraction. Machines électriques aux charbonnages des Bouches-du-Rhône et de Lens. *Re.* 15 *Avril*, 264.

Fer. Gisement de San-Bernardino (Californie). *Eam.* 17 *Avril*, 785.

Haveuses mécaniques en Angleterre (Dixon). *Eam.* 17 *Avril*, 797.

Houillères de la Nouvelle-Zélande (Fry.) *Eam.* 10 *Avril*, 753.

— de Shamrock. Emploi de l'électricité. *E'.* 14 *Mai*, 508.

— Origine de l'anthracite. *E.* 23 *Avril*, 565.

— des États-Unis (Campbell et Parker). *AIM. Avril*, 365.

— de Montana. *Eam.* 24 *Avril*, 845.

— Gisements à dégagements instantanés. (Exploitation des). (Burcan). *Im. Avril*, 313.

— Formation de la houille. Théories des tourbières et du charriage (F. Laur). *Im. Avril*, 214.

— Prix de minage (Finlay). *Eam.* 8 *Mai*, 948.

Lampes de mines. Essais de verres (Chesneau). *AM. Janv.*, 33.

Industrie minérale en France en 1907. *Gc.* 1er *Mai*, 10.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Or et cuivre. Mine de Mont Morgan Queensland. *Eam.* 10-17-24 *Avril*, 746, 802, 838.
— Cyanuration (la) (Bishop). *Eam.* 24 *Avril*. 843.
— — des sables (Caldecott). Précipitation des cyanures par les copeaux de zinc (Clark). *Cs.* 15 *Avril*, 367.
— Filtrage des Slimes. *Eam.* 1er *Mai*, 902.
— Laveur pour minerais pauvres (Pratt). *Eam.* 8 *Mai*, 935.
— en France. *Eam.* 17 *Avril*, 792.
— Draguage en Guyane (Bordeaux). *Ru. Mars*, 189.
Or et cuivre. Draguage hydraulique des graviers aurifères (Granger). *AIM. Avril*, 839.
— — dans les placers. Son développement (Massey). *Eam.* 24 *Avril*. 835.
— — Examen des concessions de draguage. *Eam.* 1er *Mai*, 893. Reconstitution des terrains dragués. (*id.*). 8 *Mai*, 948.
Perforatrices Konodax. *Eam.* 1er *Mai*, 895.
Préparation mécanique. Procédé Elmore. *Tm. Mai*, 254.
Spath fluor américain et sa valeur pour la sidérurgie. *AIM. Avril*, 411.

Le Gérant : G. Richard.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

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

ARTS MÉCANIQUES

RAPPORT présenté par **M. Leon Masson**, au nom du *Comité des Arts mécaniques*, sur le SYSTÈME DE BASCULE A CURSEUR AUTOMATIQUE construit par la **Manufacture d'horlogerie de Béthune**.

MESSIEURS,

La Manufacture d'horlogerie de Béthune (Pas-de-Calais), dont l'Agence générale a son siège 22, rue Richer, à Paris, a récemment soumis à l'examen de notre Société le système de bascule à curseur automatique, dit système G. C. B., qu'elle construit d'après l'idée première d'un horloger belge, M. Gérard, qui vendit son invention à une Société française, MM. C. Gauvin, H. Cartier et Éd. Brunel, lesquels se firent breveter dans plusieurs pays (1) et cédèrent leurs droits à la Manufacture de Béthune, auteur à son tour de différentes modifications et de divers perfectionnements qui firent l'objet d'un certificat d'addition au brevet français (2).

Ce genre d'appareil, dont vous avez renvoyé l'étude à votre Comité des Arts mécaniques, a été admis en France à la vérification et au poinçonnage par le Service officiel des poids et mesures (3). Il comporte une bascule romaine à poids constant et à bras de levier variable, pouvant être assimilée aux romaines-bascules ordinaires, avec cette différence toutefois

(1) Le brevet français est du 12 mai 1905 et porte le n° 354 232.
(2) Sous le n° 8 427 et à la date du 9 novembre 1907.
(3) Par décisions du Ministre du Commerce et de l'Industrie en date des 1er décembre 1905 et 7 septembre 1908.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que son curseur, au lieu d'être déplacé par la main de l'opérateur de la pesée, se trouve poussé progressivement, jusqu'au point du fléau où il fait équilibre à la charge à mesurer, par l'intermédiaire d'un mouvement d'horlogerie dont il provoque lui-même le bloquage en utilisant son mouvement de chute, dès qu'il est arrivé à ce point.

Ce mécanisme d'horlogerie commande en outre l'aiguille ou les aiguilles d'un ou de plusieurs cadrans d'indication, avec ou sans chiffres sauteurs, ainsi que les roues à pointage d'un enregistreur à perforation de tickets, dont le fonctionnement est assuré par le remontage d'un ressort moteur qui détermine également le renvoi à zéro de tous les organes de pesage, d'indication et d'enregistrement.

Nous donnons d'ailleurs ci-après, avec figures à l'appui, la description des dispositifs essentiels des bascules G. C. B. de la construction de la Manufacture de Béthune :

Disposition générale (voir la figure 1). — La partie inférieure de la bascule (triangles, cuvelage, tablier) est en tous points semblable à celle des bascules généralement en usage, et son curseur, ainsi que les différents fléaux et le mécanisme d'horlogerie, sont renfermés dans un carter en tôle qui supporte le ou les cadrans d'indication.

Le système des leviers comprend tout d'abord un fléau inférieur, X, sur lequel est fixée, au moyen d'une vis, une masse de tare, T, que l'on peut déplacer pour, à l'ordinaire, opérer le réglage de la bascule. Ce fléau, qu'actionne la tringle de puissance, est relié à un fléau intermédiaire, Y, appelé fléau de détente parce que c'est son extrémité antérieure qui commande la mise en marche ou le bloquage du mouvement d'horlogerie. Un troisième fléau, Z, dit fléau de curseur, et relié au fléau intermédiaire au moyen d'une chape, supporte le poids curseur, E, qui roule le long de son arête supérieure par l'entremise de deux galets en acier dont les axes appointis tournent dans les cavités de vis-pivots fixées dans la masse du curseur.

Cet ensemble de leviers, avec le tablier et ses dépendances immédiates habituelles, constitue la bascule proprement dite, et il est à remarquer que le système en est absolument indépendant du mécanisme entraîneur, auquel il n'est pas relié d'une façon rigide, de sorte que les chocs que peut recevoir le tablier ne sauraient avoir aucune répercussion sur les organes dudit mécanisme d'horlogerie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

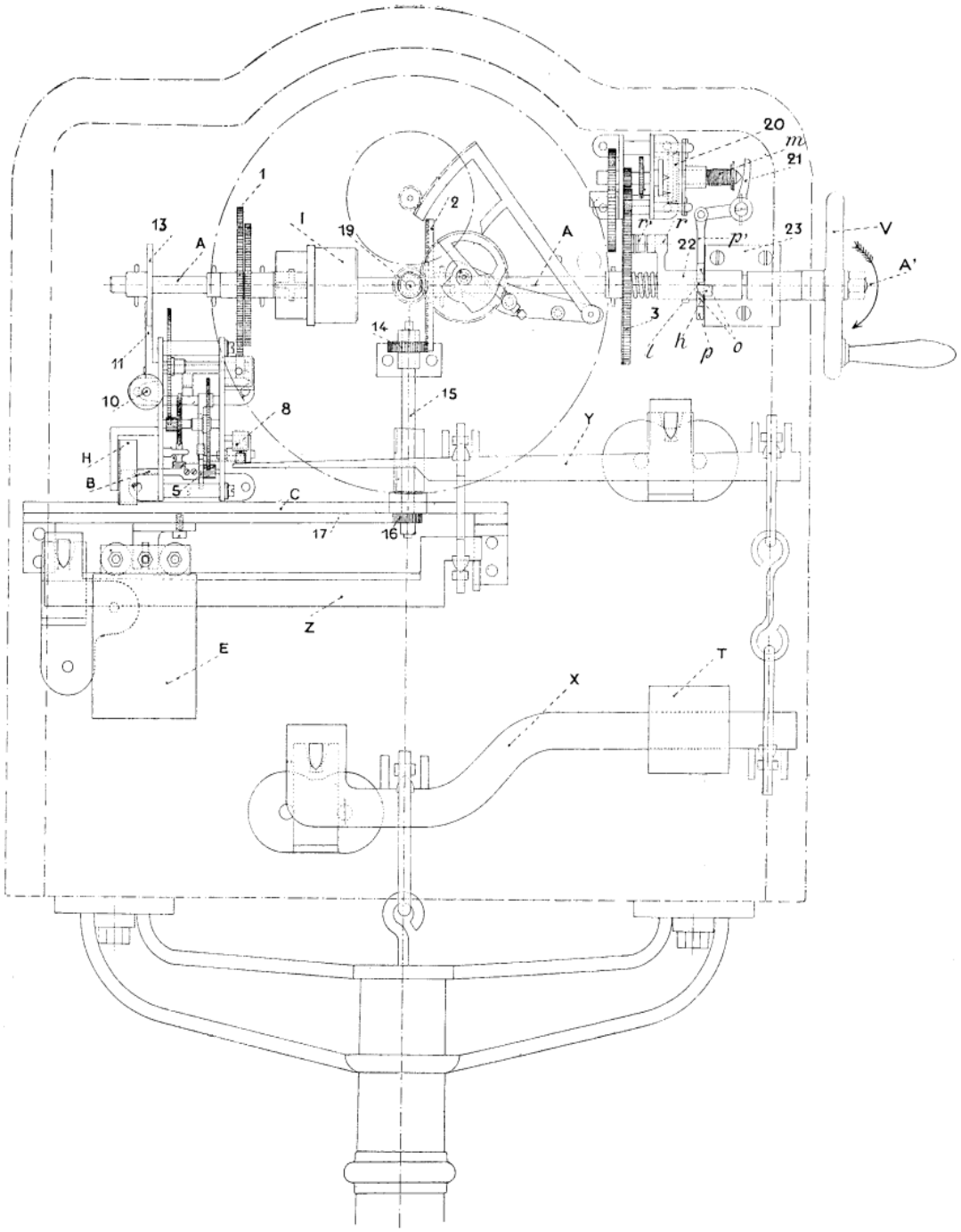


Fig. 1. — Disposition générale du mécanisme.

Nota. — Cette disposition est présentée pour le cas le plus complexe, c'est-à-dire pour un type de bascule à chiffres sauteurs, de la force de plusieurs quintaux métriques.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le mécanisme automatique et indicateur a pour point de départ un arbre de transmission horizontal, A, auquel est fixée l'une des extrémités d'un ressort enfermé dans un barillet I. Ce ressort constitue la force motrice de l'appareil, et, en se détendant, fait tourner l'arbre horizontal en question sur lequel sont calées trois roues, 1, 2 et 3, qui commandent respectivement : la roue 1, la partie du mouvement d'horlogerie formant régulateur; la roue 2, le chariot d'entraînement du curseur ainsi que l'aiguille ou les aiguilles indicatrices de la charge; la roue 3, enfin, l'enregistreur des pesées effectuées par la bascule.

Mouvement d'horlogerie (voir les figures 1 et 2). — Le mouvement d'horlogerie ou mouvement de défilage comprend une série de trois mobiles qui se commandent en multipliant de l'un à l'autre la vitesse de rotation. Sur le troisième de ces mobiles sont fixées les deux lamelles d'un régulateur, B, qui, en s'écartant sous l'action de la force centrifuge, font friction contre la paroi intérieure d'un tambour métallique, H. Sur l'axe de ce même mobile se trouve calée également une roue à rochet, 5, entre les dents de laquelle vient se loger l'extrémité d'un taquet de détente, 6, qui bloque tout le mécanisme au moment de l'abaissement du fléau intermédiaire, ou bien lui permet de se mettre en mouvement dès qu'il est soulevé par la manœuvre du bouton et de la tige de pression dont nous parlerons dans quelques instants.

Sur le côté droit du mouvement d'horlogerie (fig. 2) est fixé un tenon, 7, autour duquel pivote un petit levier appelé levier de détente, qui établit la relation entre le déplacement des fléaux et la détente du mécanisme d'horlogerie.

Ce levier est formé de deux parties articulées l'une avec l'autre et maintenues en ligne droite au moyen de deux goupilles et d'un ressort à boudin : l'une des parties se termine par un taquet, 8, qui, comme on le voit sur la figure 1, repose librement sur l'extrémité antérieure du fléau de détente Y; à l'extrémité de l'autre partie se trouve un crochet, 9, qui se soulève pour laisser passer la détente d'arrière en avant et s'abaisse ensuite sous l'action du ressort de rappel pour la maintenir dans cette position.

Le crochet toutefois ne peut retenir la détente qu'autant que le taquet 8 se trouve soulevé par le fléau Y. Dès en effet que ce fléau s'abaisse sous l'action du curseur parvenu à la position d'équilibrage de la charge placée

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur le tablier de la bascule, le taquet suit le mouvement et oblige le crochet à lâcher la détente.

La tige 10 et son bouton de pression disposés sur le côté gauche du mouvement d'horlogerie (fig. 1) servent à provoquer (fig. 1 et 2) le soulèvement du taquet de détente 6 et la mise en marche dudit mouvement; et, d'autre part, l'index 11 qui pénètre dans une encoche pratiquée sur le disque 13 calé au bout de l'arbre porte-barillet a pour but d'empêcher de

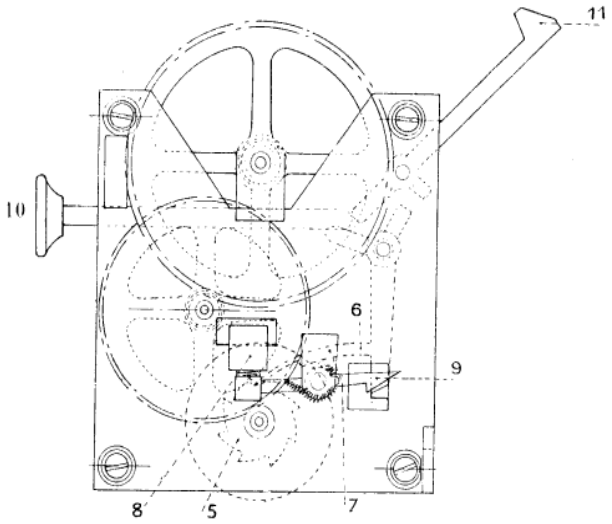


Fig. 2. — Vue latérale du mouvement d'horlogerie ou de défilage et de son mécanisme de détente.

Nota. — 1° La figure 1 du présent Rapport contient à sa partie supérieure de gauche la vue de ces mêmes mouvement et mécanisme prise en faisant face au cadran de la bascule;

2° L'index 11 et le long bras porteur du taquet de détente 6 sont soumis à l'action des deux ressorts antagonistes non représentés sur la figure 2, et qui exercent respectivement la traction vers le bas, du bras latéral de droite pour l'index, et du bras latéral de gauche pour le porte-taquet.

remettre en action le mécanisme après l'achèvement de la pesée sans en avoir au préalable opéré le remontage. En effet l'encoche ne se trouve en face de l'index qu'au moment où le mécanisme est au point de départ, de sorte que c'est seulement alors qu'il est possible d'enfoncer le bouton-poussoir et de soulever la détente.

Chariot entraîneur (voir les figures 1 et 3). — Par l'intermédiaire de la roue de champ 2 et du pignon 14, l'arbre horizontal moteur A fait tourner un arbre vertical, 15, lequel, par l'entremise de son pignon 16 engrenant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avec la crémaillère 17, fait avancer le chariot à billes, C, d'entraînement du curseur.

Ce chariot (fig. 3) se compose de trois règles rainurées en acier, dont l'une, mobile, coulisse entre les deux autres, fixes. Ces trois règles n'ont entre elles d'autre point de contact que trois billes, a, b, c, logées dans leurs rainures et placées de telle façon que, vues dans le plan du chariot, elles

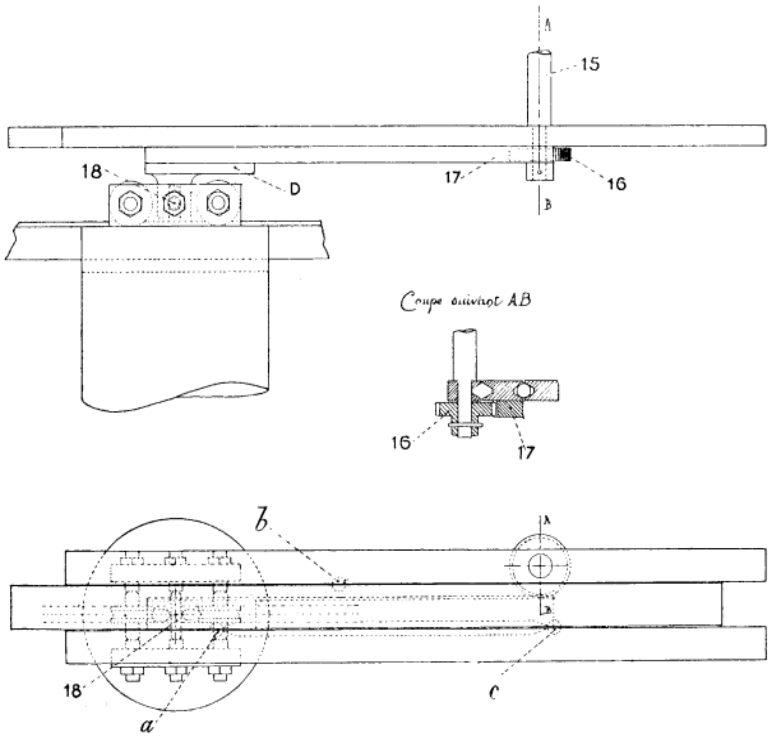


Fig. 3. — Vues de face, en coupe, et en plan, du chariot d'entraînement du curseur.

déterminent entre elles un triangle allongé à angle au sommet très obtus.

Des goupilles convenablement disposées dans les rainures des trois règles, et une tringle d'écartement appointie à ses deux extrémités, limitent le déplacement des billes et les obligent à conserver à tous les moments leur orientation respective par rapport au pignon 16 : sur la gauche pour les billes a et b, et sur la droite pour la bille c. L'intérêt de cette disposition est de rendre l'engrènement du pignon et de la crémaillère absolument uniforme à tous les points de la course du chariot.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La règle mobile du chariot est reliée, au curseur qu'elle entraîne, par une fourche D entre les deux bras de laquelle vient se loger l'axe pivotant, 18, du curseur. Le profil de ces bras est tel qu'ils ne sont en contact avec l'axe 18 qu'en un seul point, et que cet axe peut se déplacer entre eux sans

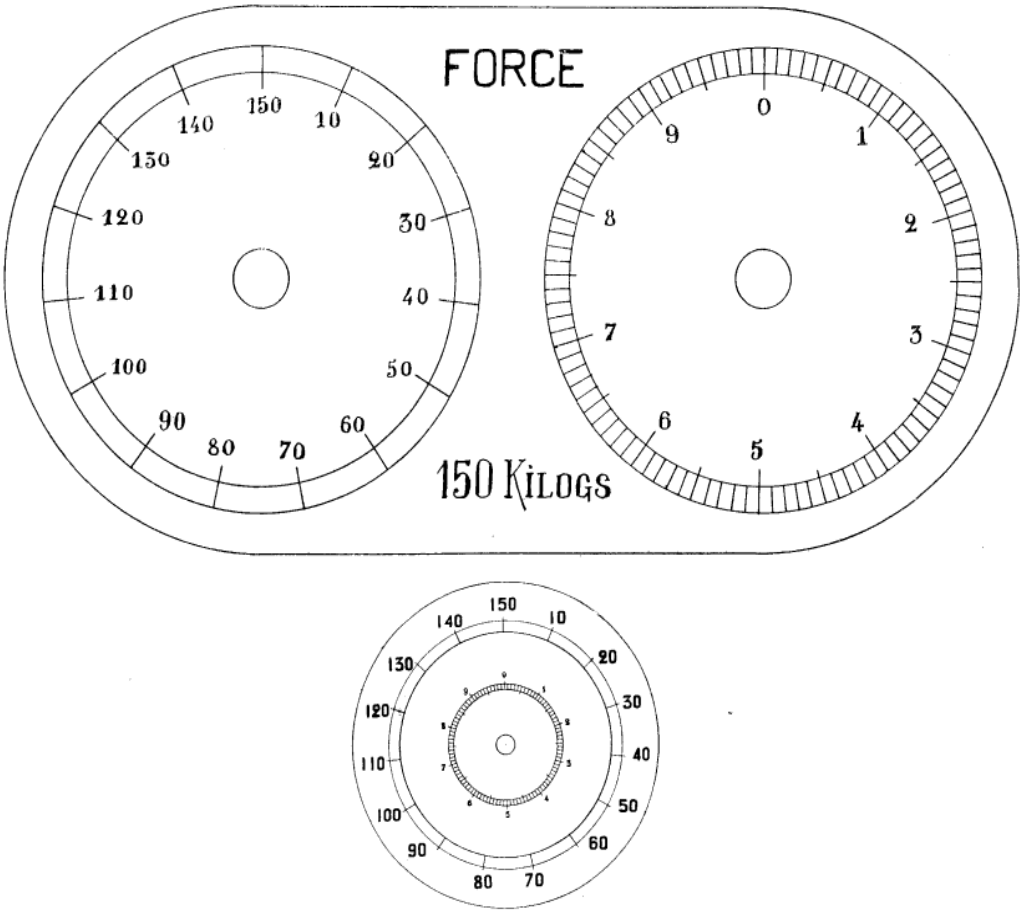


Fig. 4. — Double mode de division des cadrans indicateurs pour bascules de 150 kilogs « à l'hecto ».

frottement sensible : le curseur est donc à la fois en relation directe avec le chariot d'entraînement dans ses déplacements longitudinaux, et complètement indépendant de lui dans ses déplacements verticaux.

Cadrans indicateurs (voir les figures 1, 4 et 5). — Par l'entremise d'un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pignon, 19, qu'elle commande, la même roue de champ, 2, de l'arbre porte-barillet fait tourner sur un cadran gradué une aiguille qui indique le poids correspondant à la position du curseur sur son fléau ; et nous devons ajouter à cet égard qu'à ce dispositif de cadran simple la Manufacture de Béthune adapte des variantes complémentaires suivant que l'on désire que

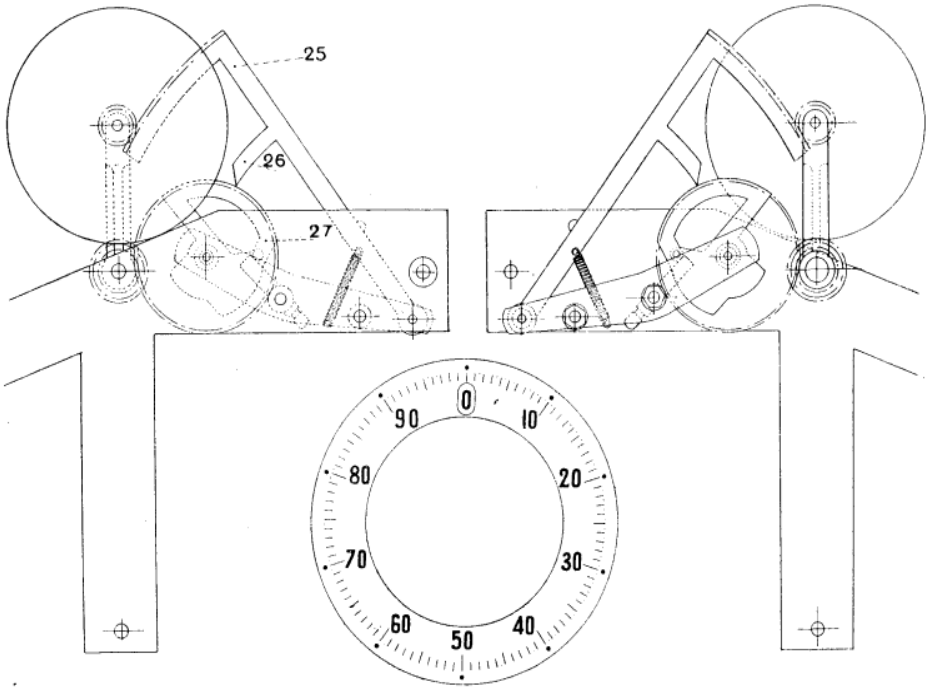


Fig. 3. — Mode de division du cadran indicateur pour bascule de 300 kilogrammes, et vues de face et de revers du système de commande de ce même cadran.

Nota. — Ce mode de division et cette commande sont également applicables au type de bascule de 500 kilogrammes, moyennant modification du profil de la came 27 ainsi que du diamètre du pignon porte-disque commandé par le secteur denté 25.

la bascule se prête soit à l'indication séparée des hectogrammes, soit à celle des quintaux métriques.

Dans le premier cas (fig. 4), — bascules de 150 kilogrammes « à l'hecto », — un ensemble de roues et de pignons permet à une aiguille d'indiquer en un seul tour les dizaines de kilogrammes sur un premier cadran, pendant qu'une autre aiguille fait quinze tours et indique sur un deuxième cadran, soit juxtaposé, soit concentrique au premier, les unités et les fractions d'unités avec l'approximation de moins d'un hectogramme.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans le second cas (fig. 5), — bascules de 300 et 500 kilogrammes, — le cadran indique les dizaines de kilogrammes, subdivisées chacune de manière à permettre la lecture du demi-kilogramme, et un chiffre sauteur, — 0, 1, 2, 3 ou bien, 0 1, 2, 3, 4, 5, — apparaît dans une ouverture du cadran au début de chaque tour complet de l'aiguille, pour l'indication des centaines successives de kilogrammes. Ce dispositif comprend un secteur denté, 25, dont un bras, 26, vient s'appuyer successivement sur les gradins de plus en plus profonds que présente une came 27 faisant un tour pendant que l'aiguille des unités accomplit, selon le cas, 3 ou 5 tours. A chacun de ses mouvements le secteur fait tourner un pignon avec lequel il engrène et sur lequel est fixé un disque portant, à la suite du zéro, les numéros 1, 2 et 3, ou bien 1, 2, 3, 4 et 5, qui viennent se présenter à mesure derrière la fenêtre pratiquée au zéro du cadran.

Dispositif de départ à zéro de l'aiguille ou des aiguilles indicatrices (voir les figures 1, 2 et 6). — Pour permettre la mise en marche du mouvement

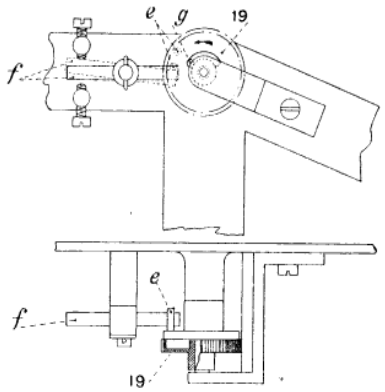


Fig. 6. — Dispositif de départ à zéro de l'aiguille ou des aiguilles indicatrices.

d'horlogerie, il faut que le curseur, à son point de départ, ne fasse pas complètement équilibre au tablier de la bascule, car, dans le cas de cet équilibrage, le fléau Y et le taquet 8 n'étant pas soulevés, le crochet 9 ne pourrait maintenir la détente armée : le point de départ du mécanisme doit donc, sauf dispositif spécial, correspondre à une position en deçà du point zéro de l'aiguille ou des aiguilles, sur leur cadran simple, double ou concentrique.

Pour éviter cette position illogique, on a fait en sorte que le remon-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tage de mécanisme consécutif à l'achèvement de chaque pesée puisse être continué après que l'aiguille ou les aiguilles sont arrêtées devant le zéro.

A cet effet, le pignon denté 19, qui engrène avec la roue de champ 2, est évidé à la manière d'un barillet et renferme (fig. 6) un ressort en spirale qui le relie avec un disque calé sur l'axe de l'aiguille des unités

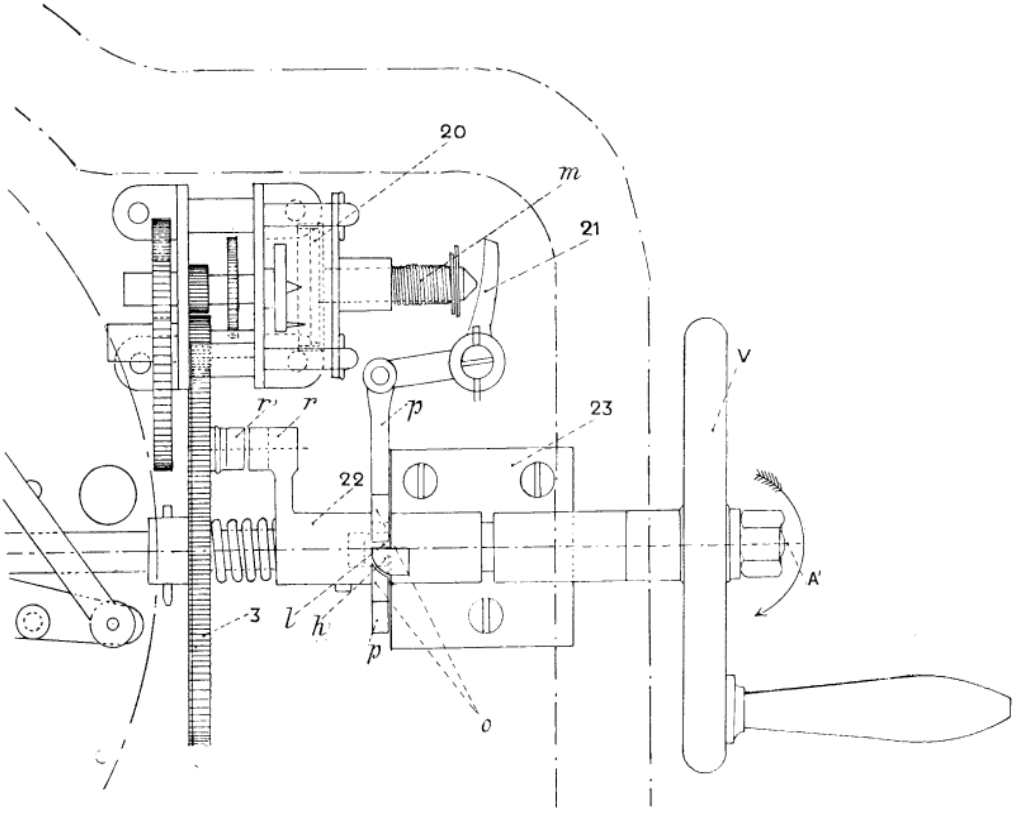


Fig. 7. — Dispositif, vu de face, du mécanisme d'enregistrement et de remontage.

Lorsque cette aiguille est arrivée en face du zéro, — et il en est tout naturellement de même, le cas échéant, pour l'aiguille des hectogrammes ou pour le zéro des chiffres sauteurs des quintaux métriques, — une goupille, *e*, fixée sur le disque, vient en contact avec une butée, *f*, qui l'arrête. Le pignon 19 continue, lui, à tourner, tendant le ressort qui se trouve dans son évidement. Lorsque, au contraire, on met en marche le mécanisme, le ressort se détend pendant la première partie de la rotation du pignon ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

puis, au moment correspondant à la position de l'aiguille ou des aiguilles ainsi que du disque à chiffres sauteurs devant le zéro, une goupille, g, placée à l'intérieur du pignon-barillet rend ce dernier solidaire du disque, de telle manière que l'un et l'autre continuent à tourner ensemble, entraînant dans ce commun mouvement l'aiguille simple ou double et les chiffres sauteurs.

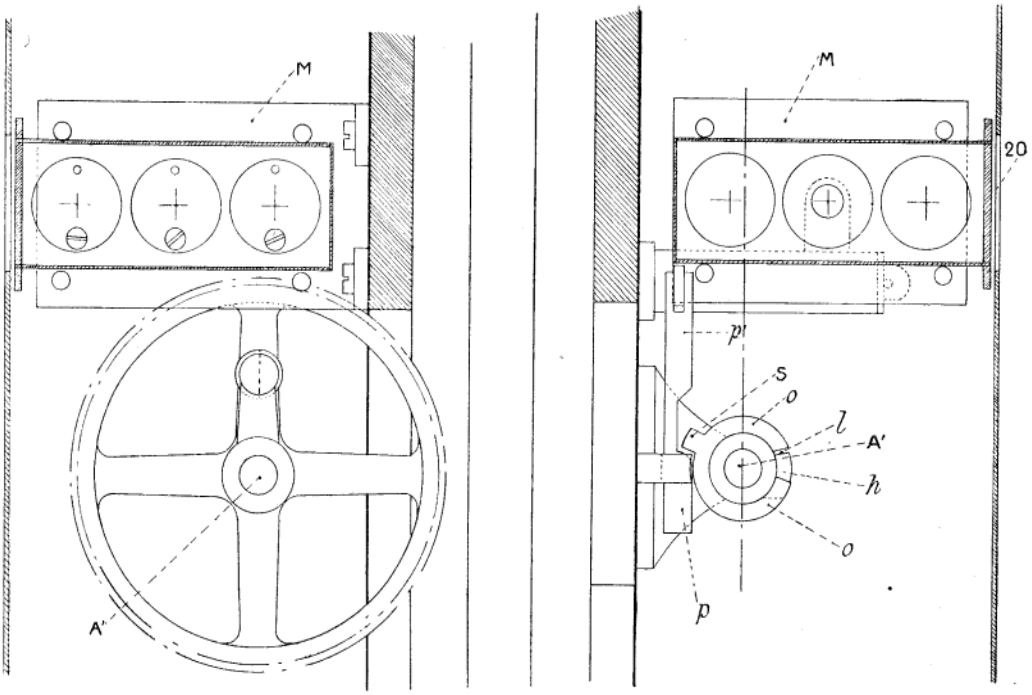


Fig. 8. — Vues latérales de la commande de l'enregistreur à pointes et du mécanisme de perforation des tickets de contrôle.

Nota. — Les trois disques que l'on aperçoit à la partie supérieure de chacune de ces deux vues correspondent respectivement aux cercles des centaines, des dizaines et des unités tracés sur les tickets de contrôle et portant les uns comme les autres, à égales distances angulaires, les chiffres 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 et 9, sans subdivisions pour les centaines et les dizaines, et avec subdivisions en dixièmes pour chacune des unités.

Enregistreur (voir les figures 1, 7 et 8). — En troisième lieu, l'arbre horizontal moteur commande, par l'intermédiaire de la roue 3, un enregistreur à pointes, M, qui, pendant l'action du remontage, peut perforer un ou plusieurs tickets *ad hoc* introduits dans l'ouverture 20 voisine du ou des cadrans indicateurs. Le mécanisme de cet enregistreur n'est autre, du reste, que celui d'une minuterie ; les pointes qui en dépendent sont fixées sur des disques réglables qui font respectivement 1/10 de tour, 1 tour et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

10 tours par centaine de kilogrammes, et un levier, 21, vient, par l'entremise d'une tige à ressort, *m*, pousser contre elles le ticket simple, ou les tickets en multiple épaisseur lorsque l'on désire avoir plusieurs exemplaires de l'enregistrement de la pesée qui vient d'être faite.

Pour remplir cette fonction, le levier 21 est commandé par une bielle, *pp*, sur laquelle s'appuie un ergot, *s*, dépendant d'un moyeu, *oo*, qui, comme on verra plus loin, participe en outre au mouvement de remontage.

L'enregistreur n'étant pas visible, il n'a pas été jugé utile de le munir d'un dispositif de départ à zéro analogue à celui qui a été décrit plus haut pour le système indicateur; et par suite, sans que cela présente aucun inconvénient, la position des pointes indicatrices au point de départ d'une pesée se trouve être un peu en arrière des zéros des tickets.

Remontage (voir les figures 1, 7 et 8). — Le mécanisme de remontage comprend un arbre A', disposé sur le prolongement de l'arbre principal A, et actionné par l'opérateur au moyen d'un volant V, qui entraîne dans son mouvement de rotation une manivelle 22. Une butée hélicoïdale, *h*, fixée sur un palier 23, fait avancer ladite manivelle à l'encontre d'un ressort antagoniste, et met en contact le bouton, *r*, de cette manivelle avec un bouton, *r'*, monté sur la roue 3 de l'arbre porte-barillet A. Lorsque l'arbre de remontage a fait un tour, l'échancrure *l* du moyeu *oo* de la manivelle se trouvant en présence de la butée *h* dépendant du palier 23, la manivelle 22 est repoussée à fond de course par le ressort antagoniste qui se détend.

Comme on le voit d'après la description qui précède, et dont nous avons emprunté les éléments aux notes que nous a remises M. l'Agent général de la Manufacture de Béthune, il suffit, pour opérer une pesée, d'exercer une légère pression (voir les figures 1 et 2) sur le bouton de manœuvre 10 placé au voisinage du ou des cadrans d'indication.

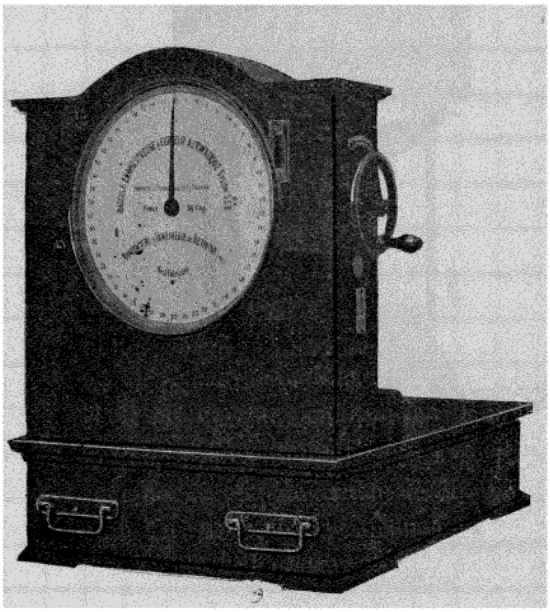
La détente est prise alors par le crochet 9 du levier de détente du mouvement d'horlogerie et laisse défiler ce dernier. Le mécanisme se met donc en marche; le chariot d'entraînement fait avancer le curseur sur son fléau, et, en même temps, fait tourner le système simple ou complexe d'aiguilles et les pointes de l'enregistreur; le curseur, enfin, lorsqu'il est arrivé au point où il fait équilibre à la charge placée sur le plateau de la bascule, tombe et entraîne avec lui le fléau Y, qui, abandonnant le taquet 8, fait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lâcher la détente qui tombe immédiatement entre les dents du rochet 5 et bloque tout le mécanisme.

Quant au remontage de l'appareil, un seul tour de manivelle suffit pour, d'abord, perforer le ou les tickets enregistreurs, puis renvoyer à zéro l'aiguille

Nota. — Il convient de rappeler ici, qu'indépendamment du type à deux cadrans contigus représenté ci-contre, la Manufacture de Béthune a prévu également, pour ses bascules de 150 kilogrammes « à l'hecto », un type à deux cadrans concentriques conformes au schéma inférieur de la figure 4 insérée ci-dessus, donnant le premier les dizaines de kilogrammes et le second les unités et fractions d'unités.



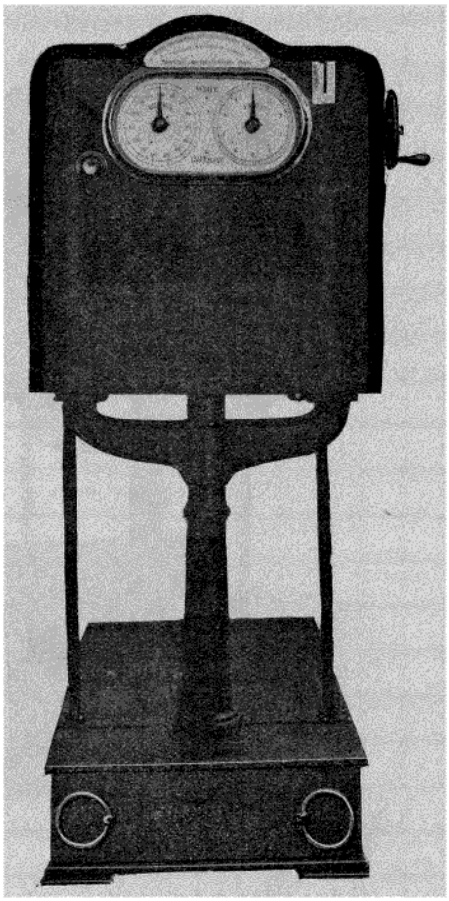


Fig. 9. — Dispositif extérieur de bascule de 50 kilogrammes « à l'hectogramme ou au demi-hecto », et de bascule de 150 kilogrammes « à l'hecto ».

ou le système d'aiguilles ainsi que le disque des chiffres sauteurs, retendre le ressort moteur dans son barillet, et replacer à leur point de départ le curseur et l'appareil d'enregistrement.

C'est ainsi que nous avons expérimenté à plusieurs reprises un spécimen de bascule de la Manufacture d'horlogerie de Béthune, de la force de 150

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

kilogrammes, à aiguille et cadran uniques (1), qui se trouve à la Station d'essais de machines agricoles dirigée avec tant d'autorité par notre collègue M. Maximilien Ringelmann, dont le très obligeant concours nous a permis de nous rendre compte de la construction rationnelle et robuste des bascules du système G. C. B.; de la grande simplicité de leur manœuvre

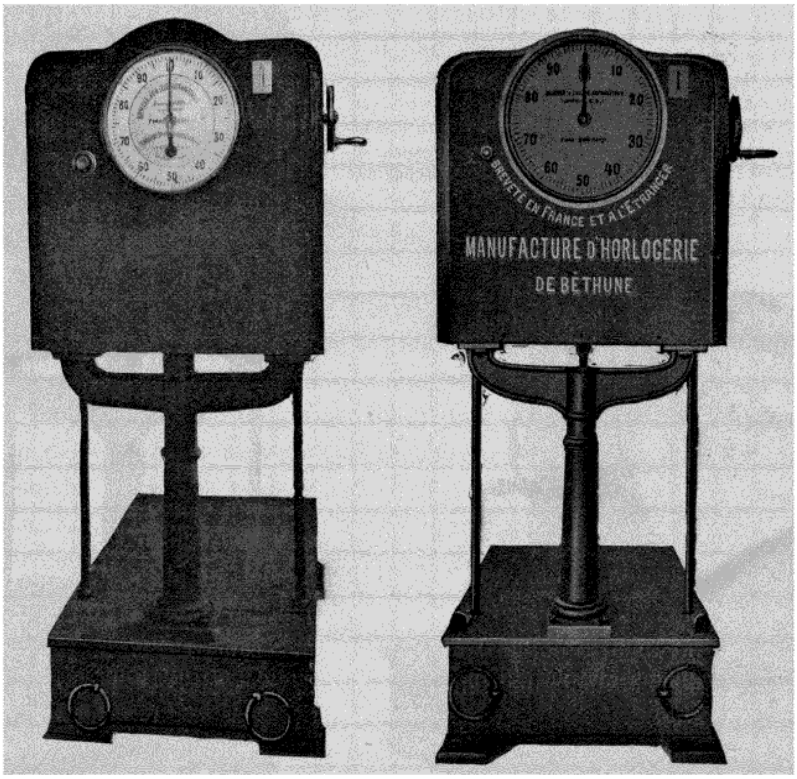


Fig. 10. — Dispositif extérieur de bascules de 500 et de 300 kilogrammes.

à la portée des personnes même le moins exercées; de la sécurité de leurs indications automatiques comme de la précision et de la commodité de leur enregistreur; de la rapidité de leur fonctionnement enfin, d'une

(1) La Manufacture de Béthune construit actuellement sa bascule automatique pour les forces de 50, 150, 300 et 500 kilogrammes, dans les dispositions extérieures que montrent les figures 9 et 10; avec variantes, — pour le type de 150 kilogrammes, — de cadran unique divisé de 0 à 150 permettant de lire le kilogramme et d'apprécier le quart de kilogramme, ou de double cadran concentrique à deux aiguilles, tel que celui que représente la partie inférieure de la figure 4 de ce Rapport, et qui se prête à l'appréciation de la charge à moins d'un hectogramme près.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

durée maxima de 8″, — sur l'appareil du type de 150 kilogrammes que nous avons examiné, — pour la pesée d'une personne ou de matières pondéreuses disposées sur son tablier, alors que cette même opération, pratiquée à l'aide d'une bascule ordinaire à romaine, peut demander environ trois ou deux fois plus de temps selon qu'il s'agit de charges dont le poids est inconnu ou bien susceptible d'être, à l'avance, approximativement déclaré.

A ces différents égards, l'emploi du genre d'appareils dont nous venons de résumer l'étude nous paraît tout à fait recommandable pour les administrations ainsi que pour les industriels ou commerçants qui ont à effectuer ou à contrôler journellement un grand nombre de pesées, et c'est dans cette pensée, Messieurs, que votre Comité des Arts mécaniques vous propose de remercier la Manufacture d'horlogerie de Béthune de sa très intéressante communication et de voter l'insertion au *Bulletin* du présent rapport avec les figures explicatives indispensables.

Signé : Léon Masson, *rapporteur*.

Lu et approuvé en séance, le 15 janvier 1909.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES

Rapport au *Comité des Arts Mécaniques*, sur les machines a griller les filés, de **M. L. Petitalot,** au nom de la *Société Électro-Textile,* par **M. Joseph Imbs.**

Beaucoup de fils, notamment ceux de coton, de laine peignée, de schappe, ont besoin pour diverses destinations d'être débarrassés aussi bien que possible du duvet superficiel que forment les bouts des fibres. émergeant du corps du fil. La grande vitesse des organes de torsion, augmentant les effets de la force centrifuge et de la résistance de l'air sur ces fibrilles superficielles, tend naturellement, dans la filature moderne, à la production de fils plus duveteux, exigeant plus impérieusement cette opération d'apprêt, qui les corrigera à ce point de vue. Cette opération est depuis longtemps pratiquée par le flambage ou grillage du fil. Une flamme convenable étant donnée, le fil la traverse, au besoin plusieurs fois, avec une vitesse suffisante et convenable préservant le fil, mais laissant se comburer le duvet. Depuis longtemps une flamme de gaz sert de préférence à d'autres pour ce but. La vitesse à laquelle doit courir le fil est très variable selon les cas, elle augmente naturellement avec la finesse du fil. Il y a toujours intérêt à une température élevée de la flamme. Les fibres du corps du fil, comprimées et sans air, la traversent impunément. Celles du duvet, saillantes dans l'oxygène ambiant, doivent être saisies et comburées instantanément plutôt que paresseusement. Comme il est aussi désirable d'autre part de pouvoir fonctionner à la plus grande vitesse possible, on a été amené à employer des flammes à haute température. Dans ce but, et aussi pour éviter sur le fil les dépôts charbonneux qu'y produit une flamme ordinaire éclairante, on emploie assez généralement la combustion du gaz d'éclairage mélangé d'air, et fournissant la flamme bleue, pâle, sans pouvoir éclairant, mais à haute température, qui est bien connue

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et obtenue de diverses manières. Enfin on a reconnu généralement aussi, même avant que l'intervention administrative ne l'exigeât, la nécessité de protéger le personnel ouvrier contre les émanations nuisibles résultant de l'opération. D'une part, le viciement de l'atmosphère, dans un atelier où un grand nombre de brûleurs sont ainsi en fonctionnement, serait inévitable s'il n'était corrigé par une ventilation convenable, d'ailleurs facile à établir. D'autre part, les résidus de la combustion des fibrilles, résidus très fins et légers, incessamment projetés par les flammes et par le fil dans la direction où il court, sont, pour le personnel ouvrier, une condition d'insalubrité, condition grave et difficile à corriger efficacement. Les poussières charbonneuses du coton, extrêmement ténues et légères, sont les plus perfides; celles de la laine et de la soie, plus désagréables à l'odorat, mais plus lourdes et moins susceptibles de rester en suspension dans l'air, sont néanmoins nuisibles.

Les machines à flamber les fils, et leurs installations, ont fait ainsi, à ces divers points de vue, des progrès successifs, dont le mémoire remis au Comité de Mécanique par M. Petitolot présente un très bon résumé, qui nous dispense de les décrire ici. Mais la description, que fait ce mémoire, des dispositions usitées jusqu'ici, n'est en réalité que le préambule de celle des très intéressants procédés et appareils spéciaux, qu'il introduit actuellement dans l'industrie, et qu'il soumet à l'attention de la Société d'Encouragement.

Les machines à griller les fils, de M. Petitalot, se distinguent de ce qui a été fait par deux points principaux :

I. — Tout l'appareil de combustion est enfermé (fig. 1 et 2) dans une boîte tubulaire verticale en fonte c, que le fil traverse de haut en bas, qui aboutit à sa base à une conduite générale d'aspiration a, et dont le fil sort en se déviant horizontalement par une fente p commodément disposée. Ni gaz brûlés, ni poussières de combustion emmenées dans le sens de leur pesanteur, ne peuvent échapper à l'aspiration qui les évacue au dehors. La boîte est fendue en deux moitiés : l'une fixe c, à l'arrière, comprenant l'appareil brûleur, l'autre mobile f avec contrepoids h, à l'avant, formant couvercle, et s'écartant du haut en pivotant autour d'une charnière horizontale g à sa jonction avec la conduite d'aspiration. Ce couvercle porte les guide-fils, qui mis à découvert et écartés pour y passer le fil, se rabattent sur le brûleur en fermant la boîte par le même levier nm qui embraye la course du fil.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

II. — Le brûleur habituel à flamme bleue de gaz est remplacé par un brûleur à incandescence électrique. Un courant à faible tension et assez fort débit porte à l'incandescence une pièce de platine que l'auteur appelle tube, qui en réalité a une section en forme d'U, de faible épaisseur, et de 10 à 15 centimètres de long selon les cas. C'est en courant au centre du creux de cette section que le fil, soumis au rayonnement des parois incandescentes, est grillé et débarrassé de ses duvets par combustion. Les pous-

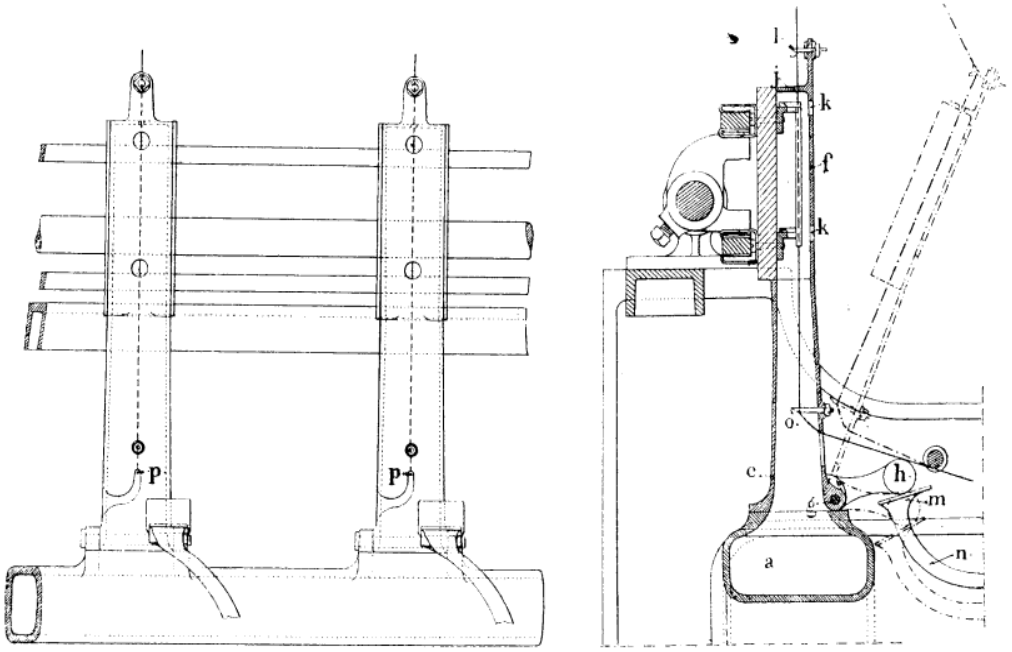


Fig. 1 et 2. — Grilleur *Petitalot*.

sières et résidus de cette combustion sont détachés par le passage du fil sur le guide racleur *o*.

Les conditions caractéristiques des machines de M. Petitalot, offrant évidemment un intérêt réel, font paraître leur emploi comme très séduisant. Il est donc permis de penser que leurs applications encore très récentes ne tarderont pas à se développer.

Nous n'insisterons pas sur la première caractéristique du système proposé, quoique ses bons effets soient certains. L'étude des meilleurs moyens pouvant assurer l'évacuation radicale des gaz nuisibles et des poussières est assurément parfaite ici; mais le progrès que réalisent ces moyens est res-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

treint, puisqu'il était déjà en grande partie atteint dans les machines antérieures les plus récentes.

Le second point caractéristique du système, c'est-à-dire l'emploi d'un brûleur par incandescence électrique, mérite surtout notre attention.

A priori, il apparaît comme très séduisant et présentant diverses conséquences avantageuses bien certaines. Assurément la régularité d'un tel brûleur serait supérieure à celle d'une flamme facilement vacillante et fournie par des dispositifs sujets à encrassement. Assurément aussi la suppression des dangers d'explosion, la grande diminution des dangers d'incendie, auraient de l'importance, et on connaît les fortes surtaxes qu'exigent les compagnies d'assurance, pour les filatures de coton, quand l'atelier de gazage n'est pas installé dans un bâtiment spécial entièrement isolé.

A côté de ses conséquences certaines et avantageuses, d'autres sont plus discutables et méritent un examen détaillé.

Si on envisage la question de dépense et de prix de revient du produit industriel par le système proposé, les calculs comparatifs de l'auteur paraissent un peu optimistes ou inspirés par un sentiment de paternité bien excusable. Les calculs à ce sujet sont d'ailleurs à refaire inévitablement en tout lieu particulier où devrait être faite une installation, car si le prix du gaz d'éclairage est déjà fort variable selon les localités, celui de l'électricité l'est encore bien plus, fort élevé parfois, presque nul d'autres fois quand elle est fournie par des forces hydrauliques. En principe, chaque intéressé aura donc à faire ses calculs particuliers, et il s'agira toujours de fournir au fil, en un point de son parcours, un certain nombre de calories dégagées. Que ces calories aient été emmagasinées sous forme de combustion dans le gaz consommé, ou bien qu'elles existent en énergie dans le courant employé, il en faudra toujours la même quantité.

La question essentielle est ici celle de la convenance du brûleur proposé pour tous les cas très variés de l'industrie quant à la qualité du produit. Cette convenance pour tous les cas ne peut être affirmée que quand une mise en pratique prolongée et suffisamment variée l'aura bien démontrée. A ce sujet, malgré des renseignements favorables reçus, nous sommes obligés, actuellement encore, de formuler certaines réserves et d'en expliquer les motifs.

L'auteur indique un courant de 3 volts et 20 ampères en moyenne, soit 60 watts, et en raison du choix du métal très résistant qu'est le platine, il

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

obtient ainsi l'incandescence. On ne peut éviter de remarquer que ce courant ne correspond qu'à un nombre assez faible de calories, nombre bien inférieur à celui que dégagerait intégralement, en brûlant en flamme bleue, un bec à gaz de 100 ou 120 litres à l'heure. Ces calories moins nombreuses sont-elles, dans ce brûleur électrique, mieux condensées pour mieux profiter à l'effet voulu ? On peut en douter, même en le comparant à un porte-flamme de forme médiocre. D'une part, l'obligation, pour le fil de suivre sans flottements la ligne rigoureuse de l'axe du tube étroit est une condition favorable pour l'utilisation du rayonnement calorique de ses parois intérieures. Mais, d'autre part, le rayonnement des parois extérieures n'est pas utilisé, et en outre une partie de l'énergie est dépensée en lumière inutile. Il n'y a donc pas probablement un meilleur rendement en effet utile à espérer ici, et on peut croire que le courant, tel qu'il est indiqué, ne convient qu'à des grillages légers, qui suffisent parfois. Pour les grillages à fond, très souvent indispensables, une température insuffisante serait mal compensée par un ralentissement du fil ou par un allongement du tube. Ces grillages à fond exigent absolument un centre à température élevée, et il faut même parfois y ramener le fil en retours répétés. Il faudra alors utiliser un courant bien plus puissant que celui indiqué ci-dessus ; mais il faut constater, qu'à ce sujet, le réglage exact de l'appareil présentera une commodité très supérieure.

Une mise en pratique suffisamment prolongée pourra seule montrer, dans les cas divers, quelle sera l'usure des tubes de platine, et dans quelle mesure cette usure grèvera et gènera l'opération.

Malgré ces réserves, les mérites des appareils spéciaux présentés ici pour le grillage des filés sont bien évidents, et le rapporteur vous propose, au nom du Comité des Arts mécaniques, de remercier M. Petitalot de son intéressante communication et d'insérer au *Bulletin* le présent rapport.

Signé : Joseph Imbs, *rapporteur.*

Lu et approuvé en séance, le 11 juin 1909.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS ÉCONOMIQUES

Rapport présenté par **M. D. Toulon**, au nom du *Comité des Arts économiques*, sur le Cinématographe de **M. C. de Proszynski.**

Le cinématographe est une des inventions récentes dont le succès a été le plus rapide. MM. Lumière prirent leurs premiers brevets en 1894, et c'est en France qu'apparurent, pour la première fois, ces vues animées qui reproduisent les mouvements réels et donnent sur un tableau la sensation de la vie.

Les vues cinématographiques sont obtenues par la projection rapide et intermittente sur un écran de vues successives qui ont été photographiées sur une bande transparente. Le mécanisme qui déplace la bande et permet de projeter quinze vues environ par seconde constitue la partie essentielle du cinématographe.

M. Casimir de Proszynski a perfectionné notablement le cinématographe et a présenté à notre Société, dans sa séance du 12 mars dernier, un appareil qui offre de remarquables avantages et constitue un progrès important.

Le principe de tous les cinématographes connus consiste à projeter une image puis à interrompre la projection par un écran interposé; pendant le temps très court de cette interruption, la première image est remplacée par la suivante; les mêmes opérations se continuent assez rapidement pour que l'œil ne perçoive pas les intervalles obscurs et que le spectateur ait la sensation d'un tableau où les objets se déplacent d'un mouvement continu.

M. de Proszynski s'est proposé d'établir un mécanisme qui permette d'effectuer plus rapidement le remplacement d'une image par les suivantes et d'augmenter par suite proportionnellement la durée de l'éclairage utile; il est parvenu à construire un appareil qui obtient ce résultat et qui évite les difficultés dues à l'inertie et à l'usure de pièces entraînées dans un mouvement rapide. En outre, M. de Prozynski a cherché à remédier au

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus grave des défauts qui trouble la vue du spectacle cinématographique, au scintillement des images ; il a réalisé ce perfectionnement par une disposition très simple et très ingénieuse, qui lui a été suggérée par l'étude patiente du phénomène et de la cause des scintillements.

Les bandes cinématographiques en usage portent une succession d'empreintes photographiques de 25 millimètres sur 19 millimètres; les bords sont munis de trous régulièrement espacés pour en permettre l'entraînement.

Le mécanisme le plus généralement employé pour déplacer les images, consiste dans un tambour denté dont l'entraînement a lieu par une croix de Malte. On peut reprocher à cette disposition de mettre en jeu l'inertie d'un organe relativement lourd et de présenter les images à des hauteurs variables dès qu'il y a quelques inégalités dans l'usure des branches de la croix de Malte qui reçoit des chocs répétés à de courts intervalles.

D'autres appareils sont munis de griffes animées d'un mouvement alternatif. Pendant leur déplacement de haut en bas, les griffes pénètrent dans les trous de la bande cinématographique, l'entraînent vivement, puis l'abandonnent pour remonter à vide et revenir au point de départ supérieur. Le mouvement des griffes est ainsi continu. L'emploi des griffes exige la prise sans vitesse sensible, pour éviter la déchirure de la bande, et l'abandon de la bande au repos à la fin de la course, afin que l'inertie n'amène pas l'image à dépasser le point où elle doit s'arrêter. Ce sont ces difficultés qui, jusqu'à présent, ont été imparfaitement surmontées, et qui nuisent au succès complet des appareils à griffes.

M. de Proszynski, à la suite d'études et d'essais qu'il poursuit depuis 1897, a imaginé un mécanisme très ingénieux qui est fondé sur l'emploi de griffes d'entraînement, mais qui résout parfaitement les difficultés du problème.

L'appareil que cet ingénieur a réalisé comprend une série d'organes qui transforment un mouvement circulaire uniforme d'une roue ou d'une manivelle en un mouvement alternatif varié des tiges qui portent les griffes. Pour faciliter l'explication du mécanisme, il est préférable d'examiner séparément le mouvement des tiges munies de griffes et la transmission intermédiaire.

Les doubles griffes A (fig. 1) sont placées à l'extrémité de tiges légères ABC, articulées en B et C à l'extrémité de manivelles pouvant respectivement tourner autour de deux points fixes M et O. Les longueurs des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

manivelles MB et OC sont telles que la rotation complète du point C autour de O, provoque un déplacement oscillatoire du point B autour de M. Avec un choix convenable des longueurs relatives AB, BC, MB et OC, lorsque le point C parcourt un cercle, le point A décrit une sorte d'ovale aplati sur un de ses côtés. Cette courbe est représentée par une ligne pointillée sur la fig. 5. Par suite, si le mouvement a lieu dans le sens de la flèche figurée sur le croquis ci-joint (fig. 1), le point A, où se trouvent les griffes, parcourt dans son déplacement de haut en bas une ligne sensiblement droite; dans le retour de bas en haut, le point A s'écarte de cette ligne, sur laquelle il revient se placer, au moment du changement de sens de sa vitesse. La bande cinématographique est entraînée pendant le mouvement de haut en bas, et abandonnée dans le retour de bas en haut. Il résulte de l'emploi de ce système que la bande est saisie et abandonnée sensiblement au moment même où la vitesse verticale des griffes change de sens et devient nulle.

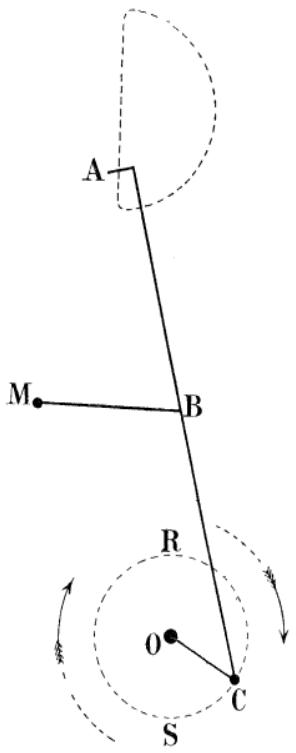


Fig. 1.

Il faut, en outre, que le déplacement des images soit très rapide, et que, par suite, la descente des griffes ait lieu dans un temps beaucoup plus court que la montée. C'est ici la partie capitale de l'invention de M. de Proszynski. Pour obtenir le résultat cherché, il faut faire tourner le point C autour de O avec une vitesse variable, beaucoup plus grande de R vers S, que de S vers R (fig. 1). Une première disposition, que M. de Proszynski avait essayée au début, consiste à prolonger la manivelle OC par une fourche OF, dans les branches de laquelle glisse le boulon G d'une manivelle tournant autour d'un axe fixe voisin P (fig. 2).

A l'inspection de la figure, on voit que, si la manivelle GP tourne d'un mouvement uniforme autour de P, la fourche articulée autour de O et conduite avec un rayon variable tournera d'un mouvement varié plus rapide dans une moitié de la circonférence que dans l'autre. La vitesse

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

maximum aura lieu lorsque le goujon G sera le plus voisin du centre de rotation O.

Cette disposition, que M. de Proszynski a réalisée dès l'année 1897, dans ses premiers appareils, ne permet pas d'obtenir pratiquement un déplacement suffisamment rapide de la bande cinématographique. Pour accélérer le mouvement dans une moitié de la circonférence, il faut, en effet, que le rapport des longueurs GP et PO se rapproche de l'unité. M. de Proszynski a reconnu que les dimensions à donner aux différents organes mettaient en jeu des forces d'inertie inadmissibles et exigeaient un trop grand allongement de la fourchette OF.

Le dernier mécanisme que M. de Proszynski a imaginé pour vaincre

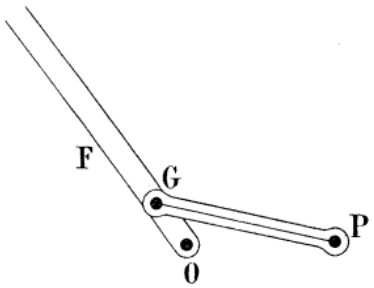


Fig. 2.

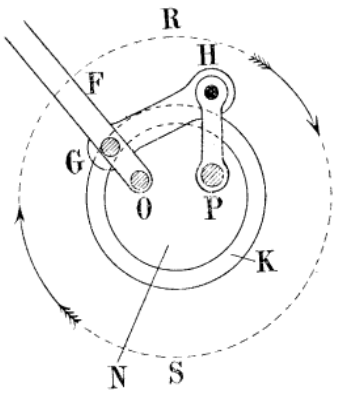


Fig. 3.

cette difficulté, consiste à conduire le goujon F par une pièce animée elle-même d'un mouvement varié autour d'un cercle. La figure 3 représente la disposition adoptée. Le goujon G est attaché à une bague K, tournant autour d'un disque fixe N, excentré par rapport à l'axe P qui commande le mouvement. La rotation de la bague est obtenue par un bras GH, oscillant autour d'un axe H placé à l'extrémité d'une manivelle HP, tournant autour de l'axe P.

En raison de l'excentricité du disque fixe N par rapport à l'axe P, le mouvement circulaire uniforme imprimé à la manivelle HP donne à la ligne K et au goujon G un mouvement varié, plus rapide de R vers S que de S vers R. Comme le disque fixe N est excentré par rapport à l'axe O, le goujon G donne à son tour à la fourchette OF un mouvement angulaire plus rapide de R vers S que de S vers R. Un volant non figuré sur le dessin est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

calé sur l'arbre P et régularise le mouvement de rotation qui doit être sensiblement uniforme autour de cet axe.

Ces dispositions sont remarquables par leur simplicité, et permettent d'augmenter la différence variable des vitesses entre les axes O et P avec une fourchette OF relativement beaucoup plus courte que dans le premier système réalisé.

L'ensemble du mécanisme, qui est représenté en perspective sur la

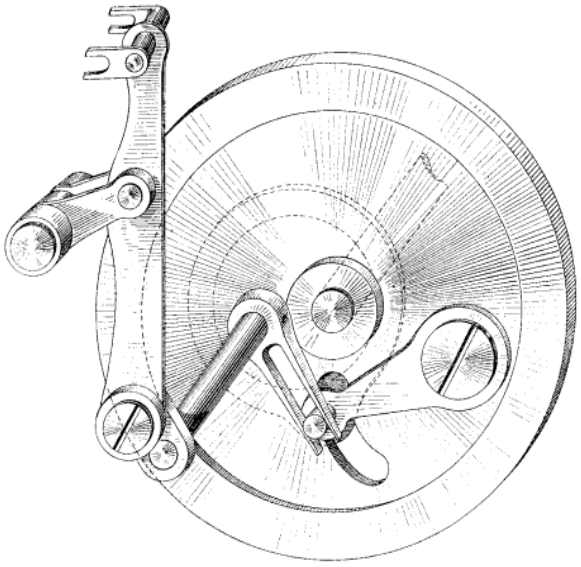


Fig. 4.

figure 4, est établi de telle sorte que les pièces animées de mouvements variés ou alternatifs sont à la fois légères et solides.

L'analyse détaillée des différentes phases du monument a permis à M. de Proszynski de déterminer les variations de la vitesse de déplacement des griffes d'entraînement. La courbe ci-jointe (fig. 5) représente ces vitesses en fonction du temps. Les griffes ont des dimensions légèrement inférieures aux trous percés dans la bande cinématographique. Les griffes pénètrent dans les trous correspondants et viennent entraîner la bande avec une vitesse qui est, au début, de $0^{m},50$ par seconde et qui augmente rapidement. Au moment du choc des griffes, la vitesse est suffisamment réduite pour éviter la déchirure de la bande. L'accélération maxima atteint environ 2000 mètres par seconde, ce qui correspond, d'après un calcul

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

approximatif, à un effort de 200 grammes dû à l'inertie de la bande ; l'expérience montre que la bande peut résister à une charge de 2 kilogrammes ; le coefficient de sécurité atteint 10 ; il est donc largement suffisant. Au bas de la course verticale, les griffes abandonnent la bande sans vitesse. Mais il faut qu'immédiatement avant ce point, on soit certain que les griffes appuient bien sur le bord inférieur des trous. L'accélération négative doit être produite. La bande est serrée par des mâchoires entre lesquelles elle glisse ; ce serrage doit être tel qu'il compense l'accélération qui doit, par suite, être suffisamment réduite. Le calcul montre qu'il suffit d'un serrage équivalent à 30 grammes dans le cas ordinaire (15 vues par seconde) ou 60 grammes exceptionnellement (20 vues par seconde). Pratiquement, le serrage est de 100 grammes, c'est-à-dire très faible ; c'est une condition très favorable à la conservation de la bande et l'un des avantages capitaux de ces nouvelles dispositions. La stabilité des images est parfaitement assurée.

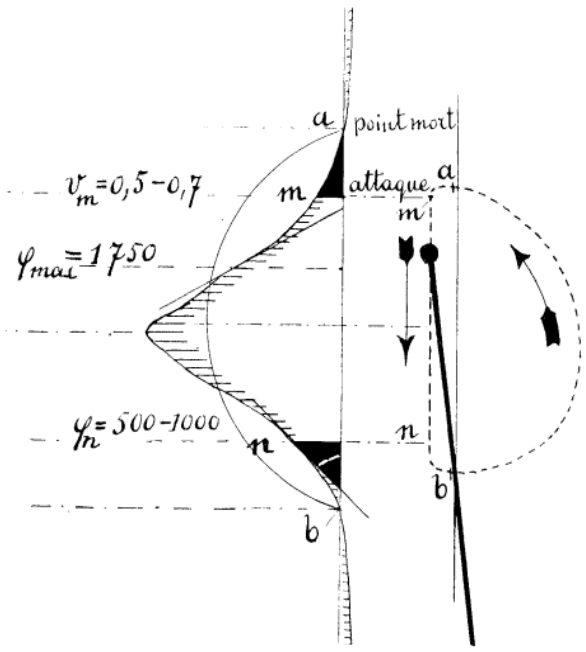


Fig. 5.

Il reste à expliquer par quelle ingénieuse disposition, M. de Proszynski est parvenu à supprimer le scintillement des images projetées.

Pour y parvenir, l'inventeur a patiemment analysé et observé le phénomène. Lorsque les occultations sont trop peu nombreuses, le scintillement est sensible ; il faut que le nombre des occultations atteigne au moins 50 par seconde pour que l'impression visuelle soit continue. D'autre part, il n'est pas nécessaire de faire apparaître 50 vues différentes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par seconde; il suffit d'en projeter 14. Il est donc nécessaire, entre l'occultation indispensable pour le changement de la photographie projetée, de faire passer un certain nombre d'écrans intermédiaires pendant la durée de la projection d'une image. Mais une seconde condition est indispensable, il faut que les occultations soient régulièrement espacées et qu'elles aient des durées rigoureusement égales. Il paraît se produire quelque chose d'analogue à ce que l'on observe en acoustique. L'oreille ne commence à percevoir un son que lorsque le nombre des chocs ou vibrations atteint un certain taux par seconde. D'autre part, il y a discordance si les chocs ne sont pas régulièrement espacés. Telle est l'explication qui peut être donnée des observations faites par M. de Proszynski.

Dès que la cause des scintillements est ainsi bien déterminée, il devient très simple de les éviter. M. de Proszynski y parvient en faisant passer des écrans régulièrement espacés devant l'image; le nombre d'occultations dépasse 50 par seconde. Pendant la durée de l'une des occultations, est effectué le changement de l'image projetée. Le résultat peut être aisément obtenu avec l'appareil imaginé par M. de Proszynski parce que le mécanisme permet un changement très rapide de l'image et que, par suite, les occultations supplémentaires réduisent peu l'éclairement total.

En résumé, M. de Proszynski a inventé un cinématographe dont le mécanisme entièrement nouveau est très bien combiné pour obtenir les meilleurs résultats pour la stabilité des images; après des recherches pratiques et des études théoriques qui ont duré plus de quatorze ans, il a perfectionné de la manière la plus heureuse la construction des cinématographes; à la suite de judicieuses observations d'un phénomène délicat, il a trouvé le moyen de supprimer le scintillement qui apporte un trouble gênant dans la vision des vues cinématographiques.

Votre Comité des Arts économiques vous propose de féliciter M. de Proszynski pour les perfectionnements réalisés dans le nouveau cinématographe qu'il a inventé et de le remercier de l'avoir présenté à notre Société. Votre Comité vous propose de voter l'insertion du présent rapport dans notre *Bulletin*.

Signé : P. Toulon, *rapporteur.*

Lu et approuvé en séance le 11 juin 1909.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

AGRICULTURE

L'AUTRUCHE. — CRÉATION DE SON ÉLEVAGE DANS LE SUD ALGÉRIEN

par **M. Guittard.**

Bien que tout le monde connaisse la plume d'autruche et l'apprécie à sa juste valeur comme une parure dont la mode sait tirer tant d'applications pour rehausser encore la splendeur des élégantes, peu de personnes savent exactement comment on se la procure, la majorité croyant toujours que c'est par la chasse des grands oiseaux qui en sont pourvus.

Il est pourtant et très heureusement un autre moyen que d'être obligé de tuer l'oiseau pour le dépouiller, ce qui aurait fini par amener depuis longtemps sa disparition totale, si un Français, M. Albert Chagot, membre de la Société d'Acclimatation de Paris, n'avait pensé le premier à assurer la conservation de cette race, par l'initiative qu'il eut en 1857, d'essayer de pratiquer le « Fermage des autruches ».

Malgré les heureux résultats qu'il obtint, M. A. Chagot ne rencontra pas d'imitateurs dans notre pays et cette industrie, qui aurait dû rester française et contribuer à faire la richesse de l'Algérie, passa aux mains des Anglais pour le plus grand profit de leur colonie sud-africaine. Cette colonie, en effet, exporte actuellement pour près de 46 millions de francs de plumes d'autruches dans une seule année, alors qu'il y a à peine 40 ans, elle n'en exportait guère que quelques milliers de francs.

Il serait grand temps que notre colonie l'Algérie voie, elle aussi, tout le profit que peut lui procurer cette industrie qui lui donnera en peu de temps des résultats au moins identiques à ceux obtenus par les Anglais dans l'Afrique du Sud. Il n'est pas douteux qu'en raison de l'absolue similitude de climat des deux pays, étant donné en outre que le Sud algérien est le vrai pays d'origine de l'autruche, son élevage n'y réussisse parfaitement.

Je vais d'abord démontrer que l'autruche a vécu autrefois en troupeaux très nombreux en Algérie et que je ne m'avance pas en affirmant qu'elle pourrait très aisément y être acclimatée à nouveau.

Puis je ferai suivre cette démonstration de renseignements et de chiffres officiels, confirmant les résultats obtenus par l'élevage de cet oiseau au Cap;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

renseignements que j'ai puisés au ministère du Commerce et de l'Industrie, ainsi que par l'analyse de mes propres recherches et de l'étude de la question que j'ai faite personnellement sur place, tant dans l'Afrique du Sud qu'au Soudan et en Algérie.

HISTORIQUE

D'après les témoignages d'auteurs anciens, l'emploi, comme parure, de la plume d'autruche remonte à la plus haute antiquité. Certains de ces auteurs citent également l'emploi de sa chair comme nourriture, ainsi que celui de ses œufs, qui servaient en outre comme objets d'ornement.

On retrouve encore sur les murs des monuments égyptiens qui remontent à 2000 ans avant l'ère chrétienne, principalement sur les fresques des nécropoles et des hypogées, des figures représentant des guerriers, la coiffure ornée d'une plume d'autruche et des chars attelés de chevaux complètement empanachés de ces mêmes plumes.

Les plus anciens livres sacrés nous apprennent que Moïse avait interdit aux Hébreux la chair de l'autruche comme nourriture immonde.

Aristophane, qui vivait au ve siècle avant Jésus-Christ, parle, dans ses écrits, des autruches du nord de l'Afrique.

Hérodote, un des plus anciens auteurs profanes, surnommé le Père de l'Histoire, en parle aussi très souvent dans ses œuvres.

Pline l'Ancien, célèbre naturaliste romain, cite dans ses principaux ouvrages, encore estimés de nos jours, les nombreux troupeaux d'autruches qui vivaient dans les pays qui sont aujourd'hui la Tunisie, l'Algérie et le Maroc (1).

Domitien, empereur romain de 81 à 96, se servait de ces oiseaux en guise de jeux de massacres, tellement on les rencontrait en bandes nombreuses.

Plus tard, à Rome, on estimait que la chair de ces oiseaux était digne de figurer sur la table des empereurs, et l'un d'eux, Héliogabale, fit figurer dans un seul festin 600 cervelles d'autruches.

Au moyen âge, grâce aux relations commerciales avec l'Italie, les dames de la noblesse aimaient embellir de plumes d'autruches leur toque de velours, ainsi que dans les tournois les chevaliers leur casque.

Depuis Charles VI il y avait un officier « austruchier » à la cour des rois de France, lesquels ne dédaignaient par de se parer de cette belle plume, témoin le célèbre panache d'Henri IV.

Actuellement, nous voyons encore tous les chefs arabes arborer dans les

(1) Chacun de ces auteurs donne des descriptions très détaillées des costumes dans lesquels les plumes d'autruches figuraient comme ornement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grands jours d'énormes « cabbous » formés uniquement de plumes d'autruches brutes provenant des dépouilles d'oiseaux tués par leurs ancêtres et d'une valeur qui va souvent jusqu'à 4000 francs. Rien n'est plus curieux qu'un chef arabe la tête recouverte de ce volumineux ornement rappelant, en plus grand, l'ancien bonnet de nos grenadiers (1).

Enfin l'on rencontre même à l'heure actuelle, dans certaines régions peu parcourues du sud de l'Algérie, de nombreuses coquilles d'œufs d'autruches provenant de pontes anciennes.

Il est donc hors de doute, avec de tels témoignages et de telles preuves, que depuis la plus haute antiquité jusqu'à nos jours, l'autruche a bien habité l'Algérie, d'où elle n'a, du reste, disparu que depuis 1871, devant l'envahissement et les chasses incessantes.

Elle a peu à peu été refoulée dans le Sahara qu'elle a fini par traverser entièrement pour se réfugier dans les régions inaccessibles et plus hospitalières du Touat et du Soudan.

Mais enfin, ce fait reste bien acquis : que les régions des Hauts-Plateaux et du Sud algérien ainsi du reste que du sud tunisien et marocain étaient le véritable habitat de l'autruche. Si elle y était ramenée, elle s'y retrouverait bien chez elle et pourrait donc y vivre et se reproduire mieux que partout ailleurs.

A remarquer que je dis bien le *Sud* et non le Nord de l'Algérie, où l'on a malheureusement tenté à tort l'élevage de ces oiseaux, sans se rendre compte qu'il n'y avait jamais habité à l'état sauvage, le climat humide du littoral lui étant, en effet, absolument impropre.

MŒURS DE L'AUTRUCHE

Si ses plumes sont belles, on ne peut certes pas dire que l'autruche soit un oiseau bien gracieux. Avec ses grandes jambes demi-nues, son long cou dénudé qui supporte une petite tête chauve et calleuse, elle n'a, en effet, rien d'élégant. Sa taille, qui va de 2 mètres à $2^{m},50$, en fait l'oiseau le plus grand de la classe des échassiers, et son poids varie de 40 à 60 kilogrammes quand il a atteint l'âge adulte.

(1) Les vieux Arabes se souviennent encore très bien s'être livrés eux-mêmes à des chasses à l'autruche, ou avoir entendu le récit de ces chasses par leurs ancêtres. — Le général Margueritte a raconté lui-même les nombreuses chasses à l'autruche qu'il fit avec ses cavaliers de 1850 à 1858; la 1re année il avait tué 70 oiseaux dont 30 mâles, et les années qui suivirent ne furent pas moins heureuses que la première. — Le général Daumas, dans son ouvrage sur le cheval arabe, cite également de nombreuses chasses à l'autruche dans le Sud algérien, en affirmant notamment l'endurance de ces deux animaux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ses ailes terminées par un éperon sont impropres au vol et ne lui servent même pas dans sa course, qui est cependant si rapide qu'elle distance sans peine le meilleur cheval lancé à sa poursuite; et elle franchit, quand elle ne peut les contourner, des obstacles parfois très élevés ou très larges, de même qu'elle nage avec la plus grande facilité (1).

L'autruche est d'une stupidité telle que la moindre peur lui fait souvent courir des dangers, son affolement ne lui permet même pas d'entrevoir.

En temps ordinaire, cet oiseau est en effet un animal très doux mais très craintif, que les chiens, les éclairs et les coups de tonnerre épouvantent tout particulièrement, et en général tous les bruits violents et toutes les surprises.

A l'époque des amours cependant, les autruches deviennent terribles, surtout le mâle, d'un tempérament plus combatif que la femelle qui se montre très douce dès qu'elle commence à couver pour devenir absolument féroce aussitôt que sa progéniture a vu le jour.

Pendant cette période, il est nécessaire de prendre de grandes précautions pour les approcher, si l'on ne veut pas être accueilli à coups de pied fort dangereux et très difficiles à esquiver.

En toute autre saison, l'autruche s'apprivoise facilement surtout quand elle est jeune. Il est aujourd'hui absolument reconnu, comme plusieurs explorateurs l'ont du reste rapporté, que dans presque toutes les régions de l'Afrique habitées par cet oiseau, il n'est pas rare d'en rencontrer d'assez nombreux troupeaux allant au pâturage avec d'autres animaux domestiques (surtout des chevaux et des moutons) de la même tribu, tout aussi bien que chez nous les oies et les dindons d'une même ferme. Quand elle est domestiquée, elle accourt à l'appel de l'homme qui a l'habitude de la soigner et se laisse caresser par lui, et même enlever des plumes sans opposer de résistance.

L'autruche qui ne doit son appétit proverbial qu'à sa manie d'ingurgiter tout ce qui brille, objets qu'elle ne digère du reste pas, se nourrit surtout de plantes vertes, d'herbes et de grains. C'est pour cette raison qu'avant la conquête de l'Algérie on la rencontrait surtout dans les daïas des Hauts Plateaux, où elle trouvait abondamment des grains, de l'herbe et de jeunes arbustes salés et alcalins qu'elle affectionne particulièrement.

Mais si elle préfère ces derniers, elle ne se montre pas difficile pour un autre genre de nourriture et vit très bien avec d'autres plantes, même des feuilles de figuier de Barbarie.

Elle se nourrit aussi volontiers d'insectes, parmi lesquels elle a une prédi-

(1) Livingstone a reconnu que l'autruche peut faire 42 kilomètres à l'heure.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lection marquée pour les sauterelles et les criquets dont elle est très friande. Cependant elle prend toujours sa nourriture très délicatement, de-ci, de-là, sans jamais rester un moment à la même place.

Elle absorbe aussi des os et quantité de petits cailloux qui l'aident à triturer ses aliments dans l'estomac et lui facilitent la digestion.

Si l'autruche boit peu à la fois, elle boit souvent et il lui faut une eau très claire et limpide, car dans le cas contraire elle préfère endurer la soif; et enfin elle est heureuse quand elle peut se baigner.

ESSAI D'ÉLEVAGE EN ALGÉRIE

J'ai déjà dit que pour remédier aux dangers de la chasse à l'autruche, qui n'aurait certainement pas manqué d'amener la rapide disparition de cette race, et par suite de porter un coup mortel au commerce de ses plumes, un Français, M. A. Chagot, eut le premier l'idée de la domestiquer.

Cette idée n'était d'ailleurs pas une innovation, certains indigènes la pratiquant déjà dans les diverses contrées de l'Afrique habitées par l'autruche, quand ils réussissaient à capturer et à apprivoiser de jeunes autruchons sauvages. Ceux-ci, en grandissant, s'entendaient très bien avec les moutons, qu'ils suivaient facilement au pâturage pendant la journée, pour rentrer le soir avec eux. Malheureusement les indigènes ne conservaient jamais ces oiseaux devenus adultes, parce qu'ils devenaient méchants et même dangereux, le mâle surtout aux moments des amours, et qu'ils ne savaient pas en tirer profit.

M. A. Chagot, qui avait déjà fait beaucoup de sacrifices pour tenter des essais d'élevage, offrit en 1857 une prime de 2000 francs, pour encourager l'initiative qu'il avait eue lui-même. Cette prime fut allouée deux ans plus tard à M. Hardy, directeur du jardin d'essai d'Alger, qui avait réussi à obtenir plusieurs reproductions de ses couples d'autruches.

Malheureusement, à part quelques autres essais tentés à Marseille, Grenoble, Madrid, Florence, l'initiative de M. Chagot ne rencontra pas d'imitateurs français et c'est dans l'Afrique du Sud qu'elle fut mise en pratique. On lira plus loin les heureux résultats que des spéculateurs avisés y ont obtenus.

Plusieurs essais furent bien faits en Algérie, mais malheureusement les fermes ayant été établies non loin du littoral, les résultats obtenus ne furent pas satisfaisants, les conditions climatériques nécessaires à cet élevage n'ayant pas été observées. Il est en effet impossible, dans cette région, d'abriter les animaux des vents du nord et de l'ouest, de leur donner un terrain assez vaste parfaitement horizontal et *surtout très sec*, précautions indispensables pour réussir, d'autant plus que près de la mer le climat est forcément toujours très humide, autre circonstance des plus préjudiciables à l'autruche.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un ingénieur civil de grande valeur, M. Oudot, qui a fait à ce sujet de remarquables études, cite dans son intéressant ouvrage : *Le fermage des autruches* plusieurs tentatives dont la première de toutes fut celle du Jardin d'essai du Hamma, appartenant à la Compagnie algérienne, dont le directeur, M. Ch. Rivière, peut être considéré comme le véritable promoteur de cette lucrative industrie. C'est grâce à lui que nous possédons aujourd'hui de magnifiques oiseaux reproducteurs de la plus belle espèce qui sont et resteront les plus purs spécimens de la race barbaresque.

Plus tard, en novembre 1878, MM. Gouverneur, Brion, Laloue, Lebrun, Nebours, Duflot, Adolphe et Arsène Vial, se constituèrent en société et vinrent établir un parc aux environs d'Alger à Aïn Marmora, près l'embouchure du Mazafran, dans un domaine d'une superficie de 200 hectares environ, où ils mirent 20 autruches qui avaient été vendues pour le Jardin d'essai d'Alger. Le résultat ne fut pas heureux par suite du manque d'expérience, de la mauvaise exposition du parc et du climat défectueux.

M. Oudot mentionne aussi l'essai du capitaine Crépu à Misserghin, sans s'y arrêter cependant, les fonctions très importantes du capitaine ne lui ayant pas permis de suivre avec tout le soin voulu le développement de son parc, qui avait du reste été également installé dans un climat impropre à l'élevage de l'autruche.

En 1878, une riche Anglaise, Mme Carrière, acheva à Kouba, près d'Alger, l'installation d'un parc dans lequel elle mit un certain nombre d'autruches dont 21 fournies par le Jardin d'essai d'Alger. Mais ce parc fut plutôt un but de promenade et ne donna pas non plus de résultat, car on ne se préoccupa aucunement de celui pour lequel il avait été créé. Il fut racheté par une société que constitua M. Louis Say, lequel devait le transférer sur un autre terrain mieux choisi, celui sur lequel il avait été établi étant beaucoup trop en pente, alors qu'il faut aux autruches un terrain le plus plat possible, pour leur éviter les maladies des pieds et des jambes auxquelles elles sont sujettes dans un pays accidenté. D'autre part, il recevait en plein les vents du nord et de l'ouest.

Mais l'éleveur qui se passionna réellement pour cet élevage fut, sans contredit, M. Jules Forest qui a fait sur ce sujet de nombreuses conférences et communications relatant les études et recherches qu'il avait commencées depuis 1876.

Malgré tous ses efforts, il ne put malheureusement jamais obtenir l'autorisation d'établir un parc d'élevage sur le territoire militaire des Zibans, où il était certain de réussir, comme il le dit en 1893 dans une communication qu'il fit à la Société nationale d'Acclimatation de Paris : « En ma qualité d'éleveur, je fais les affirmations suivantes : Je crois à la possibilité de reconstituer de nombreux troupeaux d'autruches dans le sud algérien ; j'ai la conviction qu'en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

important dans une oasis un nombre de reproducteurs bien installés et soignés convenablement, le bon effet du climat saharien qui est nécessaire à ces oiseaux ne tardera pas à produire son effet naturel, soit une reproduction naturelle et normale. »

Et dans une conférence qu'il fit plus tard en 1896 à la Société de Géographie commerciale de Paris, laquelle a été reproduite dans le Bulletin de cette dernière, page 605 et suivantes de cette année-là : « ... Dès 1876, mes études et mes recherches préparatoires avaient comme objectif les oasis sahariennes. Ma première exploration de 1879, dont le but était la création d'une autrucherie à Biskra, fut arrêtée dans son cours par l'insurrection de l'Aurès qui, en m'empêchant de pénétrer dans le Sud, me fit engager dans une expérience désastreuse à Misserghin, province d'Oran. L'espoir de créer là un centre de production d'oiseaux pour repeupler le Sud, n'a pu être réalisé pour des raisons d'ordre complexe, malgré tous les sacrifices de temps et d'argent. Malgré cet échec, ma conviction reste immuable, ma confiance est absolue. Je crois à la possibilité de reconstitution de nombreux troupeaux d'autruches dans le Sud algérien. Cette reconstitution aurait comme conséquence des résultats bien dignes de la sollicitude bienveillante du gouvernement français ; ils méritent l'attention de tous les amis de l'Algérie... »

Ainsi qu'on vient de le voir, les essais d'élevage de l'autruche qui ont été faits en Algérie, n'ont pas donné les résultats espérés, surtout pour cette raison qu'ils ont toujours été faits au bord de la mer. Or il est impossible de réussir dans ces conditions, l'air marin étant absolument préjudiciable à cet oiseau à qui il faut au contraire un climat très sec. — En résumé il est impossible de mener à bien l'élevage de l'autruche au nord de l'Algérie.

L'ÉLEVAGE DANS LE SUD DE L'AFRIQUE

Quand M. A. Chagot eut démontré, en 1857, la possibilité de pratiquer avec succès l'élevage de l'autruche, divers autres essais, qui donnèrent également des résultats, furent faits par plusieurs fermiers de la colonie du Cap, lesquels crurent voir là une nouvelle source de richesse.

Les débuts furent naturellement difficiles, vu le manque d'expérience et ce n'est qu'à partir de 1865 que l'on put considérer cette nouvelle industrie comme appelée à un grand avenir.

Avant cette époque, en effet, la colonie du Cap n'exportait qu'une très petite quantité de plumes d'autruches provenant toutes de l'Intérieur où Européens et indigènes se les procuraient uniquement par la chasse. Mais comme en une seule année il fut exporté pour plus de 70 000 livres st. (1 750 000 francs) de plumes d'autruches sauvages, ce chiffre donna à réfléchir et c'est alors que l'on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

songea réellement à domestiquer cet oiseau, M. A. Chagot d'une part et M. Hardy, directeur du Jardin d'essai d'Alger de l'autre en ayant démontré la possibilité.

Il y eut bien de grosses objections contre cette théorie, telles que croyance en la non-reproduction des autruches à l'état domestique, qualité inférieure de la plume ainsi obtenue à la plume sauvage, etc., mais comme en Europe la demande ne faisait qu'augmenter en proportion des goûts de luxe, l'idée de domestication finit par triompher de ces préjugés.

Quelques gros fermiers tentèrent de timides essais qui, s'ils échouèrent chez quelques-uns vu le manque d'expérience, réussirent admirablement chez d'autres grâce à la bonne influence atmosphérique du pays et surtout à l'opiniâtreté déployée par ces derniers, parmi lesquels il ne faut pas oublier que les premiers de tous furent encore deux Français, MM. Édouard et Jules Verreaux, qui obtinrent très rapidement des résultats.

Le premier recensement officiel effectué en 1865 accusa dans toute la colonie du Cap un chiffre de quatre-vingts (80) autruches domestiques. Mais c'est en 1869 seulement que M. Douglas d'Hatherton, district d'Albany, ayant perfectionné un incubateur de son invention, on comprit par les résultats qu'il en obtint tout le véritable profit que l'on pourrait tirer de cette entreprise.

En 1865, M. Douglas ne possédait en effet que trois autruches qui, malgré les mécomptes qu'elles lui donnèrent au début, ne tardèrent cependant pas à lui donner toute satisfaction quand il eut perfectionné son incubateur : en moins de dix ans le nombre de ses autruches était monté à neuf cents.

La possibilité d'apprivoiser ces oiseaux était donc démontrée, comme le prouva du reste un autre recensement officiel effectué en 1875, portant le nombre des autruches domestiques existant dans la colonie du Cap à cette époque à 22 021.

Aussi augmente-t-elle dans des proportions surprenantes ainsi qu'en fait foi un relevé officiel disant qu'en 1880 il y avait déjà pour plus de 8 millions de livres sterling (plus de 200 millions de francs) de capitaux engagés dans cette entreprise. Pour cette seule année l'exportation des plumes s'est élevée à 163 065 livres poids (de 453 grammes) et en valeur à 883 632 livres sterling (22 311 708 francs).

En 1882 on exporta 252 954 livres poids de plumes, d'une valeur de 1 093 989 livres sterling (27 623 222 francs).

Mais il y eut alors surproduction et les prix tombèrent jusque vers 1890, époque à partir de laquelle les demandes augmentant à nouveau, ils reprirent le dessus, et depuis 1895 le chiffre des exportations de plumes n'a cessé d'aller en progressant toujours d'une façon régulière et constante dans des proportions considérables, donnant pour la seule année de 1907 un chiffre de 45 808 802 fr.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il était évident que de tels résultats finiraient par faire naître l'idée de tenter cet élevage dans d'autres pays et dès 1878 ce furent encore deux Français qui créèrent une autrucherie en Égypte, à Matarich près du Caire, laquelle ne tarda pas à prospérer.

En 1881 plusieurs propriétaires de la République Argentine achetèrent un total de 660 autruches dans la colonie du Cap, ce qui commença à émouvoir le gouvernement sud-africain et lui fit établir un droit de sortie excessif sur les autruches (2 500 fr. par oiseau) et les œufs d'autruche (125 fr. par œuf).

En Californie et dans l'Arizona (États-Unis), il existe déjà un assez grand nombre de fermes d'autruches et dans ce dernier État il a été compté, en 1905, 2 200 oiseaux.

Quand M. Roume était gouverneur général de l'Afrique Occidentale française, il se préoccupa beaucoup de cet élevage, les heureux résultats obtenus par le capitaine Frotté, commandant du cercle militaire de Goumbou au Soudan, lui ayant fait entrevoir une nouvelle source de revenus pour la colonie. Il confia au Dr Decorse la mission d'étudier cette question et le rapport que ce dernier déposa en 1905 est tout en faveur de la possibilité de cet élevage.

A Madagascar également, des essais ont été tentés depuis 1902 et les résultats obtenus jusqu'à ce jour y laissent supposer le meilleur avenir à cette industrie.

C'est dans la crainte de voir ces essais s'étendre encore et de perdre ainsi le monopole exclusif de production de plumes d'autruches, que le Parlement du Cap a remplacé les droits de sortie par une loi (qui a été votée à l'unanimité en 1906) prohibant la sortie de ces oiseaux et même des œufs, sous peine d'emprisonnement.

FERMAGE

Bien que les éleveurs du Cap aient cru pendant longtemps que les dimensions des enclos devaient être aussi étendues que possible, dans le but de donner plus de facilité à l'oiseau pour trouver une nourriture suffisante, ils ont compris que l'élevage en espace restreint était préférable, cette façon de procéder ayant donné dans certains districts de meilleurs résultats.

C'est certainement ce genre d'élevage qu'il faudra choisir en Algérie, pourvu qu'il y ait de l'eau courante et de l'eau d'irrigation. Or dans la région que j'ai étudiée l'eau ne manque pas, fournie par de nombreux puits artésiens qui donnent une moyen de 800 litres d'eau à la minute. Il n'y aura donc qu'à forer le nombre de puits nécessaires, ce qui sera facile et relativement peu coûteux, puisqu'il existe des ateliers de forage à Biskra.

On pourra semer de la luzerne qui est certainement l'herbe que l'autruche

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

affectionne le plus et qui est en même temps la plus fortifiante. L'orge et les autres grains y viennent admirablement, et il sera facile d'y obtenir des légumes verts, choux et salades, indispensables aux jeunes autruchons. Et enfin le figuier de Barbarie y croît à profusion, sans qu'il soit même besoin de s'en occuper, ce qui est appréciable puisque pendant les fortes chaleurs il peut avantageusement remplacer toute autre nourriture, en même temps qu'il fera une merveilleuse clôture.

L'élevage en espace restreint a encore l'avantage de rendre l'autruche plus familière, autre circonstance non moins appréciable, vu la stupidité naturelle de cet oiseau qui à la moindre alerte est pris d'une frayeur telle qu'il ne voit plus rien, ce qui occasionne parfois et même assez souvent des accidents qui peuvent entraîner la mort.

Une précaution absolument indispensable à prendre est d'empêcher les chiens d'approcher des enclos, car les autruches, je l'ai déjà dit, en sont très effrayées; elles se jettent alors contre les clôtures et on peut attribuer à cette cause une grande partie des accidents qui surviennent.

Mais il est avant tout nécessaire de choisir soigneusement la région où l'on installera l'autrucherie de telle sorte qu'elle soit à l'abri des vents du nord et de l'ouest, jouissant d'un climat très sec, sur un terrain plat, plutôt sablonneux et pourvu d'eau limpide.

La question de clôture est une des plus importantes. Au Cap, les palissades ont généralement de $1^{m},50$ à 2 mètres pour les oiseaux âgés de trois ans; on se sert de poteaux en bois ou en fer fixés solidement en terre à 4 mètres de distance et supportant 3 ou 4 rangées de fils de fer assez gros, placés à environ 35 ou 50 centimètres sur ces poteaux de soutènement. Une traverse en bois est posée sur toute la longueur de la clôture de façon que les oiseaux puissent apercevoir l'obstacle et ne viennent pas se jeter contre les fils de fer. Pour les séparations des oiseaux reproducteurs, on entrelace des branches d'arbres garnies de leurs feuilles pour rendre la séparation encore plus apparente.

Quant aux autruchons, on les laisse courir presque en liberté dans la propriété jusqu'à l'âge de trois ans.

Cependant j'estime que ces palissades ont le grave défaut de ne pas isoler complètement chaque couple reproducteur, ce qui est souvent cause de graves accidents, surtout au moment du rut, vu le naturel excessivement jaloux de ces oiseaux, soit mâle, soit femelle.

En Algérie, on pourra très facilement obvier à cet inconvénient au moyen de feuilles de palmiers (djérids) avec lesquelles on peut faire des clôtures d'une extrême solidité et parfaitement opaques, tout en ayant de plus le grand avantage de coûter bien meilleur marché.

Le parc tout entier peut être entouré extérieurement de cactus (figuier de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Barbarie) qui, je le répète, ne nécessite aucun soin, pousse avec une rapidité surprenante et parvient à former une clôture impénétrable.

PONTE ET INCUBATION NATURELLE

A l'état libre ou quand elles sont réunies en troupeau, au moment du rut, un mâle et une femelle sympathisant ensemble, après quelques jours d'une cour assidue de la part du mâle, forment un couple qui se sépare du reste du troupeau en cherchant à s'isoler complètement. Mais ces préliminaires ne se passent généralement pas sans accrocs et batailles quelquefois très graves entre rivaux, batailles finissant souvent par la mort des deux oiseaux.

C'est la première des raisons pour lesquelles l'élevage en espace restreint est bien préférable, car ainsi l'accouplement se fait d'une façon fort simple. Cela permet en outre de mieux connaître ses sujets, dont on peut plus facilement surveiller l'alimentation et la conduire suivant le tempérament de chacun, selon que le mâle ou la femelle sont plus ou moins ardents l'un que l'autre.

Et puis enfin, il permet de séparer les rejetons de chaque couple de façon à empêcher plus tard les alliances consanguines dont le résultat est toujours mauvais.

Il est facile de s'apercevoir que le mâle entre en rut par la teinte très rouge que prennent son cou et ses cuisses, ainsi que par les vrais rugissements qu'il pousse à ce moment. Du reste, à l'approche de cette période, il commence à préparer le nid qu'il creuse lui-même dans le sable qu'il est bon de mettre à cet effet dans le parc, à l'endroit qui paraît le plus convenable pour cela.

Un couple d'autruches, qui couve lui-même ses œufs, ne donne guère, en deux fois, plus de 30 à 35 œufs par an, lesquels sont loin de donner tous un autruchon vigoureux qui ait des chances de devenir lui-même adulte. Il est en effet bien rare qu'une couvée se termine normalement, c'est-à-dire sans rencontrer une foule de circonstances, accidents ou maladresses qui viennent en compromettre le résultat, ou encore une frayeur inconsidérée de l'oiseau qui couve, laquelle risque de lui faire casser tous les œufs. Et puis dans une couvée, il y a toujours un certain nombre d'œufs non fécondés.

La femelle couve toujours la première et pendant le jour. Elle est remplacée le soir par le mâle qui couve à son tour toute la nuit. S'il pleut, il couve nuit et jour. Chaque fois que l'un des deux vient prendre son tour de couvaison, il retourne très adroitement tous les œufs avec son bec, de façon que la partie qui touchait le sol reçoive pendant un temps égal la chaleur de son corps.

L'incubation dure généralement de 42 à 45 jours et quand le poussin frappe la coquille, le père l'aide à venir au monde en la cassant lui-même très délicatement avec son sternum.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quand il apparaît, le poussin est absolument inerte, mais pour peu de temps, la chaleur que lui communiquent ses parents sous leurs ailes lui donnant rapidement une énergie qui le fait tout de suite se livrer à des gambades aussi désordonnées que maladroites.

Il est très difficile de distinguer le mâle de la femelle chez les autruchons ; ce n'est que lorsqu'ils atteignent l'âge de douze mois que les plumes du mâle commencent à devenir noires, tandis que celles de la femelle conservent leur couleur grisâtre, bien que, chez l'un comme chez l'autre, les plumes provenant du dessous des ailes soient blanches.

INCUBATION ARTIFICIELLE

Pour un début d'installation, le nombre d'autruchons obtenus en n'employant que l'incubation naturelle seulement ne serait pas suffisant pour augmenter rapidement le nombre des oiseaux de la ferme ; aussi sera-t-il préférable d'imiter les fermiers du Cap quand ils ont commencé à pratiquer cet élevage, c'est-à-dire d'employer aussi l'incubation artificielle. Ce procédé demande naturellement une certaine pratique, car c'est une opération très délicate, pour laquelle il est nécessaire d'avoir une connaissance spéciale et qui demande une surveillance de tous les instants, mais qui permettra au troupeau de prendre un grand développement.

Un couple d'autruches bien entretenu, ayant une nourriture appropriée ainsi qu'il convient au moment de la ponte, donne annuellement une moyenne de 40 à 45 œufs si l'on prend la précaution de retirer les œufs du nid dès qu'ils ont été pondus, et si l'on continue de la même façon, on a vu assez souvent ce chiffre monter à 60 œufs ; on a même pu obtenir ainsi, rarement il est vrai, jusqu'à 70 et 80 œufs.

On peut également donner deux femelles à un mâle, comme le faisait au début M. Douglas, le plus important fermier du Sud africain, qui put dans une famille ainsi composée compter, dans une seule année, jusqu'à 188 œufs, lesquels mis dans un incubateur lui ont donné 133 autruchons, dont 115 sont arrivés à l'âge adulte. Cet exemple, émanant d'une source aussi digne de foi, est à retenir pour un début.

Mais pour ne pas être taxé d'exagération, je prends le minimum de ponte, c'est-à-dire 40 œufs.

En en soumettant la plus grande partie à l'incubation artificielle, il faut déduire une moyenne maxima de 15 p. 100 d'œufs non fécondés ou ratés à l'incubation. Il reste donc 34 œufs qui donnent ensemble 34 autruchons, lesquels sont assez délicats jusqu'à l'âge de trois mois, après quoi on peut les considérer comme sauvés ; mais cela oblige à compter une certaine mortalité,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui dans une autrucherie bien dirigée ne peut cependant pas dépasser 20 p. 100.

Ce nombre de 34 autruchons sera ainsi réduit, en tenant compte des petits accidents possibles, à un strict minimum de 25 poussins qui arriveront très certainement à l'âge adulte, c'est-à-dire à trois ans et demi environ, âge auquel ils peuvent à leur tour se reproduire.

Le tableau suivant donnera, d'après cet exposé, une idée de la rapidité avec laquelle peut s'augmenter un troupeau de 24 couples d'autruches :

Années.	Couples d'autruches pondants.	Produits réussis en autruchons.	Nombre total des autruches.
1re	24	»	48
2e	24	600	648
3e	24	600	1 248
4e	24	600	1 848
5e	48	1 200	3 048
6e	72	1 800	4 848
7e	96	2 400	7 248
8e	120	3 000	10 248

On voit par ce tableau, qui ne donne que le strict minimum de production, à quels chiffres énormes on pourrait arriver en continuant à se servir de l'incubation artificielle. On pourrait donc la supprimer au bout de quelques années et laisser les parents couver seuls leurs œufs, ce qui permettrait de mieux surveiller l'amélioration de la race. C'est ainsi, du reste, que les Anglais ont opéré au Cap, et ont fait ensuite des croisements avec l'autruche du *Nord* de l'Afrique.

CHOIX D'UN INCUBATEUR

En 1879, M. Oudot inventa un incubateur qui lui donna certainement des résultats, mais qui ne peut cependant pas être comparé avec ceux dont les éleveurs anglais se servent dans l'Afrique du Sud, et cela pour la principale raison que ces derniers se rapprochent davantage du travail de l'incubation naturelle.

En effet, dans l'incubateur Oudot, la source de chaleur se trouve placée directement *au-dessous* des œufs et le courant d'air humide *au-dessus*, ce qui est absolument le contraire de la réalité quand l'oiseau couve ses œufs.

A ce moment il leur transmet la chaleur de son corps en se posant *au-dessus*, et l'humidité provient du sol, c'est-à-dire, *du dessous*.

C'est dans cet ordre d'idée qu'ont été construits les incubateurs dont on se sert au Cap et les résultats obtenus ont donné aux grandes exploitations qui les ont employés, et donnent aux fermiers peu importants qui s'en servent encore, un rendement d'environ 90 p. 100.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'incubateur pour œufs d'autruches est construit d'après les principes de la couveuse artificielle que l'on emploie pour les œufs de poule.

La température ne doit pas dépasser 36°, bien que normalement celle de l'autruche soit de 39°; mais celle des œufs dans les nids ne peut jamais atteindre ce chiffre, car il y a lieu de tenir compte de quelques degrés en moins pour la radiation et la dispersion de la chaleur.

Ces appareils sont du reste construits de telle sorte que, lorsque l'on a obtenu le degré exact de la température nécessaire, ils la conservent automatiquement, ce qui en rend la surveillance, dont il ne faut cependant pas se départir, beaucoup plus facile.

ÉLEVAGE

Si les autruches accouplées nécessitent peu de soins, les autruchons, au contraire, exigent une attention de tous les instants,

Pour les adultes, en effet, il faut veiller à ce qu'elles soient pourvues d'une nourriture saine et abondante, soit pendant l'hiver quand l'herbe (de la luzerne de préférence) ne leur manque pas, 500 grammes d'orge ou de maïs par jour. Pendant la saison sèche, on porte la ration à un ou deux kilogrammes par jour avec un peu de soufre, de sel et d'os pilés, le sel dissous et répandu sur les aliments.

En Algérie, pendant ta saison sèche, on pourra remplacer les rations de grains par des feuilles de figuier de Barbarie hachées et débarrassées de leurs épines, d'où très grosse économie.

Bien entendu, l'éleveur augmente ou diminue les nations suivant les moments, surtout pendant la ponte et suivant le plus ou moins d'ardeur de ses oiseaux au moment du rut.

Il est également très bon de donner leur repas aux autruches à des heures régulières, sept heures du matin et cinq heures du soir, par exemple, ce qui contribue beaucoup à les rendre familières.

Il faut aussi veiller à ce que l'eau ne leur manque pas, bien qu'elles boivent fort peu chaque fois, et enfin les soigner en cas de maladie.

Pour les autruchons, de plus grandes précautions sont nécessaires. Pendant les vingt-quatre heures qui suivent leur éclosion, ils ne mangent et ne boivent rien, après quoi on leur donne un peu de salade finement hachée et mélangée de mie de pain.

Le lendemain, on peut les faire sortir à l'air, si le temps le permet, bien entendu, mais seulement à partir du moment où la rosée a complètement disparu, en ayant bien soin de les mettre à l'abri du vent et sur un sol où ils peuvent trouver du gravier. Le troisième jour, ils commencent à becqueter les her-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bages tendres et le gravier. A partir de ce moment, ils peuvent manger et on leur donne de la luzerne hachée, de la salade ou des choux, ainsi que des os concassés en guise d'aliment phosphaté.

Seulement, il est bon de mettre la nourriture qu'on leur donne à l'abri de la gloutonnerie de leurs père et mère qui ne se feraient aucun scrupule de l'engloutir en leur lieu et place, s'ils pouvaient l'atteindre ; derrière ou au-dessous d'une barrière à claire-voie, par exemple.

Comme pour leurs parents, il faut veiller à ce que l'eau ne leur manque pas et surtout à ce qu'elle soit toujours *limpide*.

Tous les soirs, avant la tombée de la nuit, il faut les rentrer dans une remise assez chaude, où ils trouvent une bonne litière ; on les tient renfermés quand le temps n'est pas beau ou quand il fait froid, car il faut absolument leur éviter d'être exposés à l'intempérie des saisons. En Algérie, on pourra les laisser dans leurs enclos, à partir de l'âge de six mois, vu le bon climat de ce pays au moins pendant l'été, et si la pluie ne menace pas.

En résumé, il faut aux autruches et aux autruchons surtout, une nourriture saine et abondante, avec le plus de verdure possible : 10 kilogrammes d'herbes, des os pilés et 500 grammes d'orge, de blé, de maïs ou de mil pour un oiseau adulte, avec de l'eau souvent renouvelée et si possible un bassin (de profondeur variable, bien entendu) où elles puissent se baigner.

DÉPLUMAGE

Il existe deux manières d'enlever les plumes aux autruches : l'une consiste à les couper et l'autre à les arracher.

Au Cap, on préfère les couper, bien qu'il faille extraire les racines quand elles sont desséchées, c'est-à-dire, six semaines après la coupe. Mais la plume ainsi obtenue donne comme poids spécifique un rendement inférieur de 33 p. 100 à celui donné par l'arrachement immédiat.

Lorsqu'on sait s'y prendre — et on y arrive facilement avec un peu de pratique — cette façon d'opérer n'est pas plus douloureuse pour l'oiseau que l'enlèvement des douilles desséchées, tout en permettant à la nouvelle plume de repousser plus tôt et plus belle.

Quand on veut plumer une autruche, on commence par s'assurer que le plumage est arrivé en bon état de maturité, ce que l'on reconnaît quand le vaisseau sanguin qui alimente la plume est complètement desséché. Mais il ne faut pas non plus attendre trop tard, car la plume ne pouvant plus se nourrir perdrait beaucoup de sa qualité.

Il est évident que l'oiseau ne se laisse pas plumer bénévolement ; aussi est-il indispensable de le maintenir dans un box à claire-voie préparé à cet

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

effet. On peut ensuite, en lui écartant les ailes, choisir les plumes arrivées à maturité et les arracher en toute connaissance de cause.

La façon la plus rationnelle de tirer la plume et lui conserver toute sa valeur, consiste à la prendre entre le pouce et l'index, le plus près possible de la peau, de l'enfoncer légèrement en la faisant rouler entre les doigts, ce qui suffit pour la détacher, puis la retirer ensuite rapidement de son alvéole. Un peu de pratique est naturellement indispensable, mais ce moyen est le meilleur à tous les points de vue.

CLASSIFICATION DES PLUMES

La classification des plumes d'autruches de chaque race est très compliquée en raison de sa grande variété au point de vue de la longueur, de la largeur, de la couleur et nécessite par conséquent une pratique absolument spéciale.

Les prix varient naturellement beaucoup suivant chaque catégorie; mais si les plumes qui sont très ordinaires sont d'une valeur inférieure, les très belles plumes des ailes atteignent actuellement sur le marché de Londres jusqu'à 38 livres sterling la livre poids de 453 grammes, soit 2 115 francs le kilogramme.

Voici du reste l'ordre dans lequel sont classées les différentes catégories de plumes, catégories qui sont elles-mêmes subdivisées en diverses qualités :

1° Plumes blanches des mâles.
2° — féminas.
3° — blanches pointillées de noir.
4° — noires.
5° — grises.
6° — de la queue.
7° — spadones.

Le rendement moyen de la plumée d'un bel oiseau est de 250 francs et va quelquefois jusqu'à 1 500 francs pour des animaux très supérieurs.

Il est de toute évidence que si, au Cap, on obtient de tels résultats, ceux que l'on peut espérer obtenir en Algérie seront bien meilleurs, puisque l'autruche de l'Afrique du Sud ne s'est améliorée que grâce à un croisement judicieux avec les autruches du nord de l'Afrique, que les principaux éleveurs du Cap se sont procurées à grands frais.

VALEUR DES OISEAUX

Le prix de l'autruche est essentiellement variable suivant le moment et le pays d'origine.

En effet, à une certaine époque, les éleveurs du Cap vendaient, d'une façon

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

assez courante, des couples d'autruches dont le prix variait de 6 à 18 000 francs et quelquefois même beaucoup plus pour des sujets très supérieurs (1).

Actuellement, il est certain que les prix des oiseaux ordinaires sont bien moins élevés et, que dans d'autres pays que le Cap où du reste l'exportation des autruches est interdite, on trouve des spécimens à des conditions bien meilleures, notamment au Soudan.

On peut se procurer, chez les indigènes de ce pays, de beaux couples d'autruches domestiquées de la plus belle espèce à un prix relativement bas, et d'après les renseignements que je me suis procurés à ce sujet un couple de reproducteurs acheté au Soudan et rendu dans le Sud algérien, ne reviendrait certainement pas à plus de 1 500 francs par oiseau,

RÉSULTATS OBTENUS DANS L'AFRIQUE DU SUD DE 1865 A 1907 INCLUS

Les chiffres officiels indiqués ci-dessous démontreront surabondamment la progression de l'élevage de l'autruche dans la colonie du Cap, chiffres que je dois à l'obligeance de M. Laurent-Cochelet, consul général de France dans l'Afrique Australe.

ANNÉES.	QUANTITÉS.	OBSERVATIONS.	ANNÉES.	QUANTITÉS.	OBSERVATIONS.
1865	80	Première année d'élevage.	1894	240 191	
1875	22 021		1895	253 468	
1880	76 839		1896	224 953	L'incubation artificielle est presque complètement abandonnée.
1888	152 415		1897	238 632	
1889	150 684		1898	267 693	
1890	141 411	Année de grande sécheresse.	1899	260 672	
1891	154 880		1900-1902	»	Par suite de l'état de guerre, il n'a pas été possible d'obtenir de statistique pour ces trois années.
1892	»	Pas de recensement.	1903	»	Pas de recensement.
1893	232 243	On commence à abandonner l'incubation artificielle.	1904	357 970	Dernier recensement.

(1) Notre consul dans l'Afrique australe, M. Laurent-Cochelet, dans son rapport du 28 septembre 1908, cite deux faits qui montrent les bénéfices qu'il est possible de réaliser dans cet élevage : « ... Il y a quelques jours, M. Owen Collett, de Tafelberg, a vendu un couple de ces oiseaux à un autre fermier, M. Arthur Forbes, au prix de 1 000 liv. st. ou 25 000 francs. Tout récemment encore, M. Oscar Ewans, qui s'est acquis une grande réputation comme éleveur, a obtenu 400 liv. st. ou 1 000 francs pour un autruchon mâle âgé de deux ans... »

Un autruchon ordinaire vaut en moyenne de 225 à 250 francs dès l'âge de six semaines et jusqu'à 300 francs à partir de trois mois.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'augmentation régulière, constatée par le précédent tableau, démontre bien, par l'importance du nombre obtenu, la facilité de reproduction de l'autruche. Ce nombre est bien supérieur aujourd'hui, ainsi que le dit notre consul, dans son rapport du 31 août 1908 : « ... Le dernier recensement effectué en 1904 avait donné exactement 357 970 autruches pour la colonie du Cap. Or, M. Oscar Ewans, un grand fermier, qui fait autorité en la matière, estime que leur nombre a doublé aujourd'hui, ce qui donnerait 715 900 oiseaux... »

ANNÉES.	EXPORTATIONS DES PLUMES		VALEUR		OBSERVATIONS.
	en liv. angl. de 453 gr.	en kilogrammes.	en liv. sterling.	en francs.	
1865	17 552	7 960	65 736	1 645 000	102 livres poids seulement provenaient des autruches domestiques.
1870	28 768	13 030	90 483	2 280 175	
1875	45 569	22 455	304 933	7 928 258	
De 1879 à 1888	2 256 254	1 022 083	7 290 376	184 081 994	En 1882, le gouvernement du Cap met un droit de sortie de 2 500 francs par autruche et de 125 francs par œuf.
1895	353 626	160 192	527 742	13 325 485	On abandonne presque complètement l'incubation artificielle.
1896	322 453	146 071	519 739	13 123 409	
1897	355 196	160 904	605 058	15 277 714	
1898	369 778	167 509	748 565	18 901 266	
1899	373 182	169 051	842 000	21 260 500	
1900	412 832	187 012	876 801	22 139 225	
1901	412 337	186 789	839 049	21 185 987	
1902	445 417	201 774	895 040	22 599 760	
1903	490 066	222 000	945 001	23 861 275	
1904	470 381	213 083	1 058 988	26 739 447	
1905	483 631	219 094	1 081 187	27 279 971	
1906	547 697	248 107	1 406 119	35 504 504	Le Gouvernement interdit la sortie des autruches et des œufs sous peine d'emprisonnement.
1907	598 297	271 029	1 814 210	45 808 802	

Le chiffre des exportations annuelles des plumes a progressé dans la même proportion que celle des oiseaux, comme l'indique le tableau ci-contre que j'ai pu me faire communiquer par l'administration des douanes de la colonie du Cap.

Notre découragement nous a laissé supplanter dans l'élevage de l'autruche à la suite de quelques insuccès, sans en avoir recherché les raisons. Si les essais qui ont été faits sur le littoral algérien l'avaient été dans le Sud avec plus de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

persévérance et avec les capitaux nécessaires, il n'est pas douteux que l'on aurait obtenu des résultats au moins aussi satisfaisants que dans l'Afrique du Sud, et ce, pour le plus grand bien de notre colonie.

CONCLUSION

Il est très regrettable — on ne saurait trop le répéter — que les essais d'élevage de l'autruche qui ont été faits jusqu'à ce jour en Algérie aient été entrepris au nord de notre colonie et même sur le littoral, où il était absolument impossible qu'ils puissent donner les résultats espérés, au lieu de l'avoir été dans le sud algérien.

Le seul parc qui ait donné quelques résultats est celui du Jardin d'essai d'Alger, grâce au savoir-faire, à l'habileté et aux observations minutieuses de tous les instants de M. Ch. Rivière, son directeur.

Cependant ce parc n'a pas été créé dans le but de l'élevage, mais plutôt dans celui de conserver la race et de permettre ainsi aux colons désireux d'entreprendre cette industrie de s'approvisionner de reproducteurs.

Dans tous les cas, l'expérience semble avoir démontré que l'élevage de l'autruche ne donnerait jamais de bons résultats dans le nord de l'Algérie et c'est pour cela qu'il est absolument désastreux que les premiers essais aient été faits dans cette région, en raison de l'humidité du climat et de la mauvaise exposition du terrain.

Il est, au contraire, certain que le Sud algérien est le vrai pays d'origine de cet oiseau, son climat très sec et son exposition, à l'abri des vents du nord et de l'ouest, le rendant particulièrement favorable à cet élevage.

Il est également bon de se rappeler, en effet, que l'autruche n'a disparu de ce pays que par suite des nombreuses chasses dont elle a été l'objet, et qui l'ont obligée d'émigrer vers le Soudan où on la rencontre actuellement en abondance.

Des constatations que j'ai pu faire moi-même sur place, dans le sud de la province de Constantine, il résulte que l'emplacement et la conformation du terrain y sont particulièrement propices à l'élevage de l'autruche. En effet, dans cette région, le terrain est parfaitement plat, sablonneux sans être aride et l'eau y est à proximité dans le sous-sol et en abondance, ce qui permettrait la culture indispensable pour pouvoir donner aux oiseaux l'alimentation verte et fraîche qui leur est nécessaire.

Toutes ces considérations, jointes à une expérience particulière et à des connaissances spéciales, ainsi qu'à des soins attentifs et constants, permettent de compter sur d'excellents résultats et même sur une absolue réussite.

D'autre part, nous savons que cet élevage ne peut plus s'étendre dans la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

colonie du Cap, où tous les terrains qui lui sont favorables sont occupés aujourd'hui, et c'est dans la crainte de le voir se développer ailleurs que le gouvernement général du Cap a prohibé sévèrement l'exportation des oiseaux reproducteurs et même des œufs.

En outre, comme la mode tend de plus en plus à employer cette belle plume en faisant chaque jour des applications nouvelles, il est certain que l'Afrique du Sud seule ne pourra pas suffire à satisfaire aux demandes et se montrera d'autant plus exigeante dans ses prix de vente.

Les prix du terrain dans le Sud africain et son éloignement des centres où se fait le commerce de la plume créent un avantage considérable en faveur de l'élevage de l'autruche dans le Sud algérien et de l'exploitation de cette industrie dans notre colonie.

Les prix de revient très inférieurs qui pourront être obtenus par les éleveurs qui s'établiront dans le sud de l'Algérie obligeront les négociants en plumes de toute l'Europe à s'approvisionner chez eux et détourneront ainsi au profit de notre colonie une partie du monopole détenu par les Anglais au Cap.

Paris, étant un des plus grands centres de l'industrie de la plume, trouverait un intérêt immédiat à s'approvisionner de la matière première chez ces nouveaux producteurs, ce qui lui permettrait de concurrencer avec profit les autres centres étrangers, et ce pour le plus grand bien du commerce national.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CONFÉRENCES SUR L'AVIATION

par **M. le commandant Renard** (1)

5e CONFÉRENCE (2)

L'air considéré comme point d'appui. — Les propulseurs aériens.
L'hélice propulsive aérienne.

MESSIEURS,

C'est notre dernière conférence, nous avons terminé l'étude de l'air considéré conme support. Vous vous rappelez que nous avons consacré deux conférences sur ce sujet. Dans la première, nous avons étudié le système de la sustentation orthoptère, par des surfaces horizontales qui s'abaissent verticalement, et nous avons vu qu'il n'est pas possible d'obtenir par ce procédé un résultat satisfaisant. Dans la conférence de samedi dernier, au contraire, nous avons examiné comment on peut obtenir un sustentateur réellement pratique, c'est-à-dire qui permette de ne pas gaspiller un travail énorme pour obtenir la sustentation d'un poids limité, et cela n'est pas simplement pour réaliser une économie : il serait pratiquement impossible d'obtenir une sustentation dynamique si les sustentateurs étaient tels que nous les avions décrits il y a quinze jours, je parle des sustentateurs orthoptères. Il faudrait, en effet, si vous vous le rappelez, disposer d'un moteur dont le poids par cheval serait réduit bien au-dessous de ce qu'il est à l'heure actuelle ; et il semble très difficile — on ne peut jamais dire impossible — qu'on arrive à des réductions de poids telles que celles qui nous seraient nécessaires.

Il n'y aurait dans le système orthoptère qu'un seul moyen de remédier à cet inconvénient : augmenter la surface porteuse dans des proportions considérables ; en d'autres termes, diminuer dans des proportions énormes la charge par mètre carré. Mais cette opération, très simple en théorie, est très difficile

(1) Voir les *Bulletins* de janvier et de février 1909.
(2) Faite le 13 février.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en pratique parce que, pour construire de grandes surfaces et les faire solides, il faut consacrer à cette construction un poids considérable. Dans la réalité, si l'on s'amuse à faire le calcul, ce poids absorberait toutes les disponibilités, et un semblable appareil arriverait à grand'peine à soutenir ses plans sustentateurs et à ne rien porter en dehors d'eux.

Nous avons vu qu'on peut augmenter la qualité sustentatrice d'un appareil, c'est-à-dire rendre plus efficace l'unité de surface porteuse. Si l'on parvient, par exemple, à faire en sorte qu'avec une surface moitié moindre on fasse le même effet, cela revient à dire qu'on a doublé la qualité sustentatrice. On peut retourner le problème de toutes les manières qu'on veut : au lieu de diminuer la surface pour porter le même poids, on peut conserver la même surface et porter un poids double.

Quelle que soit la manière d'envisager la question, on arrive à obtenir la sustentation d'une façon pratique quand on parvient à augmenter la charge par mètre carré sans augmenter en même temps le travail nécessaire pour soutenir un poids donné; et nous avons vu qu'il y a trois grands moyens d'augmenter ainsi la qualité sustentatrice. Je vous les rappelle : le premier de tous, celui auquel il faut attacher le plus d'importance, c'est l'attaque oblique. Quand, au lieu d'abaisser verticalement des surfaces sustentatrices, on impose à ces surfaces la condition de faire un petit angle avec la direction de leur chemin, on peut ainsi améliorer la qualité sustentatrice dans des proportions considérables .Je vous ai rappelé à ce propos la grande querelle qui a animé les aviateurs, ou ceux qui cherchaient l'aviation au siècle dernier, grande querelle entre les partisans du sinus simple et ceux du sinus carré.

Les partisans du sinus carré prétendaient que la composante normale de la résistance de l'air à l'avancement d'un plan oblique est proportionnelle au carré du sinus de l'angle d'inclinaison. Quand on adopte cette manière de voir, on constate que l'attaque oblique ne sert à rien, que la qualité sustentatrice est indépendante de l'angle d'attaque. Par conséquent, qu'on ait des sustentateurs orthoptères ou avec attaque oblique, on ne gagne rien, et il n'y a rien à faire, pas plus d'une manière que de l'autre. Cette constatation n'est pas encourageante. Heureusement qu'en même temps qu'elle n'est pas encourageante, elle est démentie par le fait du vol des oiseaux connu depuis fort longtemps. Par conséquent, il est certain que cette loi du sinus carré, qu'on appuyait d'une haute autorité, celle de Newton, était inexacte.

Les partisans du sinus démontraient, — et je vous ai fait cette démonstration, — qu'en admettant cette dernière loi, on constate qu'on peut, d'une façon considérable améliorer la qualité sustentatrice en diminuant l'angle d'attaque; on arrive même théoriquement à rendre cette qualité infinie quand l'angle d'attaque est nul. Dans la pratique, il faut en rabattre, comme nous le ver-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rons plus loin; mais, en fait, on améliore énormément la qualité sustentatrice en attaquant l'air sous des angles très faibles. C'est le premier grand moyen d'amélioration de cette qualité.

Le deuxième moyen est de donner de l'envergure aux sustentateurs, c'est-à-dire un grand développement dans le sens perpendiculaire au mouvement de l'appareil, et, au contraire, une faible dimension dans le sens du mouvement. Même on peut démontrer que lorsqu'on attaque l'air obliquement au moyen d'une surface allongée dans le sens du mouvement, la loi du sinus carré est applicable, et, par conséquent on ne gagnerait rien à faire l'attaque oblique avec des sustentateurs de cette forme. Si, au contraire, en attaquant obliquement un plan rectangulaire, on fait avancer le petit côté parallèlement au mouvement, on augmente la qualité du sustentateur. Il y a donc intérêt à augmenter l'envergure, ainsi que le bon sens populaire l'avait du reste compris, puisqu'on a de tout temps apprécié les qualités d'un oiseau volateur par son envergure.

Enfin, le troisième moyen est de donner aux surfaces sustentatrices, non pas la forme plane, mais légèrement courbe, concave vers le bas. Cette concavité est très faible. Les expériences de Lilienthal ont porté sur des flèches de $\frac{1}{12}$ ou $\frac{1}{24}$; cela suffit pour améliorer dans des conditions considérables la qualité sustentatrice. A propos de cet éminent expérimentateur, dont j'ai fait un éloge mérité, je vous ai parlé de ce qu'on appelle les fonctions de Lilienthal. D'après lui, la réaction de l'air sur une surface courbe a deux composantes, dont l'une est perpendiculaire à la corde de la surface sustentatrice, et dont l'autre est parallèle à cette cause. Jusque-là, rien de plus naturel; mais, ce qui l'est moins, c'est que pour certaines incidences Lilienthal prétend avoir trouvé cette composante favorable au mouvement, au lieu d'être une résistance. Cela me paraît très extraordinaire à admettre; et tant que cela n'aura pas été démontré d'une façon péremptoire, il y aura, à mon avis, quelques réserves à faire sur la valeur de ces expériences. Il faut avoir la plus grande circonspection, et ne pas se hâter d'admettre qu'on pourra trouver moyen en s'avançant dans l'air d'avoir une impulsion au lieu d'une résistance; cela paraît contraire aux lois généralement admises en mécanique.

Nous avons parlé aussi d'une autre question, qui est le déplacement du centre de pression, lorsqu'on agit au moyen d'un sustentateur oblique. Vous savez que si on se présente avec une surface en attaquant l'air perpendiculairement, le centre de pression sera au centre de gravité de la surface; mais quand on attaque obliquement, le centre de pression se reporte en avant et sa position varie suivant des lois qui ne sont pas très connues. Il y a plusieurs formules : celle de Joessel, celle de M. Soreau, qui indiquent une loi suivant laquelle le centre de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pression se déplace d'après l'inclinaison. Ce déplacement est très gênant, puisqu'il change les conditions de l'équilibre de l'appareil aussitôt que son inclinaison se modifie; il y a donc le plus grand intérêt à connaître les lois de ce déplacement du centre de pression.

Nous avons vu comment on peut pratiquement réaliser de deux façons la sustentation oblique : une, avons-nous dit, dépendante de la marche, et l'autre indépendante de la marche. Nous appelons sustentation dépendante de la marche celle qui n'a lieu que quand l'appareil est animé d'une vitesse horizontale; c'est le cas des aéroplanes qui ne peuvent se soutenir qu'à la condition de progresser dans le sens horizontal. C'est une gêne au point de vue des manœuvres d'être condamné à ne se soutenir qu'à la condition d'avancer. Il serait plus commode d'avoir une sustentation indépendante, c'est-à-dire de pouvoir se soutenir, maintenir son poids en équilibre, sans avoir besoin de faire aucun mouvement dans le sens horizontal. Pour les manœuvres de départ et d'atterrissage, cela serait très utile et si l'on peut arriver à réaliser un appareil d'aviation qui aurait une sustentation indépendante, qui pourrait planer sans vitesse horizontale, il serait évidemment préférable aux appareils actuels. Mais cette sustentation indépendante, très désirable, est bien plus difficile à obtenir. La sustentation indépendante serait réalisée par le système orthoptère, mais nous savons que ce système n'est pas pratique. La seule manière qu'on ait d'espérer y arriver, c'est par des hélicoptères, des appareils ayant une hélice à axe vertical, dont les palettes tournent horizontalement. Théoriquement, c'est possible, mais à la condition de disposer d'une puissance motrice considérable, de gaspiller pour ainsi dire sa force motrice.

Toutefois, le dernier mot n'est pas dit; je vous ai rappelé les expériences du colonel Renard, concernant les qualités sustentatrices des hélices. Ces qualités se mesurent non pas au rapport de la surface des ailes à celle du plan orthogonal équivalent, mais au rapport de la surface du cercle balayé parcouru par les ailes, au plan qui s'abaisserait orthogonalement et aurait la même efficacité que l'hélice.

On prend non pas la surface des ailes, mais celle du cercle balayé, pour deux raisons : d'abord, à cause de l'encombrement qui ne comprend par seulement la surface des ailes : il faut qu'on laisse libre la place à l'hélice pour tourner. Mais il y a une autre raison, beaucoup plus grave : l'expérience a constaté que la surface du cercle balayé a une importance énorme pour une hélice sustentatrice, tandis que le nombre des ailes, leur largeur influent fort peu. Ce qui influe, c'est le pas de l'hélice, la quantité dont elle avancerait en un tour si elle se vissait dans l'air comme dans un écrou. D'après les expériences du colonel Renard, le meilleur pas qu'il ait constaté est de 75 p. 100, c'est-à-dire qu'avec un pas de 75/100 du diamètre de l'hélice, il a obtenu le meilleur résultat sus-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tentateur. L'effet sustentateur était égal à celui d'un plan qui aurait eu une surface plus grande que celle du cercle balayé, dans le rapport de 1,14 à 1, c'est-à-dire de 114 à 100; et quand on s'éloigne de ce pas, on constate que l'effet sustentateur diminue et que les hélices perdent de leur qualité sustentatrice. Toutefois, il est possible d'améliorer cette qualité théoriquement, et, d'après le calcul du colonel Renard, on peut théoriquement arriver jusqu'à 6 comme qualité sustentatrice, c'est-à-dire qu'une hélice aurait un effet six fois plus efficace qu'un plan orthogonal, ayant pour surface le cercle balayé par ladite hélice.

Dans ces conditions, on pourra espérer obtenir une amélioration telle qu'on puisse adopter la sustentation hélicoptère. Mais, à l'heure actuelle, elle ne doit être considérée que comme un desideratum et pas comme une réalité pratique. Pour le moment, nous n'avons de sustentation réellement pratique que la sustentation dépendante de la marche, réalisée par les aéroplanes.

*
* *

Nous en avons fini avec cette question de la sustentation que j'ai tenu à vous rappeler brièvement, parce je me suis parfaitement rendu compte que la matière traitée dans la dernière leçon était difficile et, avec le temps dont je disposais, j'ai peut-être été un peu vite. Mais vous pourrez vous reporter au cours sténographié, où les lacunes auront pu être comblées.

Nous allons arriver maintenant au troisième point que nous devions étudier, au troisième aspect sous lequel nous envisageons l'air. Nous allons le considérer aujourd'hui comme point d'appui. Nous avons, dans une première conférence, considéré l'air comme un obstacle à vaincre, dans deux autres, comme un support. Aujourd'hui, nous l'envisagerons comme un point d'appui.

Quelle différence y a-t-il entre un point d'appui et un support? Dans le langage courant, c'est la même chose. Ici, nous différencions ces expressions : le support indique l'emploi de l'air pour porter le poids de l'appareil, l'empêcher de tomber à terre; le point d'appui est l'usage que nous ferons de l'air pour nous appuyer sur lui, comme le nom l'indique, de manière, non pas à maintenir notre poids suivant la verticale, mais pour nous faire marcher dans le sens horizontal.

Nous disons point d'appui quand on prend une hélice propulsive, pour pousser en avant, soit un aéroplane, soit un ballon dirigeable, soit un navire aérien quelconque.

Mais, une objection peut se présenter à notre esprit. Il semble qu'il n'y ait pas grand intérêt à étudier le point d'appui, après avoir étudié le support : cela doit être la même chose. Qu'on fasse effort sur une hélice pour porter un poids ou tirer un corps résistant, il faut de même, au moyen d'un mouvement de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rotation imprimé aux branches de l'hélice, exercer un certain effort parallèle à l'axe pour vaincre la résistance de l'air, dans le premier cas pour faire équilibre à l'action de la pesanteur, dans le second cas pour avancer horizontalement, et par suite faire équilibre à la résistance que le navire offre à l'avancement dans l'air. Évidemment, c'est à peu près la même chose, mais pas tout à fait.

C'est si peu la même chose qu'il y a une nécessité absolue d'étudier le propulseur d'une façon différente du sustentateur. Il y a en effet entre les deux appareils une différence capitale. Parlons d'abord du sustentateur. Supposez que vous ayez un hélicoptère avec des hélices tournant dans un plan horizontal avec une vitesse telle, que l'appareil reste immobile, sans monter ni descendre ; quand ce régime est établi, le sustentateur ne se déplace pas par rapport à l'air ambiant dans le sens de la verticale : il reste toujours à la même hauteur. Au contraire, quand il s'agit du point d'appui, le propulseur et le navire aérien qu'il entraîne avec lui se déplacent par rapport à l'air ambiant et avec une vitesse plus ou moins grande; nous cherchons même à obtenir que cette vitesse soit aussi grande que possible.

Eh bien, comme tout en aviation est fondé sur la résistance de l'air, et que la résistance de l'air ne provient que du mouvement relatif du corps solide par rapport à l'air ambiant, il ne s'agit pas de savoir si le corps se déplace plus ou moins vite d'une façon absolue par rapport à la terre, mais quel est son mouvement par rapport à l'air ambiant. Les choses changent en effet, quand le navire se déplace dans le sens horizontal; l'action d'une hélice qui pousse n'est pas la même que celle qui fait que le sustentateur reste immobile dans le sens vertical. Nous allons voir d'abord quelle est la différence qui résulte de ce fait que le navire aérien obéit à un propulseur et se déplace horizontalement, au lieu de rester absolument fixe.

Si au lieu d'agir sur un navire qui peut se déplacer dans l'air, nous employons au point fixe le propulseur que je ne définis pas, c'est-à-dire, si nous attachons notre propulseur à une corde, nous serons dans des conditions analogues à un sustentateur. Mais, comme il n'en est pas ainsi, comme nos hélices ne maintiennent pas l'appareil immobile, mais le font avancer dans le sens horizontal, les conditions seront différentes, par suite des changements d'incidence des filets aériens qui seront la conséquence de ce mouvement horizontal.

Nous allons, comme nous l'avons fait pour la sustentation, commencer par étudier un propulseur mauvais : le propulseur orthogonal, un plan s'avançant perpendiculairement à lui-même que nous appliquons à la propulsion, après l'avoir appliqué à la sustentation. La raison de ce choix est que les choses sont beaucoup plus simples à comprendre pour cet appareil, et une fois qu'on a

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

examiné comment il se comporte, on peut en tirer des conséquences qui s'appliquent à tous les autres modes de propulseur, de même que certaines conséquences qu'on a tirées du plan orthogonal sustentateur s'appliquaient à d'autres modes de sustentation : par exemple, le rapport $\frac{T^2}{P^2}$ du carré du travail au cube de la vitesse, qui définissait la caractéristique d'un sustentateur orthogonal, s'applique à tous les sustentateurs quels qu'ils soient. Nous allons trouver quelque chose d'analogue pour le propulseur orthogonal, qui s'appliquera à tous les autres systèmes, et il sera plus facile à découvrir cette caractéristique en examinant ce type particulier de propulseur.

Je représente ici la carène d'un navire aérien qu'il s'agit de transporter horizontalement dans le sens de la flèche. La figure 1 est une projection horizontale. Je suppose que la machine actionne une palette propulsive de manière à

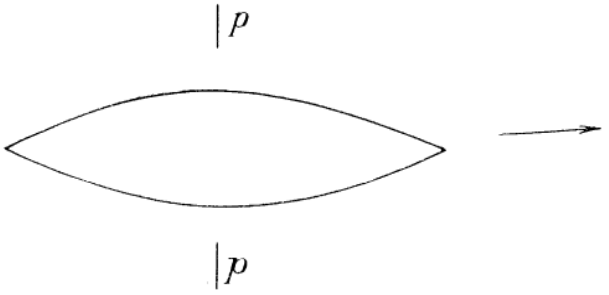


Fig. 1.

la déplacer en sens inverse du mouvement du navire aérien. Il faut en effet que cette palette soit frappée par un courant d'air et que la réaction du courant d'air sur cette palette, dirigée en sens inverse du déplacement de la palette, vienne pousser le navire dans le sens dans lequel nous voulons marcher.

Nous obtiendrons donc sur ces deux palettes qui sont à droite et à gauche (je suppose deux palettes par raison de symétrie) des réactions d'une certaine valeur, et les conditions du mouvement seront telles que ces réactions fassent équilibre à la résistance que l'ensemble du navire aérien éprouve à l'avancement. Eh bien, comme nous connaissons la formule générale de la résistance de l'air, pour un plan mince, pour une carène, nous pouvons exprimer cet équilibre par une équation.

Dans la pratique, on fera pour la propulsion comme pour la sustentation orthogonale. Je vous ai dit qu'on ne pouvait pas avoir une palette exerçant indéfiniment son action : il fallait qu'après s'être abaissée en restant horizontale elle se plaçât verticalement pour se relever, afin de pouvoir, de nouveau,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

retomber horizontale. Mais pendant qu'elle se trouve à la portion inutile de sa course, il y en a une autre qui prend sa place, de manière que l'une s'abaisse pendant que l'autre se relève.

Il en est de même pour le propulseur. Supposons donc que par un artifice quelconque, nous soyons arrivés à avoir le même résultat que si les deux palettes p de la figure 1 marchaient vers l'arrière d'un mouvement continu pour produire le résultat cherché : chasser l'air vers l'arrière pour que cet air frappé par les palettes produise une réaction vers l'avant qui fasse marcher le navire aérien.

Eh bien, nous pouvons d'abord écrire que la résistance à l'avancement du navire est égale au coefficient qui est la caractéristique de la forme de cette carène, multiplié par la surface de la maîtresse section S_1 et par le carré de la vitesse V. Je dirai donc :

$$R = \varphi S_1 V^2.$$

Voilà la résistance que le navire oppose à l'avancement. Mais comme ceci ne me satisfait pas, je vais y substituer autre chose.

Vous savez que toute surface qui a un certain coefficient de résistance peut être remplacée par un plan mince d'une surface différente qui aurait pour coefficient le coefficient général K.

Je peux supposer qu'il y a un plan mince qui aurait pour surface S et qui au point de vue de la résistance équivaut à la carène de maîtresse section S_1.

Ce plan mince serait défini par la condition que s'avançant avec la même vitesse que ma carène, il offre la même résistance, ce qui s'exprime par l'équation

$$KSV^2 = \varphi S_1 V^2$$

d'où

$$KS = \varphi S_1$$

et

$$S = \frac{\varphi}{K} S_1 = \sigma S_1.$$

La définition du coefficient de réduction σ a été donnée dans la troisième conférence (*Bulletin* de février 1909, page 326).

Le coefficient de la résistance de l'air est de 0,075. Quant à S, c'est une surface fictive, qui n'existe pas, mais qui est telle que sa résistance soit équivalente à celle de la surface de ma carène; elle sera évidemment plus petite que la carène qui fera le même effet que le plan mince de surface S. S'il s'agit d'une sphère qui résiste à 1/6 du plan mince, S sera six fois plus petit que S_1; quand il s'agit d'un fuseau, d'une forme allongée, cette surface S sera trente fois plus petite que la surface S_1; mais pour une forme déterminée S sera toujours proportionnel à S_1.

D'autre part, si je produis le mouvement en avant du navire aérien au

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moyen de mon propulseur orthogonal, il faudra que la poussée de ce propulseur soit égale à KSV^2, résistance de la carène à l'avancement. Mais cette poussée elle-même, à quoi sera-t-elle égale?

Comme il s'agit d'un plan mince, c'est d'abord le coefficient K qui va intervenir, puis la surface s du propulseur, enfin le carré de la vitesse du propulseur, vitesse que je désigne par W. W est la vitesse relative de l'air, par rapport à mon propulseur; cette vitesse, je ne sais ce qu'elle est, mais *a priori* j'admets qu'elle peut être différente de la vitesse V du navire aérien.

Comme nous devons avoir une poussée égale à la résistance, nous avons l'équation :

$$KSV^2 = KsW^2$$

d'où

$$SV^2 = sW^2$$

et

$$\frac{V^2}{W^2} = \frac{s}{S} = \zeta.$$

Nous pouvons déjà tirer de là une conclusion : c'est que le carré du rapport de la vitesse de marche de l'appareil à celle du propulseur est égal au rapport de la surface du propulseur à la surface fictive d'un plan mince équivalent à l'ensemble du navire aérien au point de vue de la résistance. Je donne à ce rapport un nom ζ.

Si je veux extraire la racine carrée, j'aurai

$$\frac{V}{W} = \sqrt{\zeta}$$

et si je pose

$$\lambda = \sqrt{\zeta} = \sqrt{\frac{s}{S}}$$

j'aurai finalement

$$\frac{V}{W} = \lambda.$$

Mais, qu'est-ce que c'est que λ? Si mes deux surfaces S et s sont semblables géométriquement, ce sera le rapport de leurs dimensions homologues.

Nous voyons que plus ce rapport sera considérable, plus la surface du propulseur sera grande par rapport à la surface fictive, plus la vitesse du navire aérien sera considérable par rapport à la vitesse que nous devrons donner au propulseur.

Si vous vous reportez à ce qui a été dit à propos du sustentateur, vous vous rappellerez que lorsque nous avons cherché à évaluer la dépense de travail qu'il fallait pour soutenir un poids donné, la première idée qui nous est venue, c'était de prendre le rapport du travail au poids soutenu et nous avons vu que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cela ne pouvait rien nous donner comme caractéristique de l'appareil, parce que ce rapport variait avec la vitesse qu'on pouvait donner au sustentateur. Nous avons donc été obligés d'employer un artifice, de chercher la fonction de ces deux variables, le travail moteur et le poids soutenu, qui fût constante pour un sustentateur donné quelle que soit la vitesse; cette fonction de T et de P serait alors la caractéristique de l'appareil. Nous avons trouvé que cette fonction caractéristique est $\frac{T^2}{P^3}$.

Ici, nous pouvons évaluer d'une façon plus régulière le rendement en comparant le travail utile au travail moteur, parce que dans ce cas-là il y a réellement un travail utile et un travail moteur.

Dans le cas d'un sustentateur, vous avez bien un travail moteur qui se dépense sur votre machine, mais pas de travail utile du tout, puisque le seul résultat que vous obtenez, c'est de maintenir l'appareil à une hauteur déterminée. On ne peut donc pas comparer le travail moteur avec un travail utile qui n'existe pas. Dans le cas de la propulsion, au contraire, vous avez ce travail utile, par suite du mouvement en avant du navire aérien; c'est le travail nécessaire pour vaincre la résistance que l'air oppose à son déplacement.

Nous allons essayer d'évaluer le travail utile que nous comparerons au travail moteur. Vous savez que ce rapport du travail utile au travail moteur s'appelle le rendement. Quand une machine a un rendement de 90 p. 100, vous récoltez sous forme de travail utile 90 p. 100 du travail moteur que vous fournissez. A quoi est égal ici le travail utile? Le travail utile est évidemment égal à R, résistance à l'avancement, multiplié par chemin parcouru; et comme nous considérons ce qui se passe dans l'unité de temps, le chemin parcouru est égal à la vitesse V; nous trouvons donc cette formule déjà connue :

$$T = RV = KSV^3.$$

A quoi va être égal le travail moteur? Il est égal au produit de la poussée exercée par le propulseur, multipliée également par le chemin parcouru; mais non plus cette fois le chemin parcouru par le navire aérien, mais parcouru par le propulseur. La poussée est égale à KsW^2, W étant la vitesse qu'a le propulseur par rapport à l'appareil.

Mais dans ce cas, quel est le chemin parcouru? C'est ici que les choses sont assez délicates. Contrairement à ce qu'on pourrait croire au premier abord, ce chemin parcouru dans l'unité de temps n'est pas en effet égal à W.

Comment faut-il considérer ce chemin parcouru? Ce n'est pas le chemin parcouru par rapport à l'air, mais par rapport à l'organe de la machine qui agit sur le propulseur. Cet organe tire sur ce propulseur pour le déplacer vers

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'arrière du véhicule de manière à engendrer par ce mouvement en arrière la réaction qui va pousser en avant le navire aérien.

Quand vous tirez sur un propulseur, vous n'êtes pas placé par terre, mais à bord du navire aérien. Par conséquent, il faut considérer comme chemin parcouru dans l'unité de temps la vitesse que prend cette palette du propulseur, non pas par rapport à l'air ambiant, mais par rapport au navire aérien. Pour évaluer l'effort du propulseur, il faut considérer sa vitesse relative par rapport à l'air, vitesse qui seule peut intervenir dans l'expression KsW^2; mais pour le chemin parcouru, comme le propulseur est actionné par une machine installée à bord du navire, il faut prendre la vitesse de la palette par rapport au navire.

Quelle est-elle? C'est une vitesse qui n'est pas la même que W, ni V; nous la désignons par U.

U est tout simplement égal à V + W.

En effet, si l'air était calme, et si le navire était immobile, si on l'attachait à une corde, la vitesse W de son propulseur par rapport à l'air ambiant serait égale à sa vitesse U par rapport au navire aérien; ce serait la même chose. Mais quand le navire aérien est en marche, il n'en est plus de même.

C'est ce que nous allons essayer de voir en prenant un exemple numérique.

Supposons que la vitesse V du navire aérien soit égale à $1^m,00$ par seconde. Supposez en outre que moi, installé à bord de la nacelle, je regarde ma palette de propulseur; je la vois se déplacer vers l'arrière du véhicule. Je mesure la vitesse par rapport à ce véhicule sur lequel je suis installé : je constate qu'elle est de 3 mètres. Pendant ce temps, le navire a avancé de 1 mètre par seconde. Au bout d'une seconde mon propulseur a reculé de 3 mètres par rapport à la nacelle; c'est la vitesse U. Mais, comme cette nacelle aura avancé de 1 mètre, le propulseur n'aura reculé que de 2 mètres par rapport à l'air ambiant. C'est la vitesse W.

On voit donc qu'ici on a :

$$V = 1^m,00 \qquad U = 3^m,00 \qquad W = 2^m,00 \qquad \text{et} \quad U = V + W.$$

Il faut, avons-nous dit, pour obtenir le travail moteur, multiplier l'effort de la palette KsW^2 par U.

On a donc :

$$Tm = KsW^2U.$$

Quant au travail utile Tu, il est égal à KSV^3, car ici V intervient au point de vue de l'effort et au point de vue du chemin parcouru.

Si je fais le quotient de ces deux expressions, j'obtiendrai le rendement ρ, on a donc

$$\rho = \frac{Tu}{Tm} = \frac{KSV^3}{KsW^2U} = \frac{SV^3}{sW^2U}.$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mais, nous nous rappelons que l'on a, en vertu de l'équilibre de l'effort du propulseur et de la résistance du navire à l'avancement :

$$SV^2 = sW^2.$$

On a donc

$$\rho = \frac{sW^2V}{sW^2U} = \frac{V}{U}$$

Le rendement est donc égal au rapport de la vitesse d'avancement du navire aérien à la vitesse du propulseur par rapport à ce navire.

Nous avons désigné par la lettre λ le rapport $\frac{V}{W}$. On a par suite $V = \lambda W$. Comme, d'autre part, $U = V + W$, on a pour le rendement :

$$\rho = \frac{V}{U} = \frac{\lambda W}{\lambda W + W} = \frac{\lambda}{1+\lambda}.$$

Or, vous vous rappelez que λ est le rapport des dimensions homologues de la surface réelle du propulseur et d'une surface fictive équivalente à la carène.

Eh bien, si λ est égal à zéro, c'est-à-dire si le propulseur a une surface nulle, notre rendement est égal à zéro. Avec un propulseur infiniment petit, nous n'avons aucun effet utile. Si λ est égal à 1, on a alors $s = S$, et la surface du propulseur est rigoureusement égale à la surface du plan mince qui aurait la même résistance à l'avancement que la carène ; dans ce cas, la fraction $\frac{\lambda}{1+\lambda}$ est égale à $\frac{1}{2}$.

On obtient donc comme travail utile la moitié du travail qu'on a dépensé, à condition qu'on ait un propulseur qui ait une surface équivalente à la surface fictive du plan mince équivalent à la carène.

Il faudrait pour obtenir ce résultat, si la carène est un fuseau allongé à 3/1, que le propulseur ait une surface équivalente à 1/30 de la maîtresse section. Ce n'est pas très considérable, mais cela commence à être grand. Plus nous agrandirons la surface du propulseur, meilleur sera le rendement, parce que λ deviendra considérable. S'il devenait infini, notre rendement serait égal à l'unité.

On ne peut atteindre cette perfection ; mais, plus le propulseur aura des dimensions considérables, plus le rendement sera grand, et meilleur sera l'appareil. Il sera d'ailleurs toujours possible de calculer le rendement en fonction du rapport entre la surface du propulseur et la surface fictive qui est équivalente comme résistance à la surface du navire aérien.

Vous voyez donc que, pour améliorer notre rendement, nous avons deux moyens : augmenter les dimensions de notre palette propulsive et diminuer la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

résistance de l'avancement de la carène, lui donner un plus grand coefficient de réduction, ce qui, pour une maîtresse section donnée, rendra plus petite la surface du plan mince équivalent.

S'il s'agissait de faire avancer une sphère, au lieu d'un corps allongé, nous aurions plus de surface fictive, un λ plus petit et un rendement moins bon.

Il est impossible d'étudier les propulseurs sans les envisager à un autre point de vue, celui du recul. Qu'appelle-t-on le recul? Il y a deux manières de le considérer : le recul absolu est la différence entre la vitesse que le propulseur prend par rapport au navire aérien, à la vitesse d'avancement du navire. Supposez, par exemple, que vous ayez des palettes qui, grâce à votre moteur, soient animées d'une vitesse de 3 mètres par seconde et que le navire n'avance que de 2 mètres ; vous aurez un recul de 1 mètre. D'une manière générale, ce recul est égal à U — V ou à W.

Quant au recul relatif, c'est le rapport entre le recul absolu et la vitesse du propulseur par rapport au navire aérien. Il est donc égal à $\frac{W}{U}$. Dans l'exemple numérique précédent, il est égal à $\frac{1}{3}$.

Évaluons ce recul en fonction de λ.

On a :

$$r = \frac{W}{U} = \frac{W}{V + W} = \frac{W}{\lambda W + W}$$

d'où

$$r = \frac{1}{1 + \lambda}.$$

Comme, d'autre part, le rendement ρ est égal à $\frac{\lambda}{1 + \lambda}$, on a $r + \rho = 1$.

Par conséquent, le recul est égal à la différence $1 - \rho$ entre l'unité et le rendement.

C'est-à-dire que quand nous avons un recul de 1/10, nous avons un rendement de 9/10.

Plus le recul est considérable, moins le rendement est le bon.

Plus λ est petit, plus le recul est considérable. Quand λ est égal à 0, nous avons un recul égal à 1; nous n'avançons pas, nous reculons d'autant que nous faisons marcher le propulseur; quand, au contraire, λ devient égal à 1, nous avons un recul égal à $\frac{1}{2}$, et dans ce cas particulier, égal au rendement.

Quand nous avons un λ supérieur à 1, quand la surface du propulseur est supérieure à la surface fictive équivalente à la résistance de la carène, nous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avons un rendement plus avantageux, nous arrivons à avoir un rendement qui se rapproche de l'unité, qui serait d'autant plus grand que la surface serait plus grande.

*
* *

Vous voyez donc, par ces considérations relatives aux propulseurs orthoptères, que plus ils sont grands, meilleurs ils sont, plus ils ont de rendement, moins ils ont de recul. Je ne vous ai parlé du propulseur orthoptère que pour vous faire voir ces questions de recul qui sont un peu délicates, mais il est certain que ce n'est pas pour vous dire que le propulseur orthoptère est ce qu'il y a de mieux. Nous avons vu que la sustentation orthoptère ne valait rien; le propulseur orthoptère ne vaudra pas mieux. Si on veut avoir quelque chose de bien, il faut employer le même procédé qui améliore la qualité sustentatrice, pour améliorer la qualité propulsive, c'est-à-dire l'attaque oblique et l'envergure. Mais il y a une chose bien évidente, c'est que nous ne pouvons pas songer à avoir la propulsion dépendante de la hauteur; pour la sustentation, il pouvait se faire, soit qu'elle dépende de la marche, soit qu'elle puisse avoir lieu sans que l'appareil avance. Mais, quand il s'agit de propulser, nous ne pouvons pas nous condamner à monter et à descendre. Il faut donc que nous ayons notre propulsion indépendante, réalisée par un propulseur qui n'ait pas à s'inquiéter des mouvements verticaux d'une vitesse beaucoup moindre que subira l'appareil pendant la marche.

Si nous voulons faire de l'attaque oblique pour la propulsion, il n'y a pas deux moyens : on ne peut que faire une hélice. On a inventé autant d'espèces de propulseurs que de sustentateurs. Eh bien, pour le propulseur comme pour le sustentateur, on arrive à cette conclusion qu'il n'y en a qu'un qui vaille quelque chose : c'est l'hélice. Il y en a de manifestement mauvais. Le propulseur parfait serait celui qui aurait un rendement égal à l'unité, qui, par conséquent, n'aurait pas de recul. C'est irréalisable; mais un propulseur doit être du moins fait de telle sorte que ce soit géométriquement, cinématiquement possible pour certaines combinaisons de vitesses.

Nous donnons à de tels propulseurs le nom de propulseurs corrects. Pour ce propulseur correct, on doit pouvoir imaginer qu'il puisse ne pas avoir de recul. Cela pourrait arriver avec un propulseur orthogonal, comme nous l'avons vu, si ses palettes étaient absolument fixes par rapport à l'air ambiant, qu'elles aient une résistance telle que pour ainsi dire elles ne se déplacent pas; pendant ce temps, l'appareil aérien marchera avec la même vitesse que celle que la machine tendra à imprimer à cette palette. Dans ce cas, W sera égal à 0, U sera égal à V, λ sera égal à ∞, ρ égal à 1, et r égal à 0.

Il y a des propulseurs pour lesquels on ne peut pas faire une semblable

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

hypothèse. Supposons une roue munie de palettes; supposons que ces palettes, par un mécanisme plus ou moins ingénieux, sont faites de telle manière que dans la partie inférieure de la course, elles sont toujours verticales pour frapper l'air dans le sens de la flèche non empennée (fig. 2), et pousser l'appareil dans le sens de la flèche empennée. Quand elles arrivent à la moitié supérieure de la course, elles s'effacent pour être horizontales. Remarquez que ces différentes palettes qui marchent vers l'arrière, ne marchent pas avec la même vitesse horizontale. La palette A va plus vite que les palettes B ou C. Par conséquent, si vous supposez que l'appareil prend une vitesse telle que pour cette palette A, il n'y ait pas de recul, pour la palette B il y aura un recul négatif; celle-ci qui

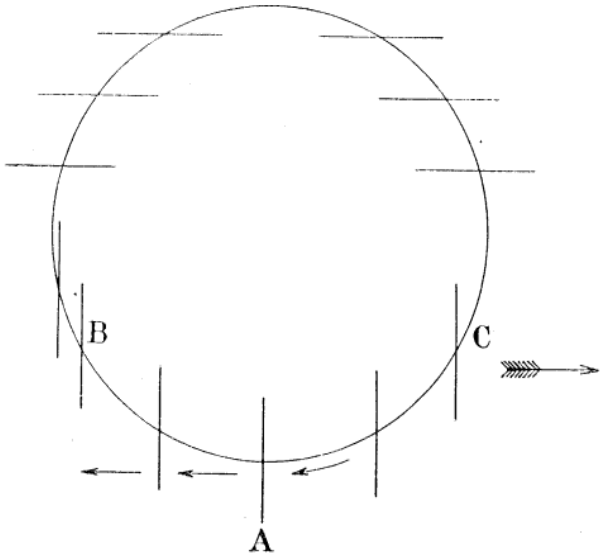


Fig. 2.

va moins vite va frapper l'air de manière à nuire à l'effet utile et vous ne pourrez pas arriver à ce que toutes les palettes s'appuient sur l'air à un moment donné comme sur un point fixe. Si vous supposez que vous solidifiez par la pensée le point d'appui pour que la roue à palettes s'avance sur l'air comme une roue dentée sur une crémaillère fixe, le mouvement sera impossible, les vitesses horizontales des palettes étant différentes. Il est impossible par conséquent de trouver une combinaison de vitesses qui pour toutes les palettes donne en même temps un recul nul.

Aussi, tous les propulseurs de cette catégorie, que nous appellerons les propulseurs incorrects, sont à rejeter *a priori*. Il y en a d'autres plus ingénieux qui peuvent donner un mouvement correct, arriver à ne pas avoir de recul

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans certaines conditions. Ceux-là sont théoriquement admissibles, mais ils ont généralement une complication de construction qui les fait rejeter, par rapport à l'hélice.

Examinons donc ce que c'est que l'hélice propulsive. Le problème se complique encore par rapport au propulseur orthogonal que nous avons étudié.

Quand nous avons étudié le sustentateur, nous avons trouvé qu'à un sustentateur quelconque équivaut toujours un sustentateur orthogonal dont on peut sans difficulté calculer la surface.

Que cherchions-nous à faire avec un sustentateur? Nous cherchions à abaisser une surface pour provoquer une réaction de l'air dirigée de bas en haut.

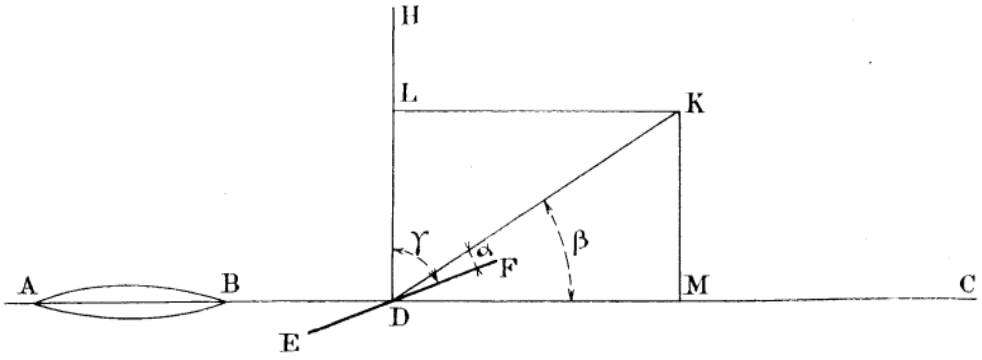


Fig. 3.

Avec les sustentateurs obliques, comme l'angle est très faible, la composante normale à la surface nous donnait, très approximativement, la composante verticale produisant la sustentation. Mais, quand il s'agit d'une hélice propulsive, les choses changent, en raison de ce mouvement d'avancement du véhicule.

Supposez que nous ayons trouvé une hélice sustentatrice équivalente au point de vue de la force développée pour un travail donné à un plan mince orthogonal d'une certaine surface. Quand nous appliquerons cette hélice à propulser un navire aérien, elle ne sera plus équivalente au même plan mince; puisque le navire marche, cela change l'incidence des filets d'air par rapport à l'hélice. C'est ce que nous allons essayer de voir avec quelque précision.

Considérons un navire aérien que nous représentons par sa carène (fig. 3). Supposons que ce navire soit propulsé par une hélice dont l'axe horizontal de rotation est dirigé suivant BC, prolongement de l'axe AB de la carène. Je suppose que cette hélice a un bras perpendiculaire au plan du tableau et projeté en D. L'aile de l'hélice se trouve fixée à ce bras, de manière que si je fais une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

section parallèle au plan du tableau, je vois un élément de cette aile qui vient se projeter suivant une petite ligne EF que je suppose droite, ce qui est sensiblement vrai. Cette droite EF fait avec la perpendiculaire à l'axe de rotation un angle γ. Si le navire aérien est maintenu immobile et si l'hélice tourne, le point D se déplacera suivant la direction DH et l'élément EF de l'hélice remontera les filets d'air sous un angle γ. En réalité, il n'en est pas ainsi, et les filets d'air ont par rapport à l'hélice la direction DK, faisant avec EF un angle d'incidence α. D'où résultera cette incidence? D'un double mouvement, du mouvement de rotation de l'hélice et du mouvement d'avancement du navire aérien.

Je suppose que l'hélice tourne dans le sens de D vers H; par suite du mouvement de rotation, la palette de l'hélice va être transportée suivant un cercle qui se projette suivant la droite DH. Si je considère la vitesse avec laquelle ce mouvement se produit, elle sera donnée par la formule :

$$W = 2\pi\rho n.$$

formule dans laquelle W est la vitesse circonférentielle du point D de l'hélice, ρ la distance de ce point à l'axe de rotation BC de l'hélice, et n le nombre de tours par seconde. Je porte suivant DL cette vitesse circonférentielle.

Pendant ce temps, le navire aérien avancera avec une certaine vitesse V dans la direction de son axe AB. Je porte cette vitesse suivant DM. La résultante de ces deux mouvements sera donnée par la diagonale du rectangle DLKM. DK sera la direction des filets d'air par rapport à l'hélice et l'angle d'attaque α sera égal à KDF.

Le filet qui va rencontrer l'hélice va donc la rencontrer, non pas suivant une perpendiculaire à l'axe du mouvement comme si l'hélice était au point fixe, mais suivant une ligne plus ou moins inclinée, qui sera d'autant plus inclinée que la vitesse d'avancement du véhicule sera plus grande. Si l'on désigne par β l'angle KDM, on a évidemment

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{W}{V} = \frac{2\pi\rho n}{V}.$$

On a en outre, entre les trois angles α, β et γ, la relation

$$\gamma - \alpha + \beta = 90^\circ$$

ou

$$\alpha = \gamma + \beta - 90^\circ.$$

Au lieu de considérer ce qui se passe dans une seconde, nous pouvons envisager ce qui se passe pendant un tour d'hélice. Le point D au lieu de décrire circulairement un trajet égal à W parcourt seulement une circonférence de longueur C. On a d'ailleurs :

$$C = 2\pi\rho = \frac{W}{n}.$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pendant ce temps-là, le navire aérien avance d'une certaine quantité a que j'appelle l'avance par tour.

On a évidemment :

$$a = \frac{V}{n}$$

et si dans l'expression de tg β on divise les deux termes par n, on a

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{C}{a} = \frac{2\pi\rho}{a}.$$

Cette avance peut n'avoir rien de commun avec le pas de l'hélice. Le pas, c'est la quantité dont l'hélice avancerait par tour si elle se vissait dans l'air comme un écrou, en d'autres termes si elle ne reculait pas; mais comme il peut y avoir du recul, cette avance par tour est une quantité qui dépend non seulement de l'hélice, mais de la résistance qu'offre la carène aérienne à l'avancement. C'est une donnée qu'on observera pendant que le navire sera en marche.

Il en résulte qu'il faut construire son hélice, non pas pour qu'elle soit frappée par des filets d'air arrivant perpendiculairement, comme dans le cas des hélices qui tournent au point fixe. Ce mouvement se compliquant de l'avance par tour, l'angle d'attaque qui, au point fixe, serait égal à γ, est augmenté de $\beta - 90^\circ$ ou, si l'on préfère, diminué de $90^\circ - \beta$.

Mais, ce qu'il y a lieu de remarquer, c'est que l'angle β ne reste pas le même tout le long des bras de l'hélice; tg β est égale à $\frac{2\pi\rho}{a}$. Il y a quelque chose de constant là dedans ; c'est 2π, et c'est a, l'avance par tour, qui est la même pour toutes les parties de l'hélice. Mais, ce qui n'est pas le même du tout, c'est ρ, la distance de l'élément considéré à l'axe de l'hélice. Quand ρ est extrêmement faible, tg β a une valeur très petite; quand on arrive, au contraire, vers l'extrémité de l'hélice, ρ devient très grand et l'angle se relève. Les filets d'air qui viennent frapper les différentes parties de l'hélice n'arrivent donc pas dans la même direction quand ils sont vers le moyeu que vers la périphérie de l'hélice; et si on veut construire une bonne hélice, que doit-on faire? On s'arrange de manière que chaque élément soit rencontré suivant un angle convenable pour faire une bonne attaque oblique, comme pour un sustentateur.

Supposons qu'on choisisse un angle d'attaque α comme étant le meilleur; d'après certaines expériences, cet angle optimum serait aux environs de deux degrés. Prenons ce chiffre. Je dois m'arranger, si je veux avoir une bonne hélice, pour que chaque filet d'air la rencontre suivant un angle de deux degrés. S'il s'agissait de faire une hélice au point fixe, je m'arrangerais de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

manière que les palettes fassent ces deux degrés par rapport à la perpendiculaire à l'axe (1).

Mais ici ce n'est pas cela du tout : il faut que je fasse cet angle optimum par rapport à une ligne dont l'inclinaison varie suivant la distance. Si je prends un élément dans le voisinage du moyeu, je vais avoir un angle γ d'une certaine valeur. Quand je me rapprocherai des bord de l'hélice, cet angle va diminuer progressivement.

La construction est plus compliquée que celle d'une hélice sustentatrice, parce qu'elle va être à pas variable, au lieu d'être à pas constant. En pratique, voici ce qui se passe : quand vous êtes dans le voisinage du milieu, l'avance par tour a une valeur considérable par rapport à la vitesse due à la rotation.

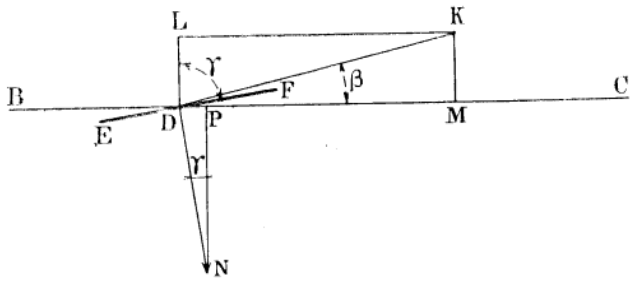


Fig. 4.

Par conséquent, l'angle β est faible, l'angle γ est au contraire d'une grande valeur comme on le voit fig. 4, et l'élément de l'hélice a une direction qui se rapproche beaucoup de celle de l'axe.

Dans ces conditions, cette partie est très peu efficace ; elle ne tourne pas vite ; chaque élément de surface n'est pas considérable. D'autre part, l'effort normal à la surface s'exerce dans une direction DN qui se rapproche de la perpendiculaire à l'axe, et, par suite, dont la composante utile DP suivant la direction du mouvement est très faible, puisqu'elle résulte du produit de DN par le cosinus d'un angle γ qui est très grand.

Par conséquent, cette partie située près du milieu ne vaut rien pour la propulsion, et dans la pratique on la supprime. Il faut bien qu'il y ait en cette région une partie des bras qui passe pour aller soutenir la position efficace de l'hélice ; mais cette portion des bras n'est que nuisible au mouvement, et on se contente de leur donner une forme telle qu'ils opposent au mouvement le

(1) Les considérations qui précèdent et celles qui suivent sont empruntées à un mémoire de M. Drzewiecki. Nous ne les formulons qu'avec certaines réserves ; c'est ainsi que le mode de construction d'hélices au point fixe indiqué ici reviendrait à avoir des palettes planes, ce que l'on s'accorde généralement à considérer comme défectueux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus faible obstacle possible. Mais au fur et à mesure que l'on s'éloigne de l'axe, la valeur de l'angle β augmente, comme on le voit fig. 5. Par contre γ diminue, et la direction KD des filets incidents se rapproche de la perpendiculaire LD à l'axe de rotation. Dans la partie utile de l'hélice, la forme diffère assez peu de celle d'une hélice à pas constant, analogue à celle qu'on adopte

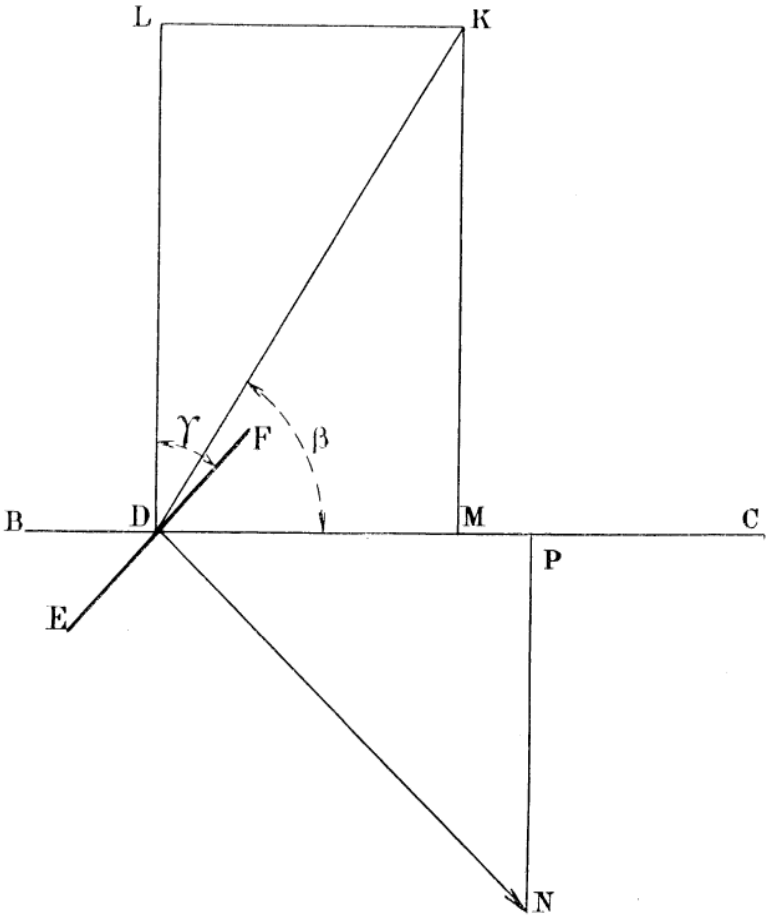


Fig. 5.

généralement pour les hélices au point fixe; la différence consiste en ce que l'angle γ au lieu d'être égal à LDK est augmenté d'une quantité déterminée $\varkappa$, quantité d'ailleurs assez faible.

Dans cette partie, l'effort normal DN, qui croît comme le carré de la vitesse et par suite comme ρ^2, a une valeur notable; de plus, sa direction se rapproche

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de celle du mouvement, et sa composante utile DP n'est pas très réduite par rapport à DN. Pour tous ces motifs, la région périphérique de l'hélice est la plus efficace.

De tout ce qui précède, ce qu'il faut retenir, c'est que la construction d'une hélice est délicate, et que si l'on veut s'arranger pour avoir l'incidence optima sur tous les points de l'hélice, il faut tenir compte de la déviation des filets d'air qui est due à l'avance par tour. Cette déviation est, d'ailleurs, d'autant plus faible qu'on s'écarte davantage de l'axe de rotation.

En somme, l'hélice doit être à pas variable. On peut arriver à construire des hélices à pas variable par des procédés qui ne sont pas très difficiles à appliquer et sur lesquels je n'ai par le temps de m'étendre. Mais tout ce que j'indique, je dois vous le dire, c'est plutôt de la théorie que de la pratique : les gens qui ont fait des hélices les ont faites au petit bonheur. On a fait des hélices propulsives qui ressemblent pas mal aux hélices sustentatrices, mais elles doivent avoir un pas plus allongé. La meilleure hélice sustentatrice ne serait pas parfaite pour la propulsion ; il faudrait lui donner un pas un peu plus grand.

Dans la pratique, on peut la faire comme s'il s'agissait d'une hélice sustentatrice, mais on la fait pivoter non pas autour de son axe, mais autour du bras perpendiculaire à l'axe, pour augmenter l'angle d'attaque, et faire que les ailes attaquent l'air suivant l'angle optimum, au moins d'une manière approximative.

Ces questions sont assez délicates, d'autant plus qu'on n'a pas fait d'expériences. C'est là qu'est la grande lacune : les hélices propulsives sont faites d'après ce qu'on sait des hélices sustentatrices qu'on a pu essayer au point fixe. De considérations théoriques on a déduit qu'en augmentant leur pas, en les faisant pivoter d'un petit angle autour de leur bras, on aurait de bonnes hélices propulsives. Il serait très désirable d'avoir des expériences directes concernant les hélices propulsives, et pour cela, il y a deux moyens : le premier, de les atteler à un navire aérien, moyen très compliqué, qui ne donnera de résultats qu'en exigeant de grandes dépenses de temps et d'argent. Si vous voulez faire de semblables expériences, il faut disposer les choses de manière à pouvoir changer les hélices d'un même véhicule. En les attelant successivement au même navire pour voir l'effet qu'elles produiront, vous arriverez à constater que telle hélice est meilleure qu'une autre, mais elle est meilleure pour quoi ? pour le navire aérien en question, attendu que, d'après ce que nous avons vu pour le propulseur orthogonal, il faut tenir compte du rapport entre la résistance à l'entraînement du navire aérien et le propulseur. Telle hélice qui sera bonne pour un navire ne sera pas bonne pour un autre navire qui aura plus ou

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moins de résistance. Il faut donc que l'hélice soit proportionnée au navire aérien. Mais si on veut élucider cette question en essayant successivement des hélices sur un même appareil de navigation, ballon dirigeable ou esquif varié, on sera obligé non seulement d'essayer plusieurs hélices différentes sur le même navire, mais même un grand nombre de navires avec plusieurs hélices pour chacun d'eux. On n'en finirait jamais, et il est préférable de recourir à des expériences de laboratoire.

Qu'est-ce qui change les conditions des hélices propulsives par rapport aux hélices sustentatrices? C'est que l'hélice propulsive s'avance dans l'air. On peut réaliser cela par un laboratoire mobile : sur un wagon de chemin de fer, par exemple, en prenant les précautions nécessaires pour connaître la vitesse de l'air dans le sens de la marche. Vous ferez tourner votre hélice, vous mesurerez le travail moteur que vous fournissez à l'hélice, quand le wagon est mobile, avec une vitesse donnée. Vous mesurerez la poussée correspondante P; vous calculerez le rapport de ces deux éléments. Vous verrez ensuite que ce rapport varie suivant la marche en avant de l'appareil. La marche en avant, vous la réglerez par la locomotive, par le moteur qui fera marcher votre véhicule, et vous saurez que votre hélice agit dans des conditions analogues à celles de la pratique, en se déplaçant par rapport à l'air. On peut opérer aussi par la méthode du tunnel, en faisant parcourir le tunnel par un courant d'air venant de l'avant dont on peut faire varier la vitesse.

Pour le moment, il y a là-dessus des obscurités et on fait les hélices au petit bonheur. Il y a beaucoup à gagner sur la qualité des hélices, et la question est très intéressante, car l'allégement des moteurs aura des limites, et alors pour gagner vraiment quelque chose, il n'y aura d'autre ressource que d'améliorer le propulseur. C'est donc là une question pour le moment encore bien obscure, qu'il y aurait le plus grand intérêt à élucider. On en est à peu près aujourd'hui à prendre les hélices sustentatrices et à les adapter comme hélices propulsives ; c'est évidemment un procédé barbare.

Mais s'il y a entre les hélices sustentatrices et les hélices propulsives des différences essentielles, il y a un principe qui est vrai pour les unes comme pour les autres; c'est que la surface du cercle balayé a une importance considérable, et qu'avec elle augmente l'effet utile de l'hélice. Nous avons retrouvé partout cette influence. Qu'il s'agisse d'un sustentateur ou d'un propulseur, qu'on emploie l'attaque orthogonale ou l'attaque oblique, la surface d'appui a toujours une grande importance, et avec elle croissent l'efficacité de l'appareil et son rendement.

D'autre part, pour les hélices propulsives comme pour les hélices sustentatrices, le nombre des ailes et leur largeur ne paraissent pas avoir grande influence.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce qui a une importance considérable, c'est le pas, mais on ne sait pas au juste comment il faut le faire. On a des règles empiriques.

*
* *

Quoi qu'il en soit, comme tout propulseur et comme le propulseur orthogonal en particulier, les hélices propulsives ont un recul, et plus ce recul est grand, plus le rendement est mauvais. Ce recul sera d'autant plus considérable que la surface du cercle balayé sera moindre par rapport à la surface équivalente à la carène au point de vue de la résistance.

On a donc intérêt à faire de grandes hélices pour avoir le meilleur rendement possible et pourtant, il faut savoir s'arrêter dans cette voie. Il en est des grandes hélices comme des grandes surfaces sustentatrices; on ne peut pas les augmenter indéfiniment.

Les opinions des constructeurs, tant des ballons dirigeables que des aéroplanes, sont divisées sur le point de savoir si on doit avoir de grandes hélices tournant lentement ou de petites hélices tournant vite. Pour le rendement, les grandes sont préférables, puisqu'elles prennent appui sur une surface plus grande. Mais il y a des inconvénients : une grande hélice est plus lourde dans sa construction qu'une petite. Vous obtiendrez la même puissance en faisant tourner la petite hélice plus vite, et elle n'en sera pas plus lourde pour cela.

D'autre part, les moteurs qu'on emploie pour les appareils dirigeables, ballons ou aéroplanes, doivent leur légèreté à ce qu'on les fait tourner très vite. Un moteur d'un certain poids, en raison de la résistance de ses organes, ne peut pas dépasser un effort déterminé par coup de piston. Si on veut faire de la puissance avec quelque chose qui ne peut pas faire un grand effort, il faut multiplier le chemin parcouru, il faut donner de la vitesse.

Donc, tout moteur léger est nécessairement un moteur rapide, et nous sommes condamnés à n'employer, soit pour les appareils d'aviation, soit pour les dirigeables, que des moteurs à mouvement rapide. Si nous actionnons une hélice de grandes dimensions, nous sommes donc forcés de démultiplier le mouvement pour passer de la vitesse du moteur à celle de l'hélice. Nous aurons à compter avec le rendement de l'organe de démultiplication et avec le poids de cet appareil.

Finalement, la question se pose de la manière suivante : nous disposons pour notre moteur, notre hélice propulsive et notre mécanisme démultiplicateur d'un poids déterminé. Si nous prenons une grande hélice, nous sommes obligés de prélever d'abord une partie de ce poids pour construire notre hélice, qui est grande et lourde; une autre partie pour construire l'appareil démultiplicateur; cela fait donc une partie notable du poids qui se trouve enlevée au moteur. Nous avons donc un moteur moins puissant que si nous avions une petite hélice.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quand nous avons une petite hélice, nous n'avons qu'à prendre sur le poids disponible le poids du moteur et de l'hélice ; cette hélice étant moins grande, est par suite plus légère. D'autre part, nous supprimons le démultiplicateur : nous avons donc encore du bénéfice de ce côté. Nous pouvons pour ces deux motifs avoir un moteur plus puissant avec des hélices petites en admettant que nous ne disposions que du même poids total.

Mais, par contre, les grandes hélices auront un meilleur rendement, elles utiliseront mieux la puissance motrice. Il y a donc un moyen terme à réaliser.

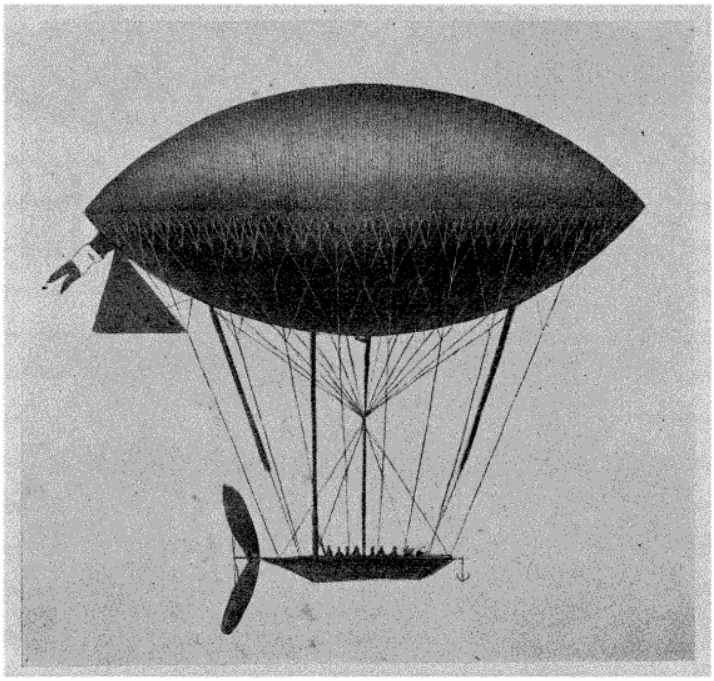


Fig. 6. — Dirigeable *Dupuy de Lome*.

Si l'hélice est trop petite, nous avons un mauvais rendement et, malgré une économie de poids, cela ne marchera pas si bien. Si l'hélice est exagérée, nous gaspillerons du poids pour l'hélice et le démultiplicateur, et nous serons obligés de diminuer le poids du moteur ; mais nous utiliserons mieux sa puissance.

Il y a une cote mal taillée à prendre ; mais il est certain qu'il y a des limites assez larges, parce qu'on a vu des dirigeables et des appareils d'aviation ayant des hélices assez différentes, qui obtenaient de bons résultats. Les différences sont beaucoup plus grandes pour les ballons dirigeables que pour les appareils d'aviation, et je vais vous le faire voir en vous projetant quelques vues qui représentent des navires aériens que j'ai choisis de manière à vous mon-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trer les solutions extrêmes qui ont été adoptées pour le diamètre de l'hélice.

Voici une série de dirigeables à grande hélice :

La figure 6 représente le dirigeable de Lôme; en sa qualité d'ingénieur des constructions navales, il était partisan des grandes hélices, et vous voyez les

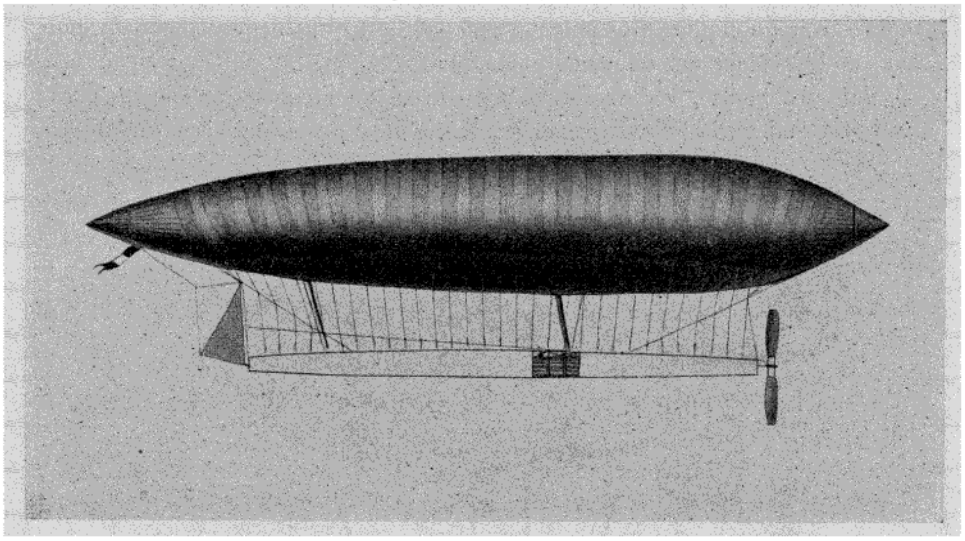


Fig. 7. — Dirigeable « *la France* ».

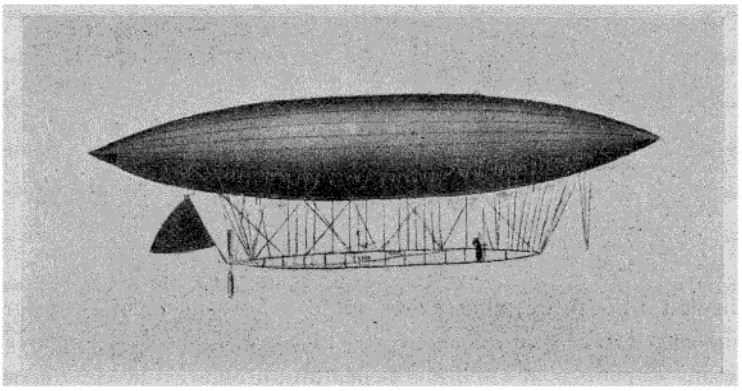


Fig. 8. — Dirigeable *Santos-Dumont*.

dimensions considérables qu'il a données à son hélice, par rapport au navire aérien; la surface du cercle balayé était presque la moitié de la maîtresse section de son appareil.

Voici (fig. 7) un autre dirigeable à grande hélice, la *France*, du capitaine Ch. Renard.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Voici le *Santos-Dumont*, avec une hélice assez grande par rapport à la maîtresse section du ballon (fig. 8).

La *Ville de Paris*, le *Bayard-Clément* sont aussi des aérostats à grandes hélices.

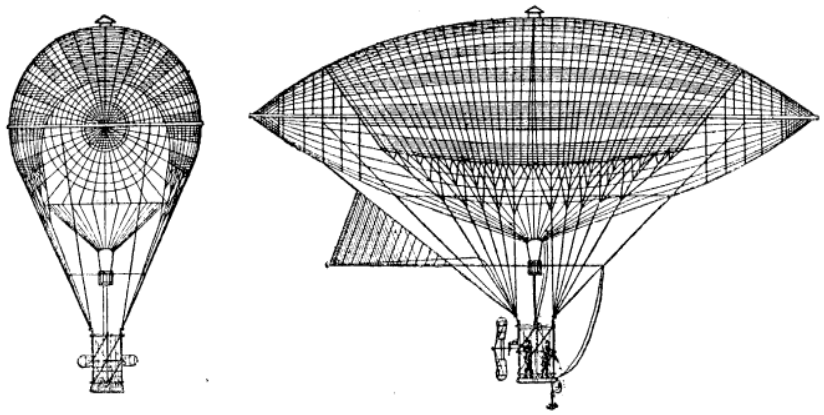


Fig. 9. — Dirigeable *Tissandier*.

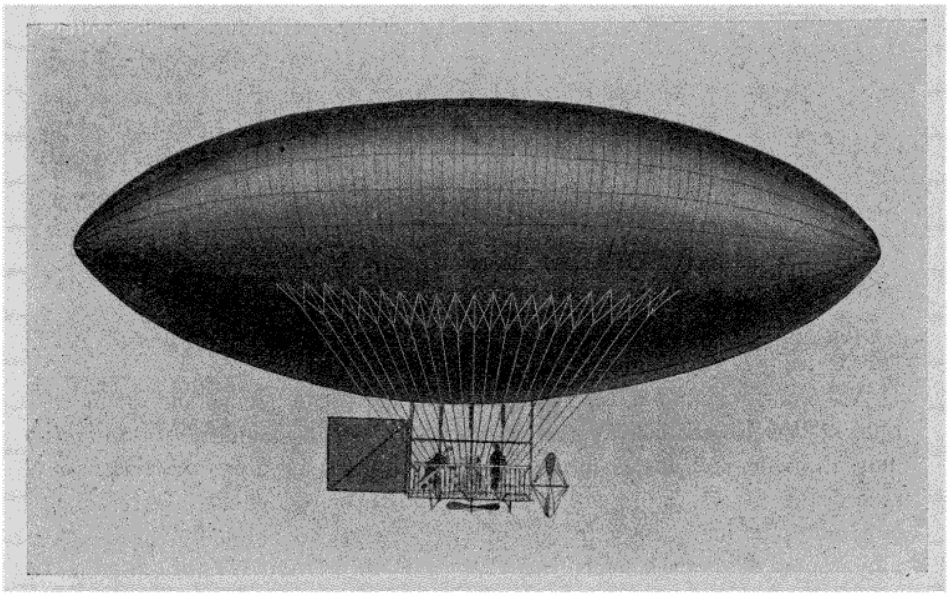


Fig. 10. — Dirigeable *Woelfert*.

Passons maintenant aux petites.

Voici le dirigeable des frères Tissandier (fig. 9) dont l'hélice paraît microscopique en comparaison des précédents.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Voici un ballon allemand de Wœlfert, essayé en 1898, qui n'a pas marché du tout, et que je présente figure 10 à cause des petites dimensions de son hélice.

Voici l'aérostat *République* (fig. 11). Les hélices ont des dimensions très faibles par rapport à la maîtresse section. Vous savez que ces ballons, du type Lebaudy, ont obtenu de bons résultats ; ils doivent être considérés comme ayant atteint la limite extrême des petites hélices pour un dirigeable.

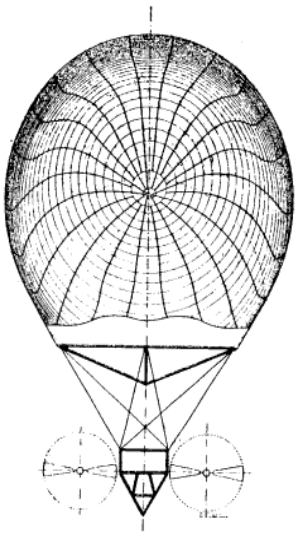


Fig. 11.
Dirigeable *République*.

Si nous arrivons aux aéroplanes, nous voyons tout de suite que, proportionnellement aux sections, à l'effort à vaincre, à la résistance de la carène, les hélices paraissent être de dimensions beaucoup plus considérables. Les aéroplanes se trouvent dans une bien meilleure situation que les dirigeables sous ce rapport ; ils peuvent se payer de petites hélices avec un bon rendement, puisque leur résistance à l'avancement étant très faible, la surface équivalente à la carène au point de vue de la résistance est beaucoup plus petite que quand il s'agit des ballons dirigeables.

La figure 12 représente l'aéroplane de M. Blériot. Son propulseur, qui serait petit pour un dirigeable, est considérable par rapport à la résistance qu'on a à vaincre. Par conséquent, il se trouve dans de bonnes conditions. Remarquons en passant qu'on a supprimé la partie centrale l'inefficace de hélice.

Il est inutile de faire voir d'autres aéroplanes : la plupart de ceux qui ont été construits ont des hélices dans des proportions analogues.

Voici seulement (fig. 13) l'aéroplane qui possède la plus grande hélice : celui de Wright. Les hélices sont assez grandes déjà et démultipliées par un moyen très simple : une chaîne reliant un pignon calé sur l'arbre moteur à une roue dentée fixée à l'arbre de l'hélice. Le constructeur a réduit au minimum la démultiplication. Cela ne paraît pas très correct au point de vue mécanique, mais cela a parfaitement marché. Quoi qu'il en soit, Wright a diminué ainsi un des inconvénients des grandes hélices. Il a eu des hélices notablement plus grandes et moins rapides que les autres aéroplanes, et a obtenu un meilleur rendement à aussi peu de frais que possible. Sa solution doit donc être assez rapprochée de la vérité.

Il faut avoir des hélices proportionnelles à la résistance à vaincre, mais on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

peut garder une certaine marge. Il y a des avantages et des inconvénients dans les deux modes de procéder. Je répète que la question est moins compliquée

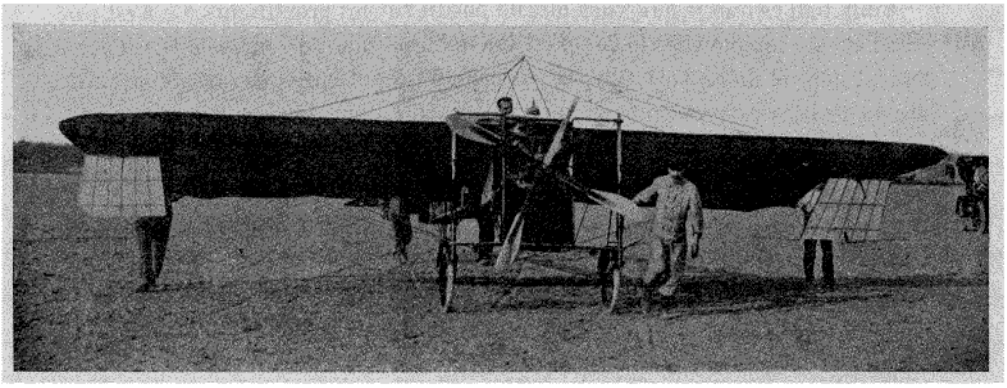


Fig. 12. — Aéroplane *Blériot*.

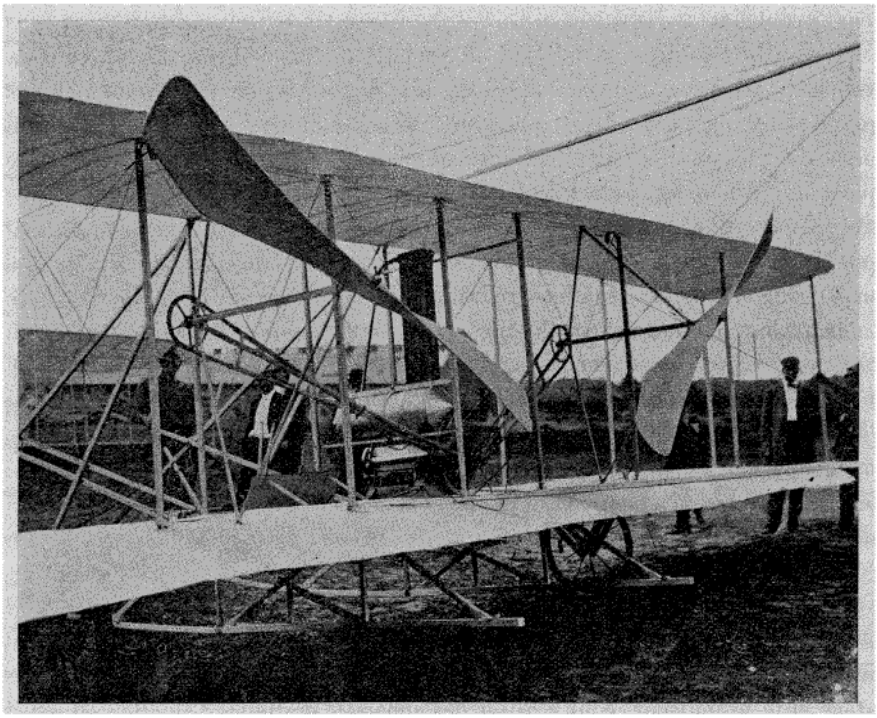


Fig. 13. — Aéroplane *Wright*.

quand il s'agit des aéroplanes que des appareils de navigation aérienne par le plus léger que l'air.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

*
* *

Voilà tout ce que je puis vous dire de positif sur les propulseurs. Ce n'est pas grand'chose, comme vous le voyez. Il y a une question de rendement et le rendement dépend du rapport entre la surface du propulseur et la carène au point de vue de la résistance ; plus la surface du propulseur est grande, meilleur est le rendement. Mais il y a une difficulté pratique qui fait qu'on ne peut avoir des hélices d'une grandeur indéfinie.

Quant au mode de construction des hélices, au meilleur tracé à adopter, c'est une chose qui n'est pas parfaitement connue. On a des hélices qui sont assez bonnes, mais nous croyons qu'on peut avoir mieux. On peut aussi les alléger beaucoup dans leur construction et obtenir des résultats supérieurs avec un poids moindre. Par exemple, si on trouve un système de construction qui les allège, on peut s'offrir des hélices plus grandes avec le même poids, par conséquent, diminuer les inconvénients des grandes hélices et profiter de leurs avantages.

Il y a beaucoup à gagner sur le propulseur, et c'est un des points sur lesquels l'attention doit être appelée, afin d'obtenir une amélioration de ce qu'on sait maintenant. Il est vraiment à désirer qu'il y ait d'ici à quelques années des expériences méthodiques qui permettent de voir clair dans cette question des hélices, car la question du propulseur aérien est des plus importantes et des plus obscures. La question du sustentateur est assez connue, la question de résistance des carènes l'est suffisamment aussi. Quant à celle des propulseurs, nous en sommes réduits à des expériences au point fixe qui donnent des conclusions insuffisantes. Nous ne pouvons pas même utiliser les expériences des marins, car là aussi on est à peu près réduit à l'empirisme. Il y a eu, en effet, quelques expériences d'hélices en marche faites en Amérique, quelques autres en Russie et depuis peu de temps en France, faites par des ingénieurs des constructions navales ; il n'y a pas très longtemps qu'il existe des bassins d'essais pour étudier les hélices et la résistance des carènes marines.

Nous en avons fini avec cette étude des différents éléments de navigation aérienne par le plus lourd que l'air. Dans la prochaine conférence, nous verrons comment on peut assembler ces différents éléments : la carène, le sustentateur et le propulseur, pour réaliser des appareils pratiques d'aviation, et nous verrons comment la comparaison des différents types d'appareils qu'on peut concevoir aboutit à la constatation de l'immense avantage que présente l'aéroplane sur tous les autres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

6e CONFÉRENCE (1)

Différents types d'appareils d'aviation. — Ornithoptère, hélicoptère, aéroplane. Avantages de ce dernier type. — Régime de marche de l'aéroplane. — Avenir de l'aviation.

MESSIEURS,

Après avoir d'abord considéré l'air comme un obstacle et étudié la résistance des carènes, après l'avoir considéré comme un support et vu comment on pouvait se poser sur ce support bien peu consistant et bien mobile, de manière à équilibrer le poids d'un navire aérien, nous avons, dans la dernière conférence, considéré l'air comme un point d'appui, sur lequel le propulseur, hélice ou autre, peut avoir prise, de manière à imprimer au navire aérien une vitesse propre par rapport à l'air ambiant, vitesse qui est indispensable à la direction quelle que soit la nature du navire aérien et qui, pour une catégorie d'entre eux, les aéroplanes, est un élément essentiel de la sustentation.

Au premier abord, il pouvait sembler que l'étude du propulseur était inutile, après qu'on avait étudié le sustentateur. En effet, dans l'un comme dans l'autre, il s'agit, au moyen d'un appareil convenablement disposé, ayant des surfaces d'une forme déterminée, actionné par un moteur, d'obtenir une poussée, une prise sur l'air, de façon à avoir une action s'exerçant dans un certain sens. Quand il s'agit du sustentateur, ce qu'on cherche à obtenir, c'est une action de bas en haut, qui équilibre le poids de l'appareil; quand il s'agit du propulseur, c'est une action horizontale qui transporte l'appareil dans une direction déterminée, en triomphant de la résistance que l'air oppose à son déplacement.

Il semblerait donc que lorsqu'on a établi un bon sustentateur qui donne une poussée verticale de bas en haut, pour le transformer en propulseur, il n'y a qu'à le coucher de 90°, de manière à obtenir une poussée dans le sens horizontal. Nous avons vu que la chose n'est pas si simple que cela, car il y a une considération dont il faut tenir compte : celle du déplacement en avant du navire aérien, qui modifie l'action du propulseur.

Lorsqu'il s'agit d'un sustentateur, en effet, l'appareil agit sur un air immobile et on cherche à lui donner du mouvement, à prendre de l'air en haut pour le rejeter en bas, de manière que la réaction de l'air se produise en sens inverse, comme toutes les réactions, qu'elle agisse de bas en haut, et soutienne ainsi l'appareil.

Lorsqu'il s'agit d'un propulseur, vous prenez l'air en avant et vous le rejetez en arrière. Ce serait le même problème que celui du sustentateur si le véhicule

(1) Faite le 20 février 1907.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

était attaché par derrière à un point fixe et ne pouvait pas obéir à l'impulsion du propulseur. Mais l'appareil se porte en avant, et cet avancement de l'appareil, qui est le résultat qu'on cherche à obtenir, est ce qui vient compliquer l'étude du propulseur et la rendre différente de celle du sustentateur.

Nous avons d'abord étudié comme propulseur le plus simple que l'on puisse concevoir, un plan mince, vertical, agissant perpendiculairement sur l'air, grâce à un déplacement horizontal; et nous avons vu qu'il y a certaines relations qui relient la surface du propulseur, la surface du véhicule aérien et la vitesse de l'un et de l'autre. Je reviens sur cette question, bien que je l'aie traitée précédemment, parce que je crains de n'avoir pas été suffisamment clair, et je tiens à vous dire les choses plus nettement aujourd'hui.

Nous considérerons un véhicule aérien qui, au moyen d'un propulseur, a un certain mouvement de la gauche vers la droite, avec une vitesse que j'appelle V. Ce propulseur, je suppose que c'est un appareil composé d'une surface orthogonale, verticale, plane, qui agit de l'avant à l'arrière et se déplace dans le sens contraire du véhicule, de manière à frapper l'air par derrière, de telle sorte que la réaction le pousse en avant.

Cette surface attaque l'air avec une vitesse que j'ai appelée W, et en raison des lois générales de la mécanique, un régime permanent s'établit, les vitesses deviennent uniformes; en ce moment, il y a équilibre entre l'action sur le propulseur et la résistance que le véhicule oppose à l'avancement. Cette résistance est donnée par la formule que nous avons établie dès le commencement :

$$R = \varphi S_1 V^2$$

dans laquelle R représente la résistance exprimée en kilogrammes, φ est un coefficient qui dépend de la forme de la carène, S_1 est la maîtresse section de la carène exprimée en mètres carrés, et V, la vitesse d'avancement du navire exprimée en mètres par seconde.

Nous savons qu'on peut remplacer une carène au point de vue de la résistance par un plan mince frappé orthogonalement et d'une surface S plus faible, suivant le coefficient de réduction de la carène.

On a alors

$$R = KSV^2$$

K étant le coefficient fondamental de la résistance de l'air. Si les deux surfaces sont équivalentes,

$$KSV^2 = \varphi S_1 V_2$$

d'où

$$S = \frac{\varphi S_1}{K}.$$

S n'étant plus la maîtresse section, mais la surface d'un plan mince vertical

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui s'avancerait dans le même sens que la carène et équivalent au point de vue de la résistance.

A quoi est égale la résistance? A l'effort du propulseur que j'ai supposé être un plan mince orthogonal. Si s est sa surface, et W sa vitesse par rapport à l'air, cet effort est égal à $Ks W^2$, et pour que le mouvement soit uniforme, il faut qu'il y ait équilibre entre cet effort et la résistance de la carène, et qu'on ait, par suite :

$$KS^2 V^2 = Ks W^2. \tag{1}$$

Comme K est le même dans les deux cas, nous avons :

$$SV^2 = sW^2 \tag{2}$$

que je puis écrire

$$\frac{V^2}{W^2} = \frac{s}{S}. \tag{3}$$

Et si j'extrais la racine carrée, j'ai :

$$\frac{V}{W} = \sqrt{\frac{s}{S}} = \lambda \tag{4}$$

ou

$$V = \lambda W. \tag{5}$$

Voyons ce que signifie ce rapport λ.

Si je représente par un cercle la surface équivalente au navire aérien, par un autre cercle la surface équivalente au propulseur, le rapport

$$\sqrt{\frac{s}{S}}$$

sera le rapport des dimensions homologues, c'est-à-dire des diamètres ou des rayons de ces deux cercles.

La question que je tiens à vous rappeler aujourd'hui, sur laquelle je n'ai pas été suffisamment clair dans la dernière conférence, est celle du rendement mécanique de l'appareil, c'est-à-dire du rapport du travail utile au travail moteur. Je ne parle pas du rendement de la machine motrice, mais du rendement de l'appareil propulseur.

Eh bien, le travail utile est égal à la résistance de la carène à l'avancement, multipliée par le chemin parcouru, et si j'examine les choses dans l'unité de temps, le chemin parcouru n'est autre que la vitesse.

Par conséquent, le travail utile est donné par l'équation

$$Tu = KSV^2 \times V = KSV^3. \tag{6}$$

Le travail moteur est lui aussi égal au produit de l'effort $Ks W^2$ par une vitesse, mais cette vitesse par laquelle il faut multiplier l'effort n'est plus W, c'est une vitesse différente que j'appelle U. Qu'est-ce que cette vitesse U? C'est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

celle avec laquelle le propulseur semble se déplacer, non pas par rapport à un spectateur immobile, mais par rapport à un spectateur qui se trouverait sur le navire lui-même, qui verrait le propulseur fuir vers l'arrière et qui mesurerait son déplacement par rapport au véhicule. Un exemple numérique vous fera comprendre la chose : supposez que j'aie un véhicule marchant à une vitesse de 10 mètres par seconde; mon propulseur par rapport à l'air a une vitesse de 20 mètres par seconde. Eh bien, ces 20 mètres, c'est la vitesse avec laquelle le plan frappe l'air supposé immobile. Pour obtenir que ce plan frappe l'air à cette vitesse, si mon navire était maintenu par des cordes, il me suffirait d'imprimer à mon propulseur une vitesse de 20 mètres par rapport au navire aérien, pas davantage. Mais mon navire file vers l'avant à la vitesse de 10 mètres; quand j'ai fait reculer mon propulseur de 20 mètres vers l'arrière du véhicule, celui-ci s'est avancé de 10 mètres : par suite, je n'ai obtenu comme vitesse du propulseur relativement à l'air que 10 mètres par seconde. D'une manière générale, la vitesse avec laquelle le propulseur frappe l'air, est égale à la différence entre sa vitesse apparente par rapport au véhicule et la vitesse propre de celui-ci. Si donc je veux frapper l'air avec mon propulseur à cette vitesse effective de 20 mètres, il faut lui en donner 30 par rapport au navire, puisque, pendant ce temps, le navire marche en sens inverse à raison de 10 mètres par seconde.

Par conséquent, la vitesse avec laquelle le moteur placé sur le véhicule a dû tirer le propulseur vers l'arrière, est égale à la vitesse avec laquelle mon propulseur agit sur l'air, plus la vitesse d'avancement du navire. C'est cette vitesse que j'ai appelée U, et d'après ce qui précède $U = V + W$.

Si je reviens à ma formule, on a pour le travail moteur

$$T_m = K s W^2 U.$$

Le rapport du travail utile au travail moteur est égal à

$$\frac{T_u}{T_m} = \frac{KSV^3}{K s W^2 U} = \frac{SV^3}{s W^2 U} = \rho. \qquad (7)$$

ρ étant le rendement du propulseur.

Si nous nous reportons à la formule (1)
qui exprime l'égalité de l'effort du propulseur et de la résistance de la carène on a

$$SV^2 = s W^2$$

et par suite

$$\rho = \frac{V}{U}. \qquad (8)$$

Je remplace U par sa valeur dans la fraction qui exprime le rendement, et je trouve

$$\rho = \frac{V}{V + W} \qquad (9)$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'autre part $V = \lambda W$, j'ai par suite :

$$\rho = \frac{\lambda W}{\lambda W + W} = \frac{\lambda}{1 + \lambda}. \qquad (10)$$

Qu'est-ce que cela veut dire? Que le rendement dépend du rapport entre la surface du propulseur et la surface équivalente à la carène au point de vue de la résistance. Si le propulseur avait une surface nulle, λ serait nul aussi, et le rendement serait égal à zéro : il ne peut y avoir aucun effet avec un propulseur qui n'a pas de dimensions. S'il est très petit, on obtiendra un rendement très faible; on aura dépensé beaucoup de travail mécanique pour obtenir un faible résultat. Si les dimensions du propulseur augmentent, si s devient égal à S, et par suite λ est égal à 1, nous aurons comme rendement $\frac{1}{2}$. Si le propulseur est plus grand que la surface du plan mince équivalent à la carène, λ sera plus grand que 1, et le rendement supérieur à $\frac{1}{2}$. Mais il faudrait avoir un propulseur de dimensions infinies pour avoir un rendement égal à l'unité : il ne faut pas l'espérer. Si nous avons un rendement qui se rapproche de l'unité, de $\frac{2}{3}$ ou de $\frac{3}{4}$, par exemple, nous pourrons nous estimer très heureux. Ce rendement, dans le système orthogonal, dépend exclusivement de la dimension du propulseur par rapport au navire aérien.

A cette considération du rendement, il faut en associer une autre : celle du recul. Le recul absolu est la différence entre la vitesse imprimée par le moteur au propulseur et celle du navire aérien. Il est donc égal à U — V ou à W. Le recul relatif est le quotient du recul absolu par la vitesse imprimée au propulseur. Il est donc, par définition, donné par la formule

$$r = \frac{U - V}{U} = \frac{W}{U} = \frac{W}{V + W} = \frac{W}{\lambda W + W} = \frac{1}{1 + \lambda} \qquad (11)$$

j'arrive donc à ceci : que le recul est égal ou a une fraction analogue à celle qui exprime le rendement, le dénominateur est dans les deux cas $1 + \lambda$, mais les numérateurs sont différents; λ pour le rendement; 1 pour le recul.

Qu'est-ce que cela veut dire? Que si le propulseur est infiniment petit, cette fraction est égale à 1 : on recule d'une quantité égale à celle dont on voudrait avancer; on n'avance pas. Si le rapport de la surface du propulseur à celle du navire aérien augmente, cette fraction devient de plus en plus petite et le recul de plus en plus faible; si les deux surfaces s et S sont égales, λ est égal à 1 et le recul est égal à 1/2; si la surface du propulseur est plus grande que la surface équivalente à la carène au point de vue de la résistance, vous avez un recul

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui devient de plus en plus petit. Si vous comparez ces deux fractions et que vous les ajoutiez, vous aurez :

$$\rho + r = \frac{\lambda}{1+\lambda} + \frac{1}{1+\lambda} = 1.$$

Plus le recul est faible, plus le rendement est fort ; et pour avoir un bon propulseur, il faut diminuer le recul autant que possible, et par conséquent, développer la surface du propulseur.

Nous avons trouvé quelque chose d'analogue pour la sustentation : afin d'avoir un meilleur effet, il faut augmenter la surface propulsive, de même qu'il fallait augmenter la surface sustentatrice.

Eh bien, cette considération, qui se présente simplement quand il s'agit du propulseur élémentaire qui s'appelle le propulseur orthogonal, se retrouve pour tous les propulseurs, et en particulier pour les hélices propulsives. On a donc intérêt, pour avoir un meilleur rendement, à avoir de grandes hélices. Je vous ai expliqué comment d'autres considérations, celle du poids du moteur, de l'hélice elle-même, des organes de transmission, incitaient à prendre des hélices quelquefois un peu petites et à les faire tourner vite.

Mais on sacrifiait ainsi le rendement du propulseur proprement dit pour obtenir des avantages d'un autre ordre. Si on ne s'occupe que du propulseur lui-même, il y a un intérêt à adopter de grandes hélices.

En ce qui concerne les hélices propulsives, l'influence de l'avancement des navires aériens se manifeste d'une façon spéciale : l'incidence des filets d'air par rapport à l'hélice se trouve modifiée. Quand il s'agit d'une hélice sustentatrice, elle rencontre un air immobile et l'angle d'attaque en chaque point ne dépend que de l'inclinaison en ce point de l'élément de la surface de l'hélice par rapport à son axe de rotation. Il en est de même pour une hélice propulsive si elle agit sur un point fixe ; la direction relative des filets d'air est celle de la circonférence décrite par chaque point de l'hélice. Si le navire aérien avance, la direction du mouvement relatif des filets d'air n'est plus perpendiculaire à l'axe de rotation, mais oblique, et cette obliquité est d'autant plus grande que le navire marchera plus vite, et que l'on est plus près du moyeu. Cela se comprend fort bien : quand vous êtes vers l'extrémité des bras des hélices propulsives, elles sont animées d'une grande vitesse circonférentielle, par conséquent c'est une grande vitesse qui se combine avec la vitesse d'avancement. Il en résulte une inclinaison des filets d'air qui est d'autant plus petite que la vitesse circonférentielle est plus grande. Quand vous vous rapprochez du moyeu, cette vitesse circonférentielle diminue, mais la vitesse d'avancement par tour d'hélice reste la même ; par conséquent, plus grande est son influence sur la direction du mouvement relatif. C'est donc dans la partie centrale que les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

hélices propulsives doivent différer le plus des hélices travaillant au point fixe.

Somme toute, on est conduit, par ces considérations, à allonger le pas de l'hélice propulsive par rapport à l'hélice sustentatrice, Nous manquons d'expériences directes à cet égard, on n'a que des expériences sur les hélices au point fixe, expériences dont on tire parti le mieux qu'on peut au moyen de ces considérations du mouvement en avant. Mais il serait préférable d'avoir des expériences sur les hélices propulsives elles-mêmes, pour se rendre compte de ce qui doit se passer. Nous ne le savons pas très bien et c'est une lacune à combler.

Mais, quoi qu'il en soit, on sait qu'on doit allonger le pas des hélices propulsives et la pratique des constructeurs est à peu près la suivante : nous avons vu, à propos des hélices sustentatrices, que, d'après le colonel Renard, c'était le pas de 75 p. 100 qui avait semblé le meilleur. Eh bien, pour les hélices propulsives, on peut prendre un pas égal au diamètre : 100 p. 100, au lieu de 75. C'est d'ailleurs conforme à la théorie : le pas doit s'allonger pour tenir compte de l'incidence des filets d'air modifiée par suite du mouvement d'avancement du navire.

*
* *

Voilà les points de la dernière conférence sur lesquels je voulais revenir devant vous. J'arrive au sujet de celle d'aujourd'hui. Comment peut-on tirer parti des éléments que nous possédons : moyens de diminuer la résistance de la carène; moyen de se soutenir par des surfaces convenablement disposées; enfin, moyen de se donner de la vitesse horizontale, grâce à un propulseur.

Comment combiner ces trois éléments pour constituer un navire aérien? Il y a un grand nombre de systèmes proposés. Les uns sont absurdes, je n'en parlerai pas, c'est l'immense majorité. D'autres sont rationnels et ont donné de bons résultats. Ces systèmes peuvent se rattacher à trois types différents, le type ornithoptère, le type hélicoptère et le type aéroplane.

A ce propos, permettez-moi de faire une petite digression grammaticale, de vous parler un peu des termes usités en aéronautique, pour exprimer ces différents appareils. Vous avez pu voir dans les journaux une consultation publique, dans laquelle on demandait de voter pour savoir de quel nom on désignerait les navires aériens. Cette consultation est utile à un certain point de vue. Nous avons, en effet, un mot qui nous manque, c'est l'expression par laquelle on désigne d'une manière générale un navire aérien plus lourd que l'air, sans en spécifier le type particulier. Il y a bien quelque part une commission de terminologie qui s'est occupée de la question; je ne voudrais pas en dire de mal, car j'en fais partie, mais elle n'a rien trouvé de mieux que l'expres-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sion *appareils d'aviation*. Ce n'est pas très satisfaisant, c'est une périphrase un peu longue et dont l'emploi ne durera pas. Comment appellera-t-on ces navires aériens? Il y a eu, en 1889, un congrès international qui a pris une décision à ce sujet, mais elle n'a jamais été suivie d'effet. Ce congrès a dit que les ballons ordinaires s'appelleraient des *aérostats;* cette expression a existé de tous temps. Il a décidé en outre que les ballons dirigeables s'appelleraient des *aéronats*, appareils nageant dans l'air, et que les appareils plus lourds que l'air, également dirigeables, s'appelleraient des *aéronefs*, vaisseaux aériens. Mais, ce mot aéronef n'a pas pris pour désigner les appareils d'aviation. Pourquoi? Parce qu'il n'y a aucune raison d'avoir adopté aéronat pour les plus légers que l'air, et aéronef pour les appareils plus lourds que l'air. On aurait pu faire aussi bien le contraire. On n'a pas retenu ces mots, parce qu'ils ne correspondent pas exactement aux idées qu'on a voulu exprimer. Nous en sommes donc réduits, jusqu'à nouvel ordre, à employer le mot « appareil d'aviation » pour exprimer l'idée d'un navire aérien plus lourd que l'air.

Pour désigner les différentes variétés de ces appareils, les mots existent et sont bien appropriés à l'idée à laquelle ils correspondent. Le mot ornithoptère est d'invention récente, j'en suis un peu le père; auparavant, on appelait les appareils de ce genre les orthoptères. On désignait ainsi les appareils qui ont des ailes imitant plus ou moins le mouvement alternatif des ailes des oiseaux. Le mot orthoptère était impropre, car il veut dire ailes frappant l'air *perpendiculairement*. Je vous ai parlé du système orthoptère dans un tout autre sens. Il s'agissait de palettes horizontales qui s'abaissent verticalement, cela ne voulait pas dire imitation du vol des oiseaux. Vous trouverez cependant encore ce mot employé dans le sens d'appareils d'aviation à mouvements alternatifs. Eh bien, nous avons proposé de remplacer le mot orthoptère dans ce sens par le mot ornithoptère. Ce sont des appareils d'aviation qui ont la prétention d'imiter le mouvement des oiseaux et de l'imiter avec un sustentateur animé du mouvement alternatif.

Les hélicoptères sont soutenus par une hélice à axe vertical, ou très rapproché de la verticale.

Quant aux aéroplanes, ce sont des appareils que vous connaissez, qui ont eu le plus grand succès, qui le conserveront probablement; ces appareils planent dans l'air, ou, si l'on veut, ils sont soutenus par des plans s'appuyant sur l'air; ils planent en ce sens que la surface sustentatrice ne s'agite pas; ils ne se soutiennent que grâce à la vitesse horizontale dont ils sont pourvus et au courant d'air oblique qui vient frapper les surfaces sustentatrices ainsi disposées.

Je vous ai dit au commencement de ces conférences que la sustentation orthoptère était inapplicable, parce qu'elle obligeait à avoir de trop grandes sur-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

faces sustentatrices, et vous vous rappelez que j'ai donné un tableau indiquant quel était le poids auquel il serait nécessaire de réduire le cheval-vapeur, en supposant une certaine charge par mètre carré. Nous en avons conclu qu'à moins d'avoir des surfaces d'étendue démesurée qui seraient impraticables à construire, on ne pouvait réaliser ce système qu'en disposant de moteurs d'une légèreté spécifique dont nous sommes encore bien loin.

Eh bien, cette conclusion, qu'il n'y a rien à faire dans cette voie, n'est pas si absolue que nous avons pu le dire, car la nature lui donne parfois un démenti. Il faut, en effet, en rabattre dans un certain sens. Il y a, sous ce rapport, un avantage considérable pour les petits appareils par rapport aux grands. Cette constatation n'est que spéculative, l'homme ayant un certain poids qu'il ne peut réduire. Mais si nous examinons certains animaux, il est intéressant de se rendre compte que, plus ils sont petits, plus ils peuvent se contenter d'un appareil sustentateur imparfait.

Vous vous rappelez que nous avons appelé vitesse fictive d'ascension le rapport du travail par unité de temps nécessaire à la sustentation, au poids à soutenir. Ce rapport $\frac{I}{P}$, égal par définition à la vitesse fictive d'ascension, est donné dans le système orthoptère par la formule

$$\frac{T}{P} = 3{,}65\sqrt{\frac{P}{S}}$$

S étant la surface sustentatrice. Si d est une des dimensions linéaires de l'appareil, pour des appareils semblables et de même densité, P est proportionnel à d^3 et S à d^2, par conséquent $\frac{P}{S}$ est proportionnel à d.

Nous voyons donc que par le seul fait qu'on considère des appareils plus petits, leur charge par mètre carré est de plus en plus faible et ils exigent moins de travail pour réaliser la sustentation orthoptère. Nous disions, en partant de la nécessité de soutenir un homme avec ce système, avec les accessoires emportés, qu'il fallait diminuer la charge par mètre carré, et que nous n'avions pour cela qu'un seul moyen, celui d'augmenter les dimensions de l'appareil, puisque le poids nous était imposé. Mais s'il s'agit d'animaux plus petits, par le fait de leur petitesse, ils ont une charge plus petite par mètre carré et cette charge diminue proportionnellement à leurs dimensions. Si nous prenons par exemple un animal qui se rapproche du vautour, d'un poids de 10 kilogrammes, par exemple, vous aurez, pour 1 mètre carré de surface, 10 kilogrammes de charge. Il serait amené à faire le même travail pour pratiquer le sustentation orthoptère que pour monter verticalement à la vitesse de $11^m{,}53$ par seconde. Il faudrait pour cela avoir un moteur qui ne pèse pas plus de 810 grammes par cheval.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mais si nous prenons un animal semblable et de dimensions linéaires 10 fois plus petites, nous aurons un décimètre carré de surface sustentatrice, soit 100 fois moins, mais l'animal pèsera 1 000 fois moins. Au lieu de peser 10 kilogrammes, il pèsera 10 grammes, sa charge par mètre carré, au lieu d'être de 10 kilogrammes, sera de 1 kilogramme, sa vitesse fictive d'ascension ne sera plus que de $3^{m},65$ et il peut se contenter d'un moteur de $3^{kg},210$ par cheval.

On arrive ainsi à trouver que le système orthoptère est réalisable pour les petits animaux. C'est pour cela que si on veut étudier le vol dans la nature pour en faire une application à l'homme, il ne faut pas chercher chez les insectes. Ils font du vol orthoptère, ils agitent l'air comme un ventilateur, leur appareil volateur est d'un mauvais rendement, d'une faible qualité sustentatrice ; malgré cela, ils volent, parce que leur charge par mètre carré est minime. Non seulement elle est faible, parce que des volateurs géométriquement semblables ont des charges par mètre carré proportionnelles à leurs dimensions linéaires ; mais, de plus, ils ont des ailes plus grandes qu'il ne serait nécessaire pour la similitude : plus ils sont petits, plus leurs ailes deviennent grandes en proportion de l'animal. Tout cela se comprend facilement, parce que les ailes sont plus faciles à construire solidement sous une petite dimension. Que faut-il pour faire une petite aile d'un millimètre? La moindre membrane, renforcée de quelques nervures, suffit à lui donner une rigidité suffisante. Par conséquent, le poids de ces ailes est très faible, et on peut, sans difficulté, augmenter la surface porteuse pour ces animaux, ce qu'on ne peut pas faire avec les grands.

Ainsi, il y a deux raisons pour que chez les petits animeux, on trouve réalisé le système orthoptère. C'est un double motif pour ne pas l'appliquer à l'homme.

Examinons à ce point de vue les deux termes extrêmes de la série des animaux dont nous avons parlé dans la troisième conférence.

Pour la chauve-souris nyctinome (fig. 1), le poids total est de $0^{kg},006$, la charge par mètre carré de $0^{kg},637$ et l'envergure de $0^{m},24$.

Passons au vautour qui est le plus gros de la série (fig. 2). Cet animal que nous voyons ici a un poids de $7^{kg},501$. Sa charge, par mètre carré est de $7^{kg},180$, et son envergure de $2^{m},50$. La chauve-souris a une envergure de $0^{m},24$, elle est à peu près 10 fois plus petite linéairement, et environ 1 000 fois plus légère. La charge par mètre carré doit, par suite, être dix fois plus petite. En fait, elle est un peu plus faible, ce qui tient à ce que la surface des ailes est un peu plus développée à proportion du vautour que ne l'exigerait la similitude géométrique. Il faudrait descendre l'échelle des dimensions pour trouver d'une manière plus sensible cette augmentation relative de la surface sustentatrice.

Que conclure de tout ceci, c'est que si nous ne devons pas condamner complètement cette sustentation orthoptère pour les petits animaux, pour nous,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

elle est absolument impraticable. Nous sommes obligés, pour faire des appareils, qui soient de véritables véhicules, pouvant transporter l'homme, de recourir à la sustentation oblique. Est-ce par le procédé ornithoptère, hélicoptère ou aéroplane?

L'ornithoptère a eu, de tout temps, ses partisans : ceux qui n'ont fait qu'imiter la nature, et qui sont persuadés qu'il n'y a pas autre chose à faire.

Eh bien, ce n'est pas dans cette voie qu'il faut s'engager pour faire quelque



Fig. 1. — Chauve-souris nyctinome.

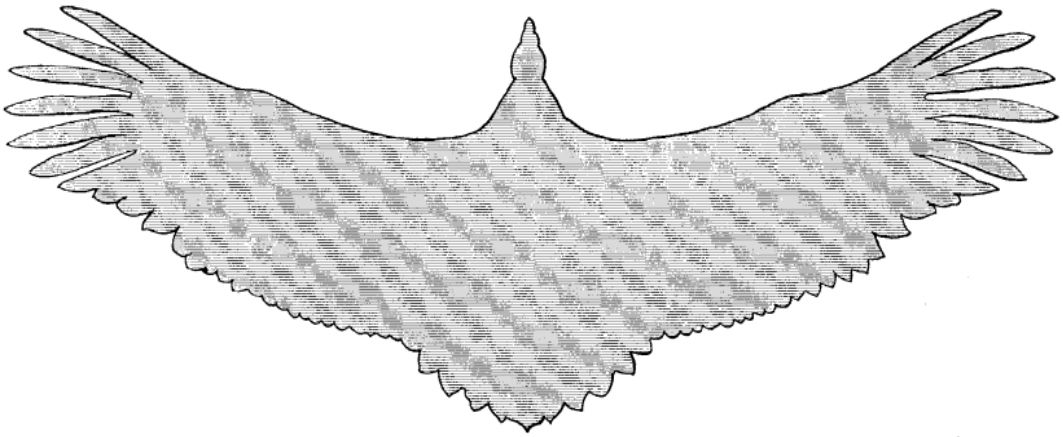


Fig. 2. — Vautour fauve ailes déployées.

chose de pratique. Les modes de transport les plus perfectionnés, le chemin de fer, la bicyclette, l'automobile, les grands bâtiments à vapeur, tout cela ne ressemble pas beaucoup à un animal. On ne voit pas bien à quel animal on pourrait assimiler le chemin de fer. Tous ces véhicules ont une différence essentielle avec les animaux : c'est que la caractéristique des machines construites par l'homme est le mouvement de rotation continu, tandis que ce mouvement n'existe pas chez les animaux.

Comment l'homme s'y prend il pour fabriquer un appareil quelconque? Il prend de la matière, métal ou bois, tout ce que vous voudrez, la découpe en morceaux d'une forme déterminée et assemble ensuite ces morceaux. Par ce procédé, il lui est très facile de construire des roues. Il fait pour toute machine,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'une manière invariable, des roues qui peuvent tourner, soit en faisant corps avec leur axe, soit en étant folles sur un axe fixe. La roue est la base de la mécanique humaine.

Eh bien, ce mouvement de rotation, pourquoi l'a-t-on choisi, pour en faire la base de la mécanique humaine? C'est évidemment parce qu'il est d'une réalisation facile pour nous, étant donnés les moyens dont nous disposons : c'est une raison pratique. Mais ce mécanisme présente, en outre, au point de vue théorique un avantage énorme, celui de réaliser le mouvement continu. Vous savez combien il faut redouter les forces d'inertie, En dehors des mouvements rectilignes sans changement de sens qui sont rarement réalisables, c'est par une rotation continue qu'on a le moins à lutter contre les forces d'inertie, et qu'on peut sous ce rapport obtenir les machines les meilleures. Avec le mouvement alternatif, on a à chaque changement de sens à lutter contre ces forces d'inertie si redoutables dans leurs effets.

Eh bien, dans la nature, on ne peut pas procéder comme nous le faisons : prendre une roue faite dans un morceau de métal spécial, qu'on emboîte dans un coussinet. Ce n'est pas comme cela que les animaux sont construits : ils sont composés de pièces qui tiennent toutes les unes aux autres, reliées par des canaux, par des ligaments de toute nature : il faut non seulement que ces pièces soient mises à leur place et qu'elles puissent exécuter les mouvements pour lesquels elles sont faites; mais il est en outre de toute nécessité qu'elles puissent être nourries en recevant les produits de la circulation. De par son organisation, l'animal ayant une existence qui doit être soutenue par une circulation continuelle, il faut que rien n'échappe à cette circulation. Un animal ne peut donc pas être formé de pièces discontinues comme les pièces que l'homme assemble l'une avec l'autre pour faire une machine. La continuité est nécessaire à l'ensemble de tout organisme créé par la nature. Par conséquent, le mouvement rotatif continu ne peut pas être appliqué pour les animaux parce qu'il est incompatible avec cette continuité du corps de l'animal. C'est là, au point de vue mécanique, une infériorité de la nature à laquelle elle est bien forcée de se résigner; mais, quand nous voulons faire des machines qui marchent bien, nous n'avons pas à nous imposer de gaîté de cœur cette infériorité. On n'a pas intérêt à faire des locomotives avec des pattes et des cuirassés avec des nageoires. C'est pour le même motif qu'il n'y a pas de raison d'employer le système ornithoptère.

Ce système a pourtant fait l'objet d'études très intéressantes, mais dont les résultats n'ont donné jusqu'à présent rien de pratique. Il est probable qu'on considérera toujours ces appareils comme des jouets scientifiques.

Voici (fig. 3) un appareil qui a été fait par quelqu'un qui a beaucoup contribué au progrès de l'aviation : M. Hargrave, un Australien. Il a imaginé des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cerfs-volants d'un modèle bien connu, dont on s'est visiblement inspiré dans la construction d'un certain nombre d'aéroplanes. Dans cet appareil à ailes battantes, M. Hargrave ne s'est pas attaché à imiter complètement le vol des oiseaux. Il a décomposé en deux les fonctions de l'aile : il a fait un plan sustentateur d'aéroplane, et, au moyen d'ailes à mouvements alternatifs, lui a donné une vitesse d'avancement horizontale. L'appareil est donc en réalité un aéroplane, dont l'hélice propulsive est remplacée par des ailes. Celles-ci, grâce à une certaine élasticité, servaient, pendant le mouvement de descente comme pendant celui de montée, à propulser l'appareil. Pendant la descente, l'arrière de l'aile se relevait pour être frappé obliquement dans le sens voulu pour propulser l'appareil en avant, comme une aile d'hélice parcourant la demi-circonférence descendante de la rotation; pendant la montée, l'arrière de l'axe s'abais-

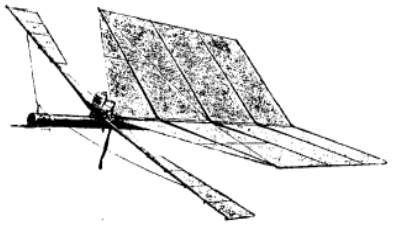


Fig. 3. — Aeroplane de *Hargrave*, entraîné par des ailes battantes.

sait et agissait comme dans le sens voulu pour la propulsion, assimilable cette fois à l'aile de l'hélice au cours de sa demi-circonférence ascendante. C'était en somme une hélice à mouvement discontinu.

On comprend parfaitement que, quelle que soit l'habileté avec laquelle on construise un appareil de ce genre, on obtient le même effet qu'avec une hélice, mais d'une manière discontinue, et au moyen d'un mécanisme inférieur et plus compliqué. Je ne sache pas que cet appareil ait navigué d'une façon remarquable.

Je dois mentionner d'une manière spéciale l'oiseau mécanique de Penaud. Cet ingénieur est mort fort jeune, vers 1876, après avoir fait faire à l'aviation des progrès remarquables. C'est un de ceux qui ont vu le plus clair dans la question, et son nom ne doit pas être oublié. Il avait réalisé un oiseau mécanique que je n'ai pas vu, mais j'ai connu des personnes qui l'ont vu; il paraît qu'il volait très bien, il était parvenu à faire quelque chose de plus complet que M. Hargrave et longtemps avant lui. Il avait trouvé le moyen de réunir dans un seul organe les fonctions du sustentateur d'aéroplane et du propulseur. C'est ce qui a lieu dans la nature.

Jetons un nouveau coup d'œil sur le vautour oricou (fig. 4) que je vous ai

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

déjà présenté dans une conférence antérieure. On est convaincu aujourd'hui que ces oiseaux font du planement, s'avancent avec une grande vitesse horizontale, et que l'air vient frapper, par en dessous, des ailes immobiles, de manière à procurer à l'oiseau la sustentation, comme à un aéroplane.

Mais qu'est-ce qui donne la propulsion? C'est là qu'est la partie encore mystérieuse de la question. On a discuté et on discutera longtemps là-dessus. Pourtant on est d'accord généralement qu'il y a deux manières possibles de procéder. La première consiste à descendre en demandant à la pesanteur de fournir le travail nécessaire à la sustentation; quand ces oiseaux se sont élevés à une certaine hauteur, ils se laissent glisser et font de la propulsion comme un aéro-

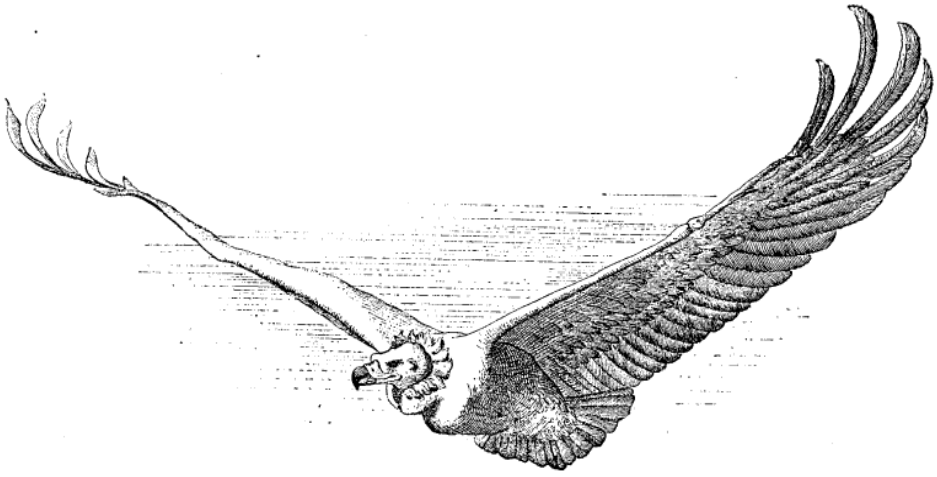


Fig. 4. — Vautour oricou.

plane sans moteur. L'autre manière consiste à se donner de la propulsion par un travail mécanique. Avec quel organe se la donnent-ils? On ne le sait pas trop, mais on croit qu'ils donnent des mouvements de l'extrémité de l'aile; mais on ne sait pas exactement comment l'aile se décompose en une partie sustentatrice et une partie propulsive. Quand les oiseaux abaissent l'aile, on peut admettre que dans la partie centrale où le mouvement est faible, cela ne change pas grand'chose à la sustentation; dans la partie extérieure au contraire, si le dessous de l'aile se relève pendant le mouvement d'abaissement, cela peut donner de la propulsion. Dans le mouvement de l'aile qui a l'air d'être unique, deux effets distincts se produisent: la partie extérieure agit comme une hélice propulsive, la partie centrale joue le rôle d'un sustentateur d'aéroplane. Nous constatons que le détail du mécanisme du vol de ces oiseaux n'est pas suffisamment étudié; mais aujourd hui, le problème est limité : il s agit seulement de savoir

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quelle est, dans l'aile, la partie sustentatrice et quelle est la partie propulsive. Tout le monde est d'accord pour penser que les grands oiseaux — je ne parle pas des petits — ne font pas du vol orthoptère, mais du planement et se soutiennent uniquement grâce à la vitesse qu'ils ont par rapport à l'air ambiant, supposé immobile.

*
* *

Le type hélicoptère, a, comme je vous le disais, des avantages pratiques considérables : il permet de s'enlever et d'atterrir sans avoir besoin d'un grand

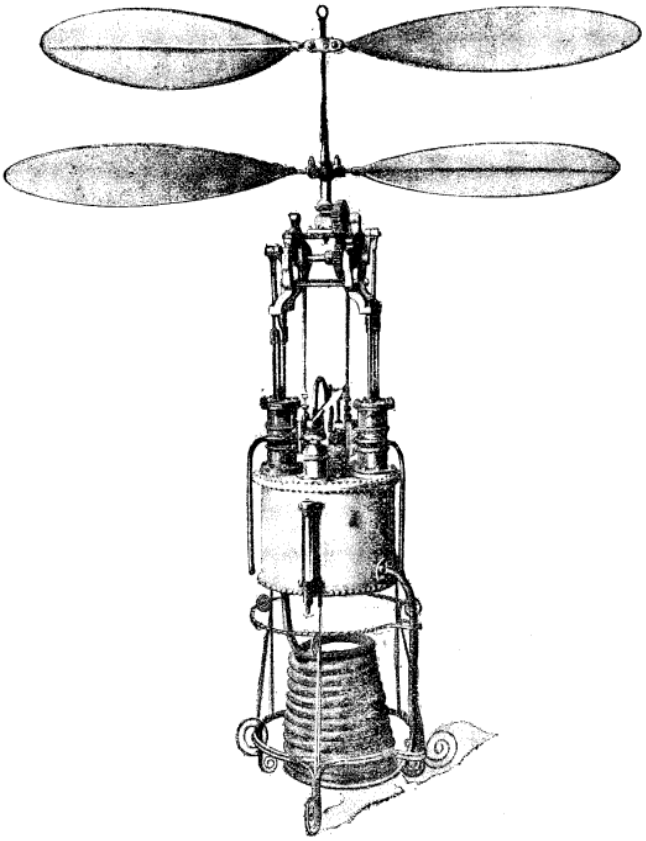


Fig. 5. — Hélicoptère *Ponton d'Amécourt*.

champ horizontal. Aussi a-t-on cherché, de tout temps, à réaliser des hélicoptères, et, quand on a songé sérieusement à faire de la navigation aérienne, c'est par là qu'on a commencé. Je vais montrer quelques appareils hélicoptères, dont un remonte déjà loin. C'est un petit modèle (fig. 5), je ne dirai pas qu'il

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a volé, mais s'est soulevé, et, une fois soulevé, s'est soutenu. Il possédait un mécanisme quelconque, qui mettait en mouvement deux hélices verticales, dont les axes coïncidaient, mais l'une tournant de droite à gauche, pendant que l'autre tournait de gauche à droite. Ces deux hélices avaient des palettes inclinées en sens inverse. Cette disposition était destinée à éviter le mouvement de rotation de l'appareil lui-même qui, par un effet de réaction, tend à se produire dans le cas d'une hélice unique. Ces deux hélices, qui tournaient en sens inverse, étaient arrivées à soutenir l'appareil qui a été construit par Ponton d'Amécourt

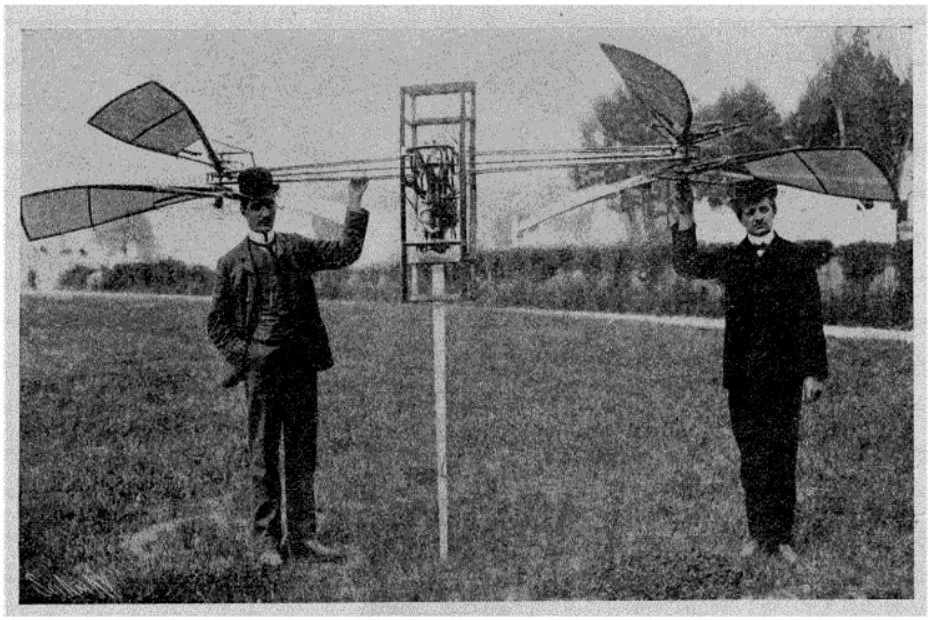


Fig. 6. — Hélicoptère *Dufaux*.

vers 1862, et on l'a vu s'élever dans une chambre. Ce n'était évidemment qu'un modèle de démonstration : le moteur manquait alors; les hélices étaient actionnées par un ressort vite épuisé, de plus, il n'y avait rien pour donner la propulsion à l'appareil. C'était néanmoins un essai intéressant.

On a été longtemps avant de pouvoir soutenir des appareils de quelque poids. Le colonel Renard s'était occupé de la question, avait indiqué les conditions dans lesquelles cette sustentation pouvait être obtenue, et avait commencé à construire les premiers appareils. Quelque temps après sa mort, les frères Dufaux, de Genève, sont venus à Paris, faire des expériences et sont arrivés à démontrer qu'on pouvait, au moyen des hélices et des moteurs actuels, soulever un poids assez notable. Leur appareil est représenté fig. 6.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Voici un autre hélicoptère, actuellement en construction, des frères Cornu (fig. 7).

Un hélicoptère, pour être complet, ne doit pas se composer seulement des

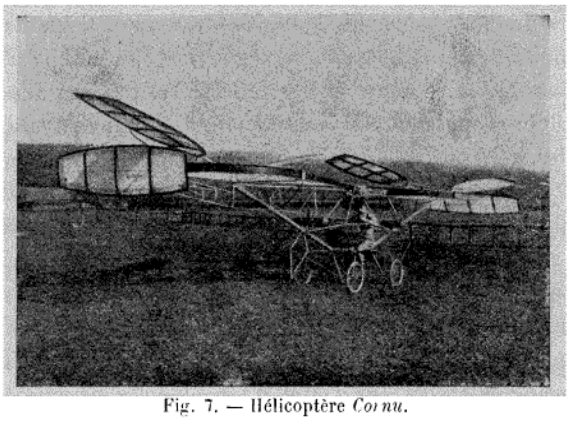


Fig. 7. — Hélicoptère *Cornu*.

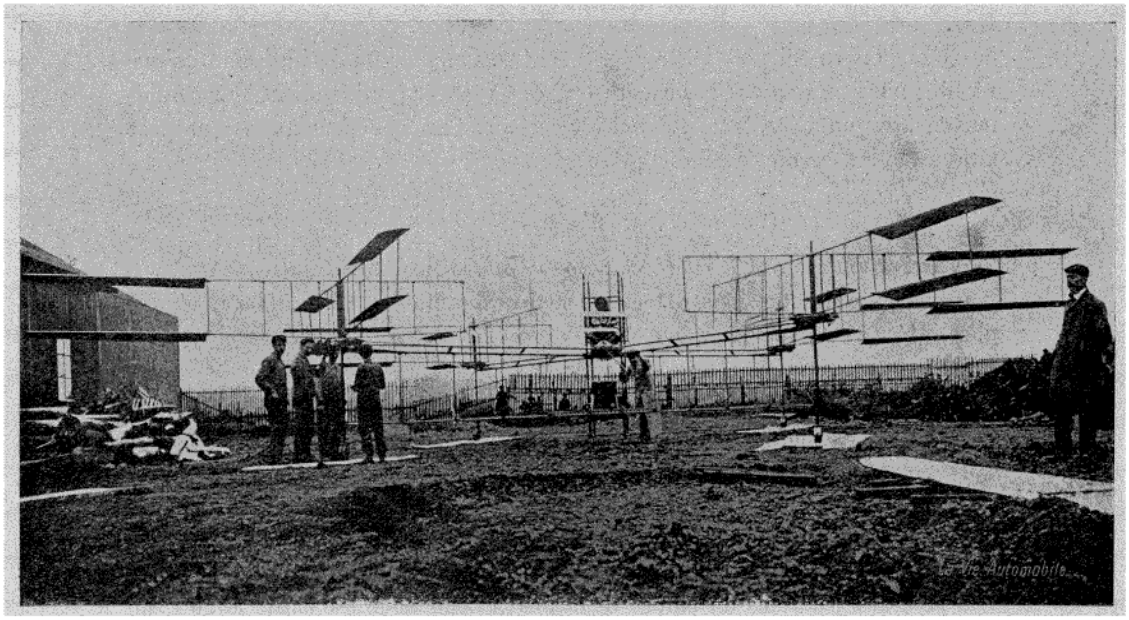


Fig. 8. — Gyroplane *Bréguet*.

hélices sustentatrices, mais il faut qu'il y ait un organe de propulsion. Il y a deux manières de faire : ou bien on a deux groupes d'hélices, un pour la sustentation et un autre qui peut se réduire à une hélice unique pour la propulsion ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

c'est évidemment un mécanisme compliqué, mais on a l'avantage de réaliser l'indépendance complète de la sustentation et de la propulsion.

Certains constructeurs ont reculé devant cette complication : tel est le cas du giroplane de M. Louis Bréguet (fig. 8). Cet appareil se compose de quatre paires d'hélices doubles, tournant, deux dans un sens et deux dans un autre. Il est, en outre, muni de plans fixes analogues à ceux des aéroplanes. Pour élever l'appareil, on devait faire tourner les hélices autour d'un axe vertical; mais pour donner de la propulsion, au lieu d'avoir des hélices spéciales, on avait incliné l'axe des hélices sustentatrices de 30° par rapport à la verticale. De cette manière, sans diminuer beaucoup la composante sustentatrice, on avait une composante horizontale égale exactement à la moitié de l'effort total. Cet appareil était assez compliqué, puisqu'il comportait quatre hélices; c'était certainement d'un grand encombrement et beaucoup moins léger et commode qu'un aéroplane quelconque. Les expériences ont été faites à Douai, l'appareil a pu s'élever avec moins d'espace qu'un aéroplane. Une fois qu'il était en l'air, on comptait principalement sur l'effet d'aéroplane pour la sustentation. Les expériences ont été très courtes, les questions d'équilibre ont arrêté l'inventeur.

Quoi qu'il en soit, les hélicoptères sont encore plus un desideratum qu'une réalité; nous ne sommes pas encore arrivés à réaliser pratiquement leur combinaison avec un aéroplane. Ce qui est certain, c'est que personne ne propose aujourd'hui d'employer l'hélicoptère seul.

*
* *

J'arrive maintenant à l'aéroplane, dont je vais vous dire quelques mots. Il y a une foule de questions extrêmement intéressantes sur l'aéroplane, et une plus intéressante peut-être que toutes, celle de son régime de marche. Vous vous rappelez que le poids porté par un sustentateur oblique est calculé d'après la fonction qui lie la résistance de l'air à l'angle d'attaque, angle suivant lequel une surface est rencontrée par un courant d'air. Vous vous rappelez la grande discussion d'autrefois entre les partisans du sinus simple et les partisans du sinus carré. Les uns disaient que l'effort était proportionnel au carré du sinus de l'angle d'attaque, les autres, à la simple puissance de ce sinus. Ce n'est vrai absolument ni pour l'un ni pour l'autre, mais dans la pratique, c'est à peu près vrai pour les partisans du sinus; ils avaient raison pour les petits angles. En admettant la loi du sinus, en supposant que pour les petits angles, on a

$$f(\alpha) = 2 \sin \alpha$$

(ce qui concorde avec les formules de Duchemin et de Ch. Renard), le poids à soutenir est donné par la formule $P = 2KSV^2 \sin \alpha$.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il résulte de cette formule une conséquence très importante. Si nous la résolvons par rapport à V, nous avons $V^2 = \frac{P}{2KS \sin \alpha}$. C'est-à-dire que quand vous avez un poids donné à soutenir, un sustentateur d'une surface déterminée ou plus exactement une charge donnée par mètre carré; quand vous avez de plus un angle d'attaque déterminé, vous n'êtes pas maîtres de la vitesse d'un aéroplane, il faut qu'il ait une vitesse donnée par cette formule. S'il a une vitesse inférieure, il tombe.

Par conséquent, si vous voulez qu'il se soutienne, il faut qu'il avance avec cette vitesse. Donc, l'aéroplane est un appareil qui a la vitesse qui lui convient et non pas celle qui convient à l'aviateur qui le monte. C'est une conséquence assez curieuse et nous allons un peu insister sur ce point.

Vous vous rappelez aussi que lorsque nous avons voulu savoir quel est le rapport du travail au poids soutenu, nous avons trouvé que ce n'est pas un nombre constant pour un appareil donné, qu'il dépendait de la vitesse. Ce qui est constant, c'est la fonction

$$\frac{T^2}{P^3} = \frac{1}{2KS} \sin \alpha \quad (1)$$

ce qu'on peut écrire

$$\frac{T}{P} = \sqrt{\frac{1}{2K} \times \frac{P}{S} \sin \alpha}.$$

Dans cette formule, nous retrouvons nos anciennes connaissances, $\frac{T}{P}$ la vitesse fictive d'ascension et $\frac{P}{S}$ la charge par mètre carré.

D'après cette formule, qui résulte de la loi du sinus simple, on est tenté de dire : si nous voulons avoir un travail aussi faible que possible par rapport au poids à soutenir, nous n'avons qu'à diminuer l'angle. Quand il sera aussi petit que possible, égal à 0, $\frac{T}{P}$ sera égal aussi à 0.

Nous avons déjà signalé cette conclusion paradoxale lors de la 4e conférence

(1) Nous avons pour le travail T par unité de temps

$$T = PV \sin \alpha = KSV^3 f(\alpha) \sin \alpha$$

et si, comme nous l'avons supposé,

$$f(\alpha) = 2 \sin \alpha$$

on a

$$P = 2KSV^2 \sin \alpha$$

et

$$T = 2KSV^3 \sin^2 \alpha$$

d'où

$$\frac{T^2}{P^3} = \frac{4K^2S^2V^6 \sin^4 \alpha}{8K^3S^3V^6 \sin^3 \alpha} = \frac{\sin \alpha}{2KS}.$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en annonçant qu'elle était trop absolue et qu'il fallait en rabattre. C'est ce que nous allons voir aujourd'hui.

En effet, cette formule ne tient pas compte de tout. Un véhicule qui se déplace a plusieurs genres de travaux à accomplir. On peut les décomposer en trois. Un premier travail est celui que nous appellerons le travail de *dénivellation*, qui résulte de ce qu'on prend le véhicule à un point donné pour l'amener à un point plus haut ou plus bas. Si nous voulons amener le véhicule à 100 mètres plus haut que son point de départ, nous sommes obligés de dépenser un nombre de kilogrammètres égal à son poids multiplié par les 100 mètres dont nous l'avons élevé. Ce travail est le même, quelle que soit la nature du véhicule. S'il marche horizontalement, le travail de dénivellation est nul.

Si l'on descend, ce travail est négatif, c'est-à-dire que le moteur est soulagé, et qu'il peut même ne plus rien avoir à faire.

Il y a un autre travail : le travail de *translation* ou de *propulsion*. Ce travail consiste principalement à vaincre les frottements du milieu sur lequel le corps s'appuie. Si c'est sur terre, il faut vaincre le frottement du sol ; dans l'air ou dans l'eau, la résistance de l'air ou de l'eau.

Eh bien, quand on opère sur terre, l'effort à vaincre est simplement proportionnel au poids de l'appareil et à un certain coefficient qui dépend de la nature du sol et des organes en contact avec lui, mais n'augmente pas avec la vitesse. Lorsque, au contraire, vous opérez dans l'eau ou dans l'air, la résistance à l'avancement est proportionnelle au carré de la vitesse et le travail pendant l'unité de temps est égal à la résistance multipliée par la vitesse elle-même ; il est donc proportionnel au cube de la vitesse.

Ainsi, nous avons un premier travail, celui de dénivellation, qui ne dépend que du changement de hauteur ; mais le deuxième travail, celui de translation ou de propulsion, est, dans un fluide, proportionnel au cube de la vitesse.

Nous avons enfin un travail particulier aux appareils d'aviation et qui n'existe pour aucun autre véhicule : le travail de *sustentation*. Les autres véhicules sont soutenus par le sol ou par l'eau sur laquelle ils s'appuient. Les aérostats eux-mêmes sont soutenus par l'air sans aucune dépense de travail. Quand ce sont des appareils plus lourds que l'air, ils exigent un travail spécial, et c'est de ce travail de sustentation et de ce travail seul que nous nous sommes occupés jusqu'ici. Nous venons de voir que le rapport $\frac{T^2}{P^2}$ contient $\sin \alpha$, en numérateur. Nous en concluons qu'il y a intérêt à réduire α jusqu'à 0, pour avoir une dépense moindre de travail pour soutenir un poids donné. Ce serait vrai, s'il n'y avait à considérer que le travail de sustentation ; mais il faut aussi tenir compte du travail de propulsion.

Si nous pouvons, en effet, nous débarrasser du travail de dénivellation, — il

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

suffit pour cela de supposer que nous marchons horizontalement, sauf à ajouter plus tard le travail de dénivellation s'il est nécessaire, — nous ne pouvons pas nous débarrasser du travail de propulsion, car, avec un aéroplane, pour nous soutenir, il faut avoir de la vitesse.

Pour chercher les conditions les plus favorables, il faut examiner la somme des deux travaux de sustentation et de propulsion, mais on peut, dans cet examen, considérer ce qui se passe dans un chemin déterminé d'une certaine longueur ou, au contraire, ce qui se passe pendant un temps donné. Nous allons voir d'abord ce qui se passe sur un chemin déterminé, chercher comment il faut s'y prendre pour réduire au minimum l'ensemble du travail de sustentation et de propulsion pour parcourir un kilomètre le plus économiquement possible. Pour connaître ce travail d'ensemble, il faut évaluer séparément les deux travaux : le travail de sustentation et celui de propulsion et en faire la somme.

Le poids à soutenir est donné par la formule $P = 2KSV^2 \sin \alpha$. Pour parcourir un chemin d'une longueur l, ce travail de sustentation sera égal au produit de l'effort normal au sustentateur par la projection du chemin parcouru sur la direction de l'effort, c'est-à-dire par $l \sin \alpha$. Quant à l'effort normal du sustentateur, vu la petitesse de l'angle α, nous pouvons le considérer comme égal à P. Nous aurons donc pour le travail de sustentation

$$T_s = Nl \sin \alpha = Pl \sin \alpha = 2KSV^2 l \sin^2 \alpha. \qquad (1)$$

Quant au travail de translation, de propulsion, il est égal à KsV^2l. Qu'est-ce que c'est que s? C'est la surface d'un disque vertical qu'on entraînerait horizontalement et qui offrirait la même résistance à l'avancement que le véhicule. Une carène quelconque qui s'avance est, pour la résistance au mouvement, équivalente à une surface plane d'une certaine étendue. Voilà le travail de propulsion T_p. Le travail total sera égal à la somme des deux, c'est-à-dire à

$$T = T_s + T_p = KV^2 l (2S \sin^2 \alpha + s). \qquad (2)$$

Nous avons vu tout à l'heure que la vitesse est fonction de l'angle d'inclinaison. Nous ne pouvons par la changer, elle est donnée par la formule $V^2 = \frac{P}{2KS \sin \alpha}$, nous l'avons dit. Vous allez voir tout de suite que parmi les deux termes qui entrent dans le travail, l'un, celui qui correspond à la sustentation diminue, avec $\sin \alpha$, mais l'autre, celui qui correspond à la propulsion augmente avec $\sin \alpha$. Si je remplace la vitesse par sa valeur dans la formule du travail total, j'ai en effet

$$T = \frac{KPl}{2KS \sin \alpha} (2S \sin^2 \alpha + s).$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si j'effectue la réduction, je trouve pour le travail total :

$$T = \frac{l}{2}\frac{P}{S}\left(2S \sin \alpha + \frac{s}{\sin \alpha}\right). \qquad (3)$$

Nous voyons que pendant que notre angle diminue, je diminue le travail de sustentation, mais j'augmente le travail de translation. Le premier terme de la parenthèse qui correspond au travail de sustentation s'annule pour $\alpha = 0$, mais le deuxième qui correspond au travail de propulsion devient alors infini. Il y a donc une valeur de α qui rend minimum le total des deux travaux.

Or, la parenthèse est la somme de deux termes dont le produit est constant. On sait que dans ce cas le minimum a lieu quand les deux termes sont égaux entre eux, c'est-à-dire quand $2S \sin \alpha = \frac{s}{\sin \alpha}$. L'angle correspondant que j'appelle α_1, est donc donné par la formule

$$\sin^2 \alpha_1 = \frac{s}{2S}.$$

Pour cet angle, le travail de propulsion est égal au travail de sustentation. On a

$$T_p = T_s$$

et

$$T = 2T_s = 2T_p. \qquad (4)$$

Mon aéroplane sera dans les meilleures conditions économiques pour parcourir un chemin donné lorsque le travail de sustentation et le travail de propulsion seront égaux entre eux.

Il y a une autre manière de considérer les choses : c'est d'envisager ce qui se passe, non pas pendant qu'on parcourt un kilomètre, mais pendant l'unité du temps, pendant une seconde. La formule change un peu, elle se complique. Le travail de sustentation s'obtient en multipliant la composante normale non plus par $l \sin \alpha$, mais $V \sin \alpha$. On a donc :

$$T_s = 2KSV^3 \sin^2 \alpha. \qquad (5)$$

Pour le travail de propulsion, il faut multiplier R par V, et on a

$$T_p = KsV^3. \qquad (6)$$

On arrive donc comme travail total pendant l'unité de temps, à l'expression suivante analogue à la première, qui est

$$T = T_s + T_p = KV^3 (2S \sin^2 \alpha + s). \qquad (7)$$

Comme tout à l'heure, V est relié à l'angle d'attaque par la formule $P = 2KSV^2 \sin \alpha$, d'où

$$V^2 = \frac{P}{2KS \sin \alpha}$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et

$$V^3 = \frac{P^{\frac{3}{2}}}{2^{\frac{3}{2}} K^{\frac{3}{2}} S^{\frac{3}{2}} \sin^{\frac{3}{2}}\alpha}. \qquad (8)$$

En remplaçant, dans l'expression de T, V^3 par sa valeur, il vient :

$$T = \frac{1}{2^{\frac{3}{2}} K^{\frac{1}{2}}} \left(\frac{P}{S}\right)^{\frac{3}{2}} \left(2S \sin^{\frac{1}{2}}\alpha + \frac{s}{\sin^{\frac{3}{2}}\alpha}\right). \qquad (9)$$

Cette formule du travail total par unité de temps est un peu plus compliquée que celle du même travail par chemin parcouru, mais elle lui ressemble néanmoins.

Ce qui est la même chose dans les deux cas, c'est que dans le premier terme de la parenthèse, qui correspond au travail de sustentation, j'ai sinus α au numérateur et dans le deuxième terme qui correspond au travail de propulsion, α est en dénominateur. Comme tout à l'heure quand α tend vers 0, le travail de sustentation tend vers 0 et le travail de propulsion tend vers l'infini. Il y a donc dans ce cas un minimum comme dans l'autre. Si nous prenons la dérivée de cette parenthèse (1), nous trouvons que le minimum a lieu quand on a $\sin^2\alpha = \frac{3s}{2S}$ (10).

Si l'on se reporte à l'expression du travail total, on peut écrire ainsi qu'il suit le terme entre parenthèses $\frac{2S\sin^2\alpha + s}{\sin^{\frac{3}{2}}\alpha}$.

(1) $$T = \frac{1}{2^{\frac{3}{2}} K^{\frac{1}{2}}} \left(\frac{P}{S}\right)^{\frac{3}{2}} \left(2S \sin^{\frac{3}{2}}\alpha + \frac{s}{\sin^{\frac{3}{2}}\alpha}\right).$$

La parenthèse finale seule contient α. Nous allons prendre sa dérivée et l'égaler à 0 pour avoir l'angle correspondant au travail minimum.

$$S \sin^{-\frac{1}{2}}\alpha \cos\alpha - \frac{\frac{3}{2} s \sin^{\frac{1}{2}}\alpha \cos\alpha}{\sin^3\alpha} = 0$$

ou

$$\frac{\cos\alpha}{\sin^{\frac{1}{2}}\alpha}\left(S \sin^{\frac{5}{2}}\alpha - \frac{3}{2} s \sin^{\frac{1}{2}}\alpha\right) = 0$$

ou encore

$$\frac{\cos\alpha}{\sin^{\frac{5}{2}}\alpha}\left(S \sin^2\alpha - \frac{3}{2} s\right) = 0$$

La solution $\cos\alpha = 0$ ne nous intéresse pas, les formules ne sont d'ailleurs pas applicables aux grands angles, car nous avons toujours supposé α assez petit pour admettre qu'on a sensiblement $N = P$.

Le minimum de T sera donc atteint pour $S \sin^2\alpha = \frac{3}{2} s$ ce qui comprend à un angle α_2 donné par la formule $\sin^2\alpha_2 = \frac{3s}{2S}$.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si on remplace α par sa valeur correspondant au travail minimum, valeur que j'appelle α_2 et qui est donné par la formule $\sin^2 \alpha_2 = \frac{3s}{2S}$ la parenthèse de la formule du travail devient $\frac{2S\,\frac{3s}{2S} + s}{\sin^{\frac{3}{2}}\alpha}$ soit en réduisant $\frac{3s + s}{\sin^{\frac{3}{2}}\alpha}$.

Cette transformation n'empêche pas le premier terme $3s$ de correspondre toujours au travail de sustentation, et le deuxième terme au travail de propulsion.

Ce qui veut dire en français que le minimum de travail par unité de temps et non pas par chemin parcouru, a lieu, non pas quand les deux travaux sont égaux, mais quand le travail de sustentation est le triple du travail de translation. Ce minimum est atteint pour un angle α_2 différent de α_1.

D'après les deux formules qui donnent les angles correspondant au minimum de travail, on a $\sin^2 \alpha_2 = 3 \sin^2 \alpha_1$. Le minimum de travail par unité de temps, s'obtient donc pour un angle plus grand que le minimum de travail par unité de longueur.

Ces théorèmes relatifs au travail minimum d'un aéroplane ont été trouvés presque simultanément vers 1872 par Alphonse Pénaud et le lieutenant Ch. Renard qui, à ce moment-là, ignoraient respectivement leurs travaux et même l'existence l'un de l'autre.

Si nous voulons faire le plus économiquement possible un chemin, un kilomètre par exemple, en dépensant le moins d'effort possible, il faudra adopter un certain angle α_1 comme angle d'attaque ; si nous voulons, au contraire, dépenser le moins possible d'essence par heure, il faudra donner un autre angle α_2 qui sera plus grand que l'angle α_1 et qui sera tel que le travail de sustentation soit triple du travail de translation.

Voyons maintenant ce qui va arriver pour un aéroplane donné, quand vous ferez varier son angle d'attaque.

Quand nous avons un angle d'attaque plus grand que α_2, l'angle qui nous donne le minimum de travail par unité de temps, nous sommes dans des conditions très mauvaises. Nous avons un travail de translation faible parce que la vitesse est faible, mais un travail de sustentation qui est très grand. Quand je diminue mon angle, je diminue mon travail de sustentation ; d'autre part j'augmente la vitesse et, par suite, j'augmente le travail de propulsion ; mais, somme toute, je diminue le travail total, que je le considère pendant l'unité de temps ou par chemin parcouru. Il en est ainsi jusqu'à ce que l'angle d'attaque soit égal à α_2. Si je diminue encore mon angle d'attaque, je diminue toujours mon travail de sustentation, j'augmente mon travail de translation, et par seconde

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

je dépenserai davantage que dans le cas précédent. Mais, pour parcourir un kilomètre, je dépenserai moins, donc, j'améliorerai ma situation d'une certaine manière. Et il en sera ainsi jusqu'à ce que l'angle d'attaque atteigne la valeur α_1.

Si je diminue encore, je diminuerai toujours le travail de sustentation, mais j'augmenterai d'une manière telle le travail de propulsion, que le travail total augmentera, que je le considère par chemin parcouru ou par unité de temps. Il n'y a donc avantage à aucun point de vue à réduire l'angle d'attaque au-dessous de α_1. Pour $\alpha = 0$, le travail de sustentation serait théoriquement nul, et le travail de propulsion infini.

Eh bien, ceci serait le fonctionnement d'un aéroplane qui aurait un moteur

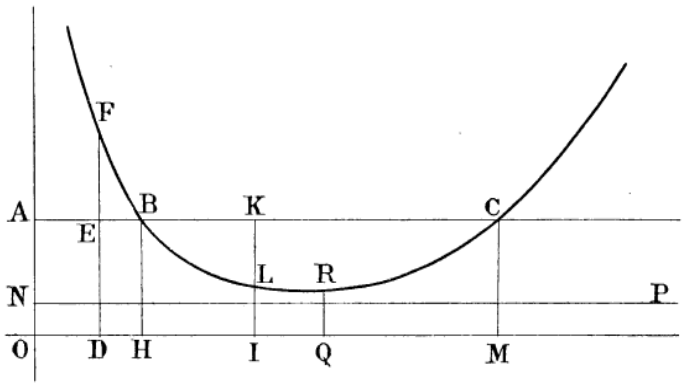


Fig. 9.

d'une puissance indéfinie et qui serait très souple. Mais, dans la pratique, les choses ne se passent pas ainsi : le moteur peut donner une puissance maxima déterminée et il ne peut pas aller en delà. Représentons par une courbe ces variations du travail total. Prenons des abscisses proportionnelles à α, et des ordonnées proportionnelles au travail total par unité de temps (fig. 9).

Le travail maximum que donnera mon moteur pourra être représenté par une certaine ligne droite horizontale A B C qui coupe en B et en C la courbe du travail total. Pour un certain angle d'attaque O D, le travail total serait représenté par D F, tandis que le moteur ne peut fournir que D E. Mon moteur sera insuffisant. La vitesse va-t-elle diminuer? Non, car elle ne dépend ni du moteur, ni de vous, ni de personne; du moment que l'angle d'attaque a une valeur donnée, et que le mouvement est uniforme, la vitesse résulte de l'équation d'équilibre $P = 2KSV^2 \sin \alpha$.

Mais, alors, votre machine ne pourra pas fournir tout le travail. Qui est-ce qui le fournira? C'est la pesanteur; elle le fournira en vous faisant abaisser

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'une certaine hauteur, telle que pendant l'unité de temps le travail dû à la descente soit égal à la quantité que ne peut fournir le moteur, quantité représentée par E F. Si vous augmentez votre angle d'attaque, l'insuffisance du travail moteur diminuera et avec elle la vitesse de chute. Pour un angle d'attaque égal à OH, vous resterez horizontal, car le moteur vous fournira tout le travail qu'il faut. Si vous augmentez votre angle d'attaque pour lui donner la valeur OP, par exemple, vous fournirez un travail IK surabondant. Tout à l'heure, quand nous n'en avions pas assez, la pesanteur se chargeait de vous en fournir : elle vous faisait descendre. Vous allez prendre votre revanche, vous

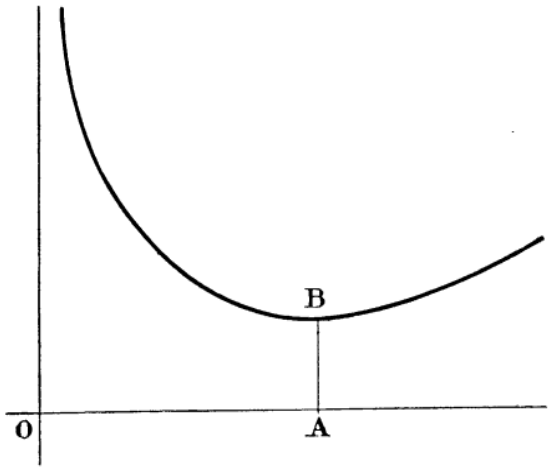


Fig. 10.

allez faire remonter votre appareil d'une quantité proportionnelle au travail surabondant KL.

Si vous avez, au contraire, un moteur souple, dont vous puissiez faire varier l'allure, vous pourrez arriver à ne fournir pour chaque angle d'attaque compris entre OH et OM, que le travail nécessaire.

Vous voyez donc que, suivant que vous avez fait varier votre angle d'attaque vous aurez à fournir un travail déterminé ; et si votre machine ne peut pas en fournir assez, la pesanteur fournira le reste et vous descendez. Si elle peut en fournir trop, vous montez.

Tout ce qui précède résulte de l'équation d'équilibre $P = 2\ KSV^2 \sin \alpha$ Quand un aéroplane donné marche avec une vitesse uniforme, sa vitesse est reliée à l'angle α et ne dépend que de lui si le poids de l'appareil et la surface sustentatrice ne changent pas. De cette remarque, nous allons tirer d'autres conséquences.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si nous nous mettons à faire varier la puissance de notre moteur, il ne faut pas croire que nous irons plus vite pour cela ; si nous ne changeons pas l'angle d'attaque, l'excès de puissance du travail ne sera pas employé à faire marcher l'appareil, mais à nous faire monter.

Il y a une conséquence plus curieuse encore, peut-être : c'est ce qui se passe lorsqu'on change la charge par mètre carré. Si nous laissons à l'angle d'attaque la même valeur, si nous venons à augmenter notre charge par mètre carré, nous serons obligés de marcher avec une vitesse plus grande. Il pourra se présenter deux cas : ou bien notre moteur sera assez fort pour nous procurer la nouvelle vitesse nécessaire, et nous en serons quitte pour augmenter notre dépense de travail moteur. Ou bien le moteur sera incapable de cet effort supplémentaire; alors, dans ce cas, si on est en l'air, on descendra; si on est par terre, on ne montera pas.

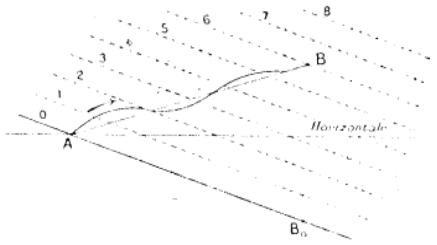


Fig. 11.

Ceci n'est pas de la simple théorie : tous ceux qui sont allés voir Wright ou Farman évoluer, qui les ont vus seuls et ensuite avec un compagnon de route, ont été frappés de constater qu'ils marchaient plus vite quand il y avait un compagnon. L'aéroplane est un cheval de sang : plus on lui en demande, plus il en fait. Si, au contraire on diminue la charge par mètre carré, nous arriverons à aller moins vite, nous pourrons en profiter pour économiser de notre force motrice, mais si nous ne voulons pas l'économiser et continuer à marcher avec la même puissance dépensée, au lieu d'aller horizontalement, nous monterons; ou bien, si nous étions en train de descendre, nous descendrons moins.

Si la puissance motrice maxima que peut fournir notre moteur était représentée par la droite NP, le travail du moteur serait toujours insuffisant, et on ne pourrait que descendre. Mais, si on donnait à l'angle d'attaque la valeur α_2 représentée par OQ, et correspondant au travail minimum QR par unité de temps, on descendrait avec la vitesse de chute minima.

Sur la figure 9, on a tracé la courbe du travail total par unité de temps. On aurait pu tracer celle du travail total par unité de chemin parcouru, et faire des raisonnements analogues pour arriver à des conclusions du même genre. Bornons-nous à remarquerquele point le plus bas B de la deuxième courbe (fig. 10), a pour ordonnée AB représentant le minimum du travail par unité de chemin parcouru, et par suite son abscisse OA est égale à α_1. Si on abandonne à lui-même un aéroplane sans moteur, il descendra suivant une pente déterminée,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pente qui dépend de l'appareil et de l'angle d'attaque. Si pour angle d'attaque on adopte la valeur α, la pesanteur aura à fournir par unité de temps le tra-

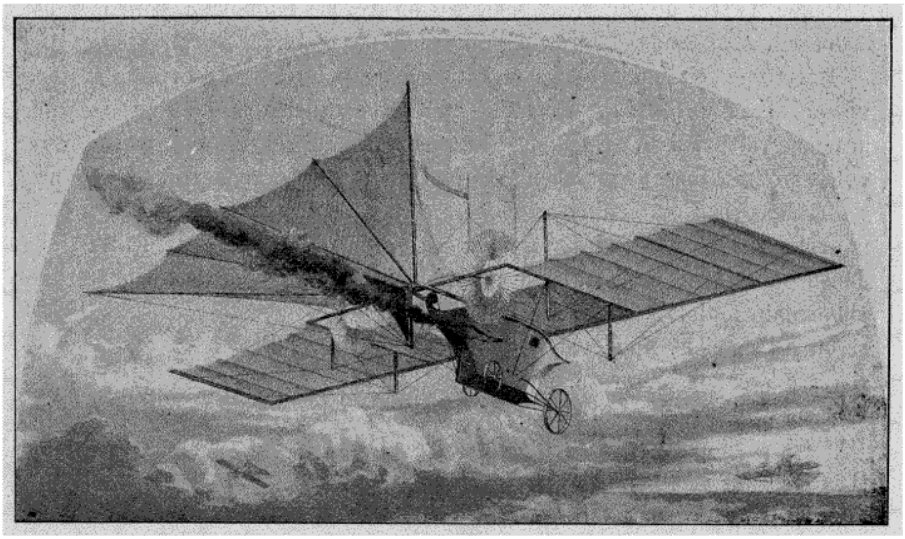


Fig. 12. — Aéroplane *Henson* (modèle) (1842) (1).

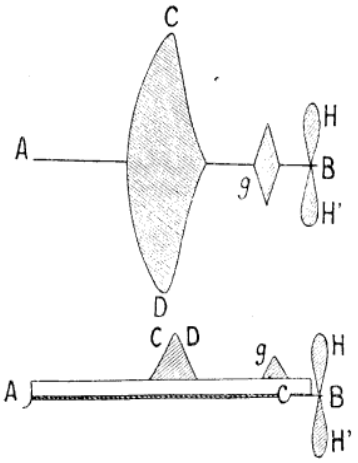


Fig. 13. — *Penaud* (1871).

vail minimum QR (fig. 9), et on descendra avec la vitesse de chute la plus faible possible. Si au contraire on adopte l'angle α_1, le travail par chemin par-

(1) Figure empruntée, ainsi que les figures 12, 13, 14, 15, 22 et 22 aux « *Éléments d'aviation* » de M. Tatin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

couru aura sa valeur minima AB (fig. 10) et on descendra le moins possible par unité de parcours horizontal, en d'autres termes, avec la pente minima. La figure 11 représente en AB_0 cette pente minima de descente.

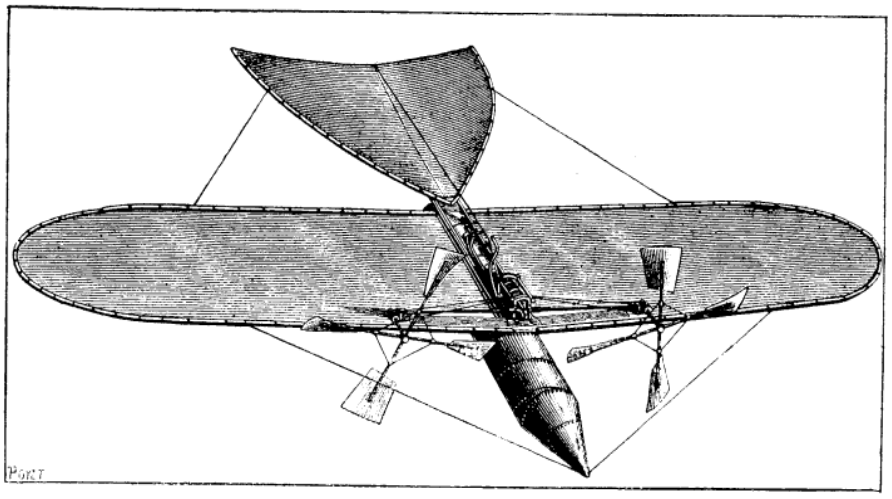


Fig. 14. — *Tatin* (1878).

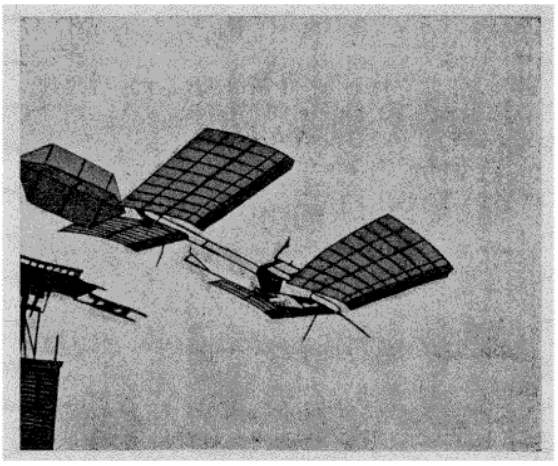


Fig. 15. — *Langley* (1891).

C'est suivant cette ligne que s'avancerait avec une vitesse uniforme un aéroplane dont le moteur ne fonctionnerait pas, la vitesse étant déterminée par la condition que la force sustentatrice soit égale au poids de l'appareil.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si l'on met le moteur en marche la vitesse n'augmentera pas, mais la pente diminuera. En augmentant la puissance motrice fournie par le moteur, on relèvera peu à peu la trajectoire, la pesanteur ayant à fournir de moins en moins de travail. Quand le moteur fournira le travail nécessaire, le mouvement sera hori-



Fig. 16. — *Esnault-Pelterie.*

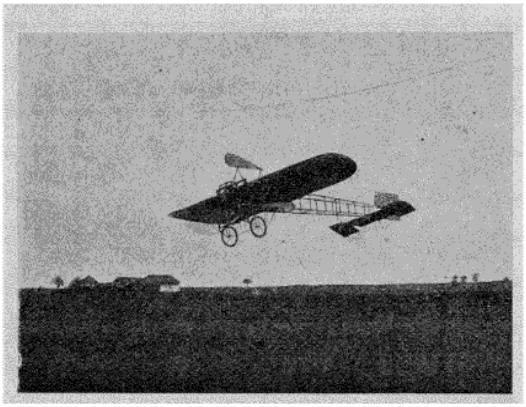


Fig. 17. — *Blériot.*

zontal. S'il en fournit davantage, la trajectoire se relèvera, le travail fourni étant surabondant pour la sustentation, il y aura ascension.

Si l'on mène des parallèles, 1, 2, 3, 4, etc., à la ligne de pente naturelle AB_0 chaque fois que le moteur s'arrêtera, il descendra suivant une des parallèles. Il est facile de se rendre compte que pour se rendre d'un point A à un point B,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le travail à fournir dépendra uniquement de la distance entre les parallèles AB_0 du point de départ et 6 du point d'arrivée; il sera indépendant de la position des points A et B sur leurs parallèles respectives et du trajet rectiligne ou ondulé de la route suivie AB, à condition que les ondulations soient de faible amplitude.

Pendant ces évolutions, la vitesse de marche reste constante.

Tout cela n'est vrai qu'en supposant que les angles d'attaque soient faibles, comme toutes les formules l'admettent. Vous voyez donc cet étrange animal qu'est un aéroplane : il n'est pas du tout comme un ballon, comme un bateau qui va d'autant plus vite qu'on développe plus de puissance; il y a une liaison

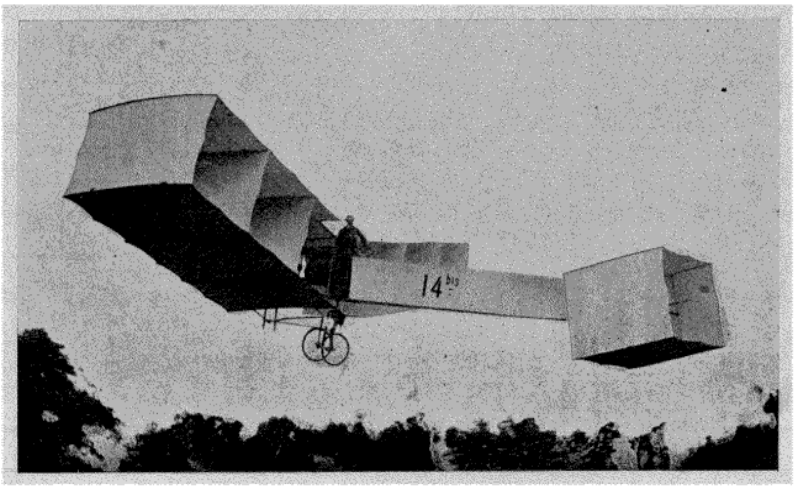


Fig. 18. — *Santos-Dumont.*

entre la sustentation et la vitesse, et on touche à l'une quand on touche à l'autre. Il faut, quand on est plus chargé, donner plus de vitesse pour un angle déterminé. On sera donc obligé de ne pas se considérer comme maître de sa vitesse, mais comme astreint à la régler suivant le poids à soutenir, et elle sera d'autant plus grande que la charge sera plus forte. Nous devons donc avoir des vitesses plus grandes dans l'avenir et, en même temps par une heureuse coïncidence, avoir par le fait même des puissances de transport plus considérables.

Il ne faudrait pas conclure que l'aéroplane sera un engin impossible à manœuvrer en raison de cette obligation très gênante d'avoir toujours la même vitesse. Non, car on dispose de différents moyens d'action. On peut par exemple faire varier l'angle d'attaque : c'est un moyen qui n'est pas économique, puis-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'il y a un angle correspondant au travail minimum. On se résignera toutefois pour une manœuvre transitoire à gaspiller plus ou moins sa puissance motrice, ce qui permettra d'obtenir des vitesses variables. On peut ainsi modifier la charge par mètre carré. On peut concevoir des aéroplanes dont on puisse par exemple supprimer, faire disparaître certaines parties de la surface sustentatrice, de manière à augmenter la charge par mètre carré, et par suite à augmenter la vitesse nécessaire à la sustentation. Si, au contraire, vous augmentez la surface porteuse sans modifier la charge totale, vous diminuez la vitesse. On

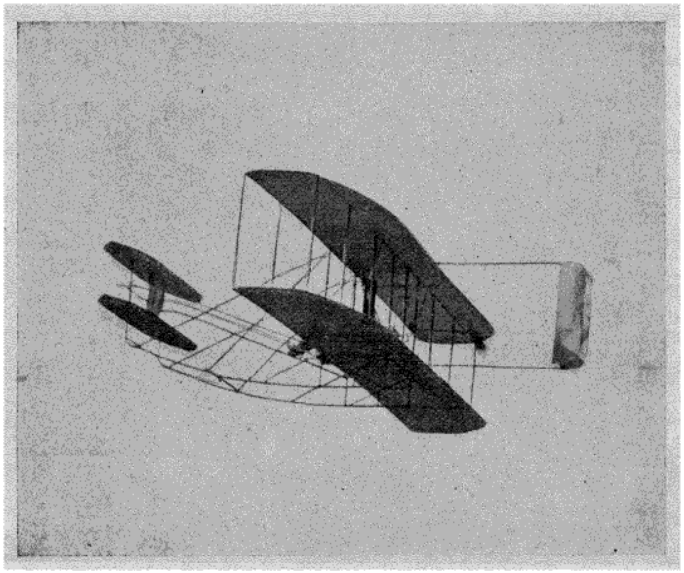


Fig. 19. — *Wbright*.

a donc comme ressource, soit l'augmentation de l'angle, soit la diminution volontaire des surfaces sustentatrices. C'est ce que font les oiseaux. Ils peuvent changer leur angle d'attaque, et obtenir des vitesses plus faibles ; ils savent aussi replier leurs ailes pour descendre plus rapidement, pour changer leurs conditions de vol en augmentant leur charge par mètre carré.

*
* *

Je voudrais pouvoir vous parler d'autres points, notamment de la stabilité dans le sens longitudinal et transversal ; ces questions sont très controversées et ne sont pas encore élucidées aujourd'hui.

Je vais terminer cette séance en vous projetant un certain nombre de types d'aéroplanes classés par catégories, Il y a différentes écoles : l'école des monoplans, l'école des biplans, celle des aéroplanes à queue et sans queue.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La classification complète pourrait donc comprendre quatre catégories, des monoplans avec queue et sans queue, des biplans avec et sans queue. Les monoplans sans queue, personne n'en a fait, je ne peux pas vous en représenter.

Voici un monoplan avec queue qui a l'air d'être un peu archaïque, et paraît s'avancer assez mal dans l'air. Celui-là (fig. 12) n'a jamais navigué, il n'a jamais été construit qu'en petit modèle, ou sur le papier ; mais l'idée est ancienne, c'est l'aéroplane du Henson, de 1842. Cela prouve qu'à cette époque il y avait des

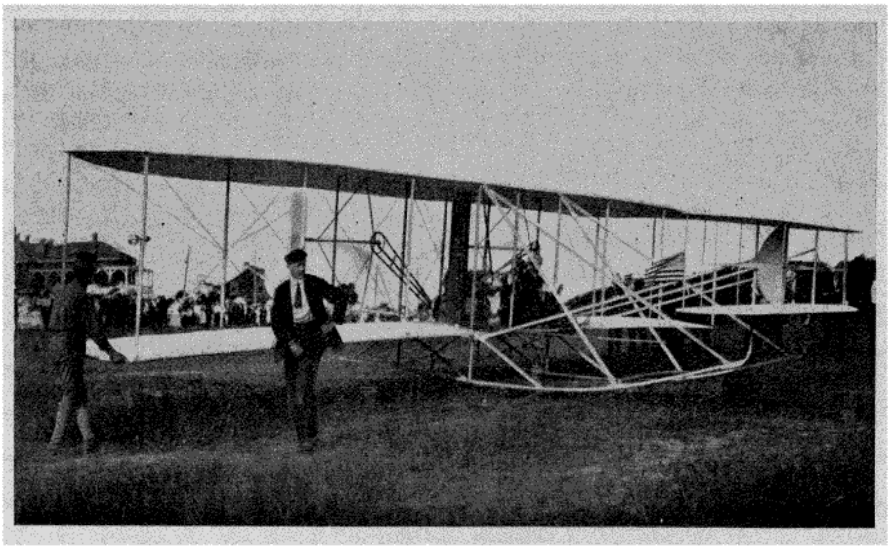


Fig. 20. — *Wright.*

gens qui savaient qu'on pouvait faire quelque chose en faisant avancer un plan oblique avec une vitesse horizontale.

En voici un autre : un petit jouet avec moteur formé d'un ressort en caoutchouc ; on en fait beaucoup d'analogues ; il a une histoire, il date de 1871 et est dû à Pénaud, savant ingénieur dont je vous ai déjà parlé, qui a fait faire un pas considérable à l'aviation. Son aéroplane (fig. 13) avait une hélice, une petite queue que vous voyez, et un grand plan sustentateur, avec beaucoup d'envergure et une très faible inclinaison.

En voici un qui date de 1878-1879, c'était encore un petit appareil construit par M. Tatin qui est un de ceux qui ont eu, des premiers, des idées exactes sur la question ; il y a là une queue, deux hélices tournant en sens inverse : la force motrice était une machine actionnée par de l'air comprimé dans le corps de l'appareil. Cet aéroplane a pu faire quelques expériences, il manquait de stabilité, mais la possibilité de la sustentation pouvait être démontrée (fig. 14).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En voici un plus récent, 1981, celui de Langley (fig. 15), ce savant américain dont je vous ai parlé à propos de ses recherches sur la résistance de l'air. C'était un modèle réduit mais qui a pu faire un trajet considérable, plus d'un kilomètre.

Nous arrivons aux appareils contemporains : le monoplan de Esnault-Pelterie (fig. 16) et celui de Blériot (fig. 17) qui a fait des vols remarquables.

Les monoplans ont, jusqu'à présent, obtenu des résultats inférieurs aux biplans ; ils ont plusieurs désavantages. Je ne dis pas qu'on ne pourra pas en faire de bons ; mais, s'ils sont plus gracieux, s'ils ont l'air d'avoir des qualités plus grandes à certains points de vue, ils sont d'une construction plus difficile. En constituant deux surfaces sustentatrices superposées, on arrive à une con-

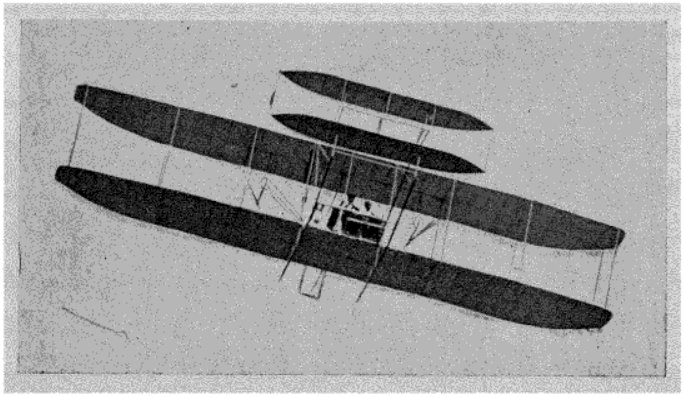


Fig. 21. — *Whrigt.*

struction plus légère, à rigidité et à solidité égales. Il est plus facile de réaliser une surface sustentatrice déterminée, avec des biplans, qu'avec des monoplans.

D'autre part, nous avons vu, à propos de la question du déplacement du centre de pression, que quand un plan sustentateur s'inclinait, le centre de pression se déplaçait de l'avant à l'arrière. Ce déplacement du centre de pression est très gênant au point de vue de l'équilibre. On a donc intérêt à le diminuer le plus possible ; or, il est proportionnel à la longueur du plan sustentateur. Lorsque vous constituez un monoplan, vous êtes obligés, pour une envergure donnée, d'avoir une certaine largeur. Lorsque vous décomposez cette surface en deux plans, la largeur de chacun d'eux est moindre que celle du monoplan correspondant ; et comme le centre de pression se déplace proportionnellement à la largeur du rectangle sustentateur, on a ainsi diminué le déplacement du centre de pression et on a augmenté, par conséquent, les chances d'équilibre. On a donc une plus grande facilité de construction et un meilleur équilibre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A cela on répond en citant l'exemple des oiseaux. Mais j'ai déjà dit qu'il ne faut pas chercher à imiter servilement la nature.

Nous arrivons aux biplans sans queue. A cette catégorie se rattache l'aéroplane Santos-Dumont (fig. 18), le premier qui se soit élevé en France.

Mais le plus brillant représentant de cette classe est l'aéroplane Wright (fig. 19, 20 ou 21) que vous connaissez bien et dont je n'ai pas à faire l'éloge. On peut dire qu'il n'a obtenu sa stabilité que grâce à l'habileté extraordinaire de son pilote; il est condamné à avoir une présence d'esprit qu'il n'est pas donné à tout le monde de posséder. Sa stabilité dans le sens longitudinal n'est assurée que par l'intervention perpétuelle de son gouvernail de profondeur; aussitôt qu'il sent un mouvement de tangage, il est obligé de donner un petit déplacement, soit en bas, soit en haut, à cet appareil. C'est une préoccupation

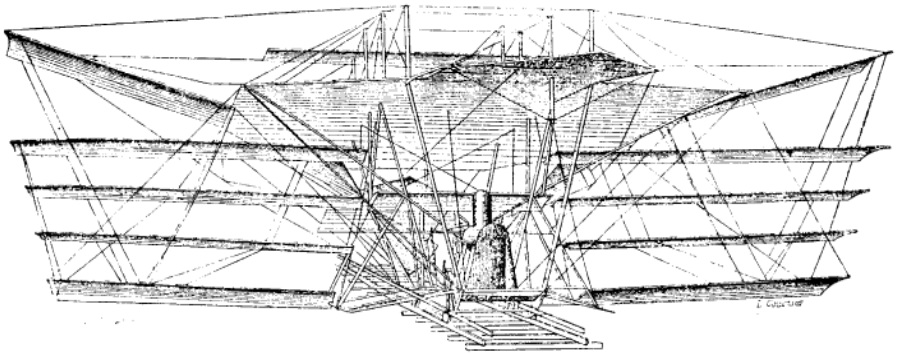


Fig. 22. — *Maxim.*

constante qui doit être assez fatigante. A cela, on peut objecter que les bicyclistes doivent tenir constamment l'équilibre avec leur guidon et qu'ils arrivent à le faire instinctivement. Il en est de même pour Wright; mais ce qui complique la chose, en ce qui le concerne, c'est qu'en même temps qu'il manœuvre de la main gauche le gouvernail de profondeur, il a dans la main droite un autre levier qui commande, par un mouvement de droite à gauche, le gauchissement de ses ailes pour donner de l'inclinaison pendant les virages, et par un mouvement d'avant en arrière le gouvernail de direction. Il a donc trois variables indépendantes à tenir dans les deux mains. Il faut qu'à chaque instant il ait l'instinct de faire le nécessaire. Il est dans la situation d'esprit d'un cycliste qui aurait à manœuvrer trois guidons correspondant à des buts différents. Je ne sais pas si tout le monde en serait capable. Mais il a réussi admirablement, bien que son appareil soit probablement, de tous ceux qu'on connaît, le plus difficile à conduire.

Aussi les biplans avec queue sont-ils très intéressants. Mais, avant de vous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

montrer les biplans, je vous montrerai un polyplan ; il n'est pas nouveau, il date de 1891 ou 1892 ; c'est celui de Maxim (fig. 22). C'est un quadruplan dont les conditions de stabilité n'étaient pas étudiées suffisamment et même pas du tout. L'appareil s'est soulevé, mais dès qu'il n'a plus été guidé par ses rails, l'angle d'attaque s'est modifié, la sustentation n'a plus été suffisante, et l'appareil est tombé par terre.

Voici un biplan sans moteur et avec queue. Celui-là est l'appareil de Lilien-

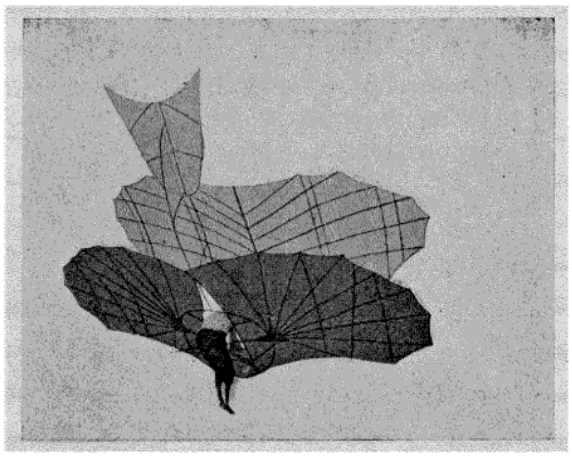


Fig. 23. — *Lilienthal.*

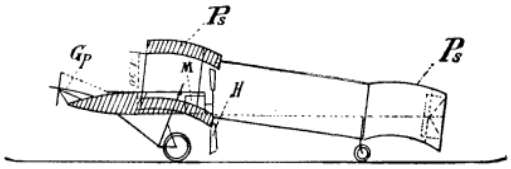


Fig. 24. — *Farman.*

thal, avec lequel il a fait ses expériences très remarquables (fig. 23). Lilienthal est un de ceux qui ont attaché le plus d'importance à la courbure des surfaces sustentatrices et qui ont attiré l'attention sur ce point. Mais, une question qui semble lui avoir échappé dans ce modèle, c'est celle de l'influence de l'envergure. Il donne à ses ailes une profondeur très exagérée : quoi qu'il en soit, il y a dans l'œuvre de Lilienthal une mine de renseignements très précieux. Vous savez qu'il a couronné ses expériences en mourant victime de la science à laquelle il s'était consacré. Son nom doit être respecté comme celui d'un des précurseurs qui ont fait le plus pour les progrès de l'aviation

Nous arrivons aux contemporains : types tels que Farman (fig. 24 à 27),

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Delagrange-Voisin. Aussitôt que l'axe longitudinal s'incline, la queue se trouve frappée soit en dessus soit en dessous et rétablit l'équilibre automatiquement. Les anciens aviateurs avaient toujours eu cette préoccupation constante d'assurer automatiquement la stabilité longitudinale de l'appareil et ils étaient dans la bonne voie.

***

Messieurs, je ne peux pas vous en dire davantage. Il y aurait cependant

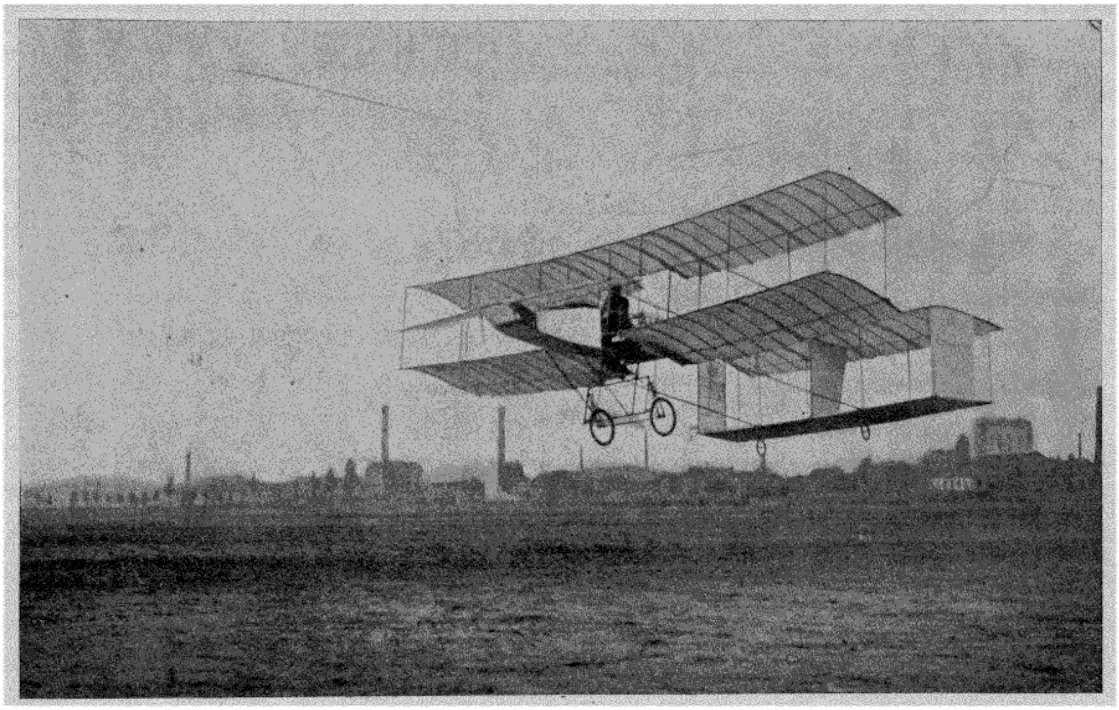


Fig. 25. — *Farman.*

beaucoup de choses à ajouter sur la stabilité longitudinale et transversale, sur les virages ; mais le temps me manque, et je vais profiter des courts moments qui me restent à passer près de vous, pour vous faire quelques réflexions générales sur l'aviation.

Nous sommes à l'aurore d'une ère nouvelle pour la navigation aérienne. Il y a quelques années à peine que les appareils ont paru et on peut se demander l'avenir de ce mode de locomotion. Il y a des personnes qui disent : Cela n'est pas merveilleux, la vitesse obtenue n'est pas supérieure à celle du chemin de fer, à quoi cela sert-il? Mais c'est un véhicule qui a sur le chemin de fer et sur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tous les autres modes de transport terrestre une supériorité: c'est qu'il peut se passer de l'établissement préalable d'une voie de communication, ce qui lui permet de se rendre directement d'un point à un autre, sans s'occuper du sol. C'est une supériorité incontestable et c'est être injuste que de comparer ce mode de locomotion avec les autres au point de vue de la vitesse seule. La grande supériorité dont je viens de parler, qui lui permet de se passer de tout intermédiaire, il la partage avec la navigation aquatique; mais celle-ci a une infériorité: elle ne met en relations qu'une très petite portion de la surface du globe, celle des rivages de nos océans, tandis que la navigation aérienne permet de relier tous les points quelconques de la surface habitée. Quand cette naviga-

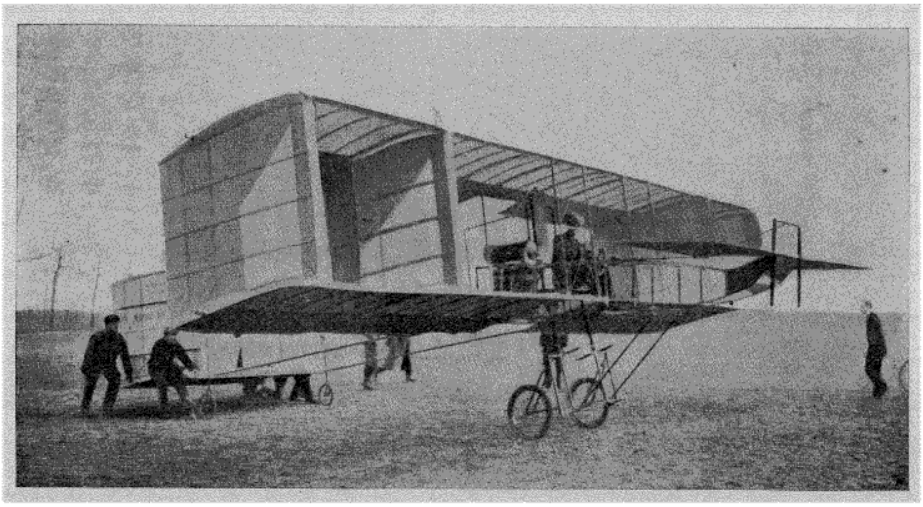


Fig. 26. — *Farman.*

tion aérienne aura pris tout son développement, chaque point du sol pourra être en quelque sorte un port de mer qui communiquera avec tous les points du monde entier. On ira de Paris à Tombouctou sans s'inquiéter de ce qui se passe sur le sol.

Nous n'en sommes pas encore là, mais nous y arriverons plus tôt que nous ne le croyons. Songe-t-on qu'il y a deux ans à peine on se demandait si réellement Santos-Dumont avait fait 50 mètres au-dessus du sol? Il ne s'agit plus aujourd'hui de 50 mètres, mais de 120 kilomètres mesurés d'ailleurs d'une manière injuste pour l'aviateur, en lui en mangeant beaucoup, en lui supprimant tous ses virages. Malgré cela, il lui est resté 124 kilomètres. Voyez quel progrès a été fait en deux ans; et il est plus difficile de faire des kilomètres en tournant, en ellipse ou en rond, ou suivant un rectangle à bout arrondi, que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de les faire d'une seule ligne droite. Si on progresse avec la même rapidité, combien n'aura-t-on pas fait de kilomètres à la fin de l'année et en dix ans on arrivera certainement à des centaines et à des milliers. Il n'est pas téméraire de faire cette supposition. Que manque-t-il à nos aviateurs? Ce n'est pas d'avoir de la vitesse et de l'endurance, mais d'avoir un peu plus d'audace et surtout d'avoir une confiance plus grande dans leurs appareils et dans leurs moteurs. Il faut qu'ils arrivent à porter plus qu'ils ne portent aujourd'hui ; ils y arriveront d'une façon très simple : en augmentant leur vitesse. Plus on a de

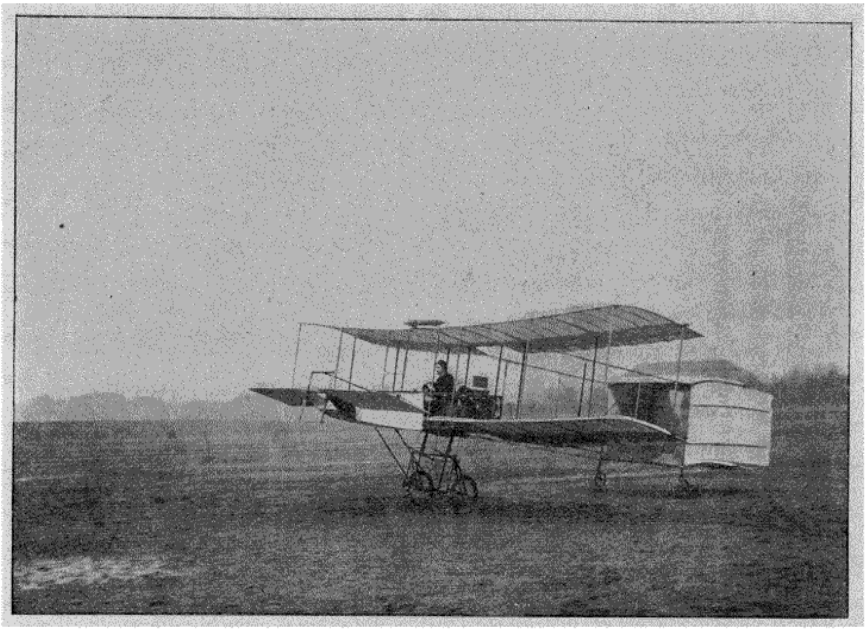


Fig. 27. — *Farman.*

vitesse, plus on peut avoir de charge par mètre carré ; sans augmenter leurs dimensions, ils auront une plus grande puissance de transport. En même temps qu'ils augmenteront leur vitesse, ils augmenteront aussi leur stabilité, parce que du moment que leur vitesse sera considérable par rapport à l'air ambiant, il sera indifférent d'éprouver les effets du vent ou des petites irrégularités qui compromettent leur stabilité aujourd'hui.

Je vous ai parlé de l'augmentation de la vitesse quand Wright prenait un compagnon de voyage : en même temps qu'il marchait plus vite, sa trajectoire était moins ondulée, il était moins troublé par le vent. Quand la vitesse sera de 200 kilomètres à l'heure, le vent pourra faire en vain ses petites manifestations.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il faut, de plus, augmenter la hauteur. On comprend qu'on ne s'y résolve pas encore, c'est naturel ; mais il faut penser que quand on se tient à des hauteurs modérées, il y a deux inconvénients : le premier, c'est que l'on est beaucoup plus sensible aux perturbations dues aux coups de vent, aux petites irrégularités des mouvements atmosphériques. L'exemple des ballons captifs le prouve d'une façon surabondante. Lorsque l'on est dans le voisinage du sol, on a un vent irrégulier, incertain, avec des changements de vitesse, de direction, qu'on ne peut pas prévoir, parce que le vent vient se briser contre les aspérités du sol. Il en résulte des oscillations, des à-coups. Quand on est à 200 mètres de hauteur, par exemple, tout cela disparaît. Quand les aviateurs auront l'audace de se trouver à ces hauteurs-là, ils seront dans de bien meilleures conditions qu'actuellement : ils sont aujourd'hui comme des marins qui font du cabotage, se promenant au bord d'une côte dangereuse, avec des courants qui les gênent. Ils ont besoin d'aller au large, ou plutôt, il ne leur faut pas de la largeur, mais de la hauteur pour s'éloigner des obstacles. A ce moment, ils seront dans des régions plus calmes ; le vent n'y sera pas plus faible, généralement il sera plus fort, mais il sera plus régulier. On prétend qu'on ne peut pas y aller parce qu'on perdrait quelque chose comme sustentation ; nous avons vu que ce qu'on perd est insignifiant.

Il y a un autre avantage à avoir un matelas d'air sous soi : il peut arriver qu'on ait sa stabilité compromise à un moment donné. Un bon aéroplane doit être construit de telle manière qu'en tombant il reprenne sa stabilité. Mais, pendant qu'il la cherche, il s'écoule un certain temps pendant lequel il se rapproche du sol. S'il est à plusieurs centaines de mètres de hauteur, il aura le temps de faire son évolution, de se remettre horizontal ; si au contraire il est trop près de terre, il rencontrera le sol avant d'avoir fait son redressement ; et ce sera un cataclysme. Avec un matelas d'air de 500 mètres, il aura le temps de faire l'évolution en question, de se remettre dans une bonne position. Par conséquent, pour moi, j'estime que la navigation aérienne de l'avenir, par aéroplanes, sera aux environs de 500 mètres. Quand on en arrivera là, on ne s'inquiétera pas de savoir comment est fait le terrain. Mais il faut être sûr de son moteur et surtout ne pas se croire perdu lorsque le moteur vous lâche, vous rappeler qu'on descend en pente douce, comme je vous l'indiquais tout à l'heure ; et ce n'est pas une catastrophe.

Vous aurez peut-être trouvé, Messieurs, que j'ai été incomplet. Il était obligatoire de l'être, en raison du temps dont nous disposions, et puis, j'ai été intentionnellement muet sur un certain nombre de questions qui peuvent plus ou moins diviser les aviateurs actuels. J'ai tenu à ne vous donner que des notions essentielles, aussi sûres que possible. Quand je n'étais pas sûr de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mon terrain, je vous disais : on sait mal, on ne sait qu'à peine ou pas du tout. J'ai tenu à ne vous affirmer que des choses dont on était à peu près certain et à passer sous silence les autres. J'ai pensé que nous n'étions pas une académie discutant les questions controversées de navigation aérienne. J'ai considéré, dans cet espèce de cours que j'ai professé, qu'il était de mon devoir de ne donner à l'auditoire que des notions certaines, et quand elles n'étaient pas certaines, de l'avertir du degré de certitude qu'elles contenaient.

Je serais heureux si vous emportiez de ce cours, non pas le souvenir de toutes les formules que nous avons pu écrire au tableau ou projeter sur l'écran, mais le souvenir d'un certain nombre de principes fondamentaux comme ceux-ci : qu'il n'y a rien à faire avec le système orthoptère ; que ce n'est pas la peine d'inventer des propulseurs compliqués, qu'il faut s'en tenir aux hélices ; que le système aéroplane sera pendant longtemps ce qu'il y aura de mieux, que c'est lui qu'il faut chercher à améliorer ; qu'il ne faut pas chercher en dehors des sentiers battus. Il y a des choses qui sont assez connues pour qu'on soit sûr qu'on obtiendra de bons résultats en cherchant à perfectionner des méthodes déjà éprouvées plutôt que d'éparpiller ses efforts vers des découvertes chimériques. Depuis cent ans qu'on s'occupe de la question de l'aviation, la plupart des efforts ont été gaspillés, parce qu'on n'était pas dans la vraie voie. Un certain nombre de gens avaient entrevu la question ; on ne les a pas crus, parce qu'on n'était pas obligé de les croire ; les preuves péremptoires manquaient. Maintenant, on le sait, il faut marcher dans des voies connues, et c'est comme cela qu'on arrivera à réaliser les progrès les plus certains, plutôt qu'en se laissant aller à son imagination.

Je serais heureux également si vous emportiez la conviction que des expériences méthodiques, poursuivies dans un laboratoire aérodynamique bien outillé feraient avancer la question de la navigation aérienne, en permettant d'élucider les points obscurs qui sont encore beaucoup trop nombreux. Ces points obscurs, il faut les étudier chacun à part. Quand un phénomène dépend de plusieurs variables indépendantes, il faut n'en faire varier qu'une à la fois et non pas deux, et encore moins plusieurs. C'est ce que permettraient seules des expériences méthodiques de cette nature. Il est donc très désirable que le mouvement qui se produit aujourd'hui aboutisse à la création d'un laboratoire tel que je l'indique et placé entre bonnes mains.

Enfin, j'espère que vous emporterez d'ici l'idée qu'il serait bon qu'un enseignement comme celui que j'ai eu l'honneur de vous donner ne soit pas un fait passager, et qu'il serait utile qu'il y ait à Paris, capitale de la France, et en France, berceau de la navigation aérienne, un ou plusieurs cours d'aéronautique dans lesquels les principes incontestables seraient enseignés, qui se tiendraient au courant de toutes les découvertes. Le moment est venu où il serait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

utile, si la France veut conserver son renom et son avance, qu'elle organisât cet enseignement aéronautique, qui serait plus utile que certains autres enseignements pourvus d'une chaire. Je ne dis pas de mal du sanscrit ni du chinois, mais un cours de navigation aérienne aurait au moins autant d'utilité, et je serais très heureux que vous emportiez de ces quelques leçons l'idée que le moment serait venu de procéder à l'organisation permanente d'un enseignement de cette nature.

Quant à moi, Messieurs, il me restera de ma présence ici quelque chose d'inoubliable. Je n'ai jamais eu l'occasion d'être entouré d'une façon aussi fidèle, aussi permanente, par un auditoire aussi attentif et en même même temps aussi sympathique que celui-ci : certainement, le souvenir de ces conférences de la Société d'Encouragement sur l'aviation sera parmi tous les souvenirs de ma vie un de ceux qui me seront le plus chers et je vous en exprime toute ma reconnaissance.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

HYDRAULIQUE

UNE ENQUÊTE SUR LA HOUILLE VERTE, par *M. Henri Bresson.*

La Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale a bien voulu décerner une récompense à un ouvrage portant pour titre le terme métaphorique « Houille verte », destiné à peindre à la fois une utilisation nouvelle : l'hydro-électricité des cours d'eau de plaines, et une différence notable avec les cours d'eau torrentiels, celle des époques d'étiage et de crues. Ce terme est déjà assez bien défini et connu maintenant pour ne pas nous étendre davantage sur son opportunité en présence du terme, tout aussi métaphorique « Houille blanche ». Mais il n'en fut pas de même au début, et il faut reconnaître qu'un vulgarisateur, sans aucun intérêt particulier, pouvait seul risquer une pareille bizarrerie.

Puis cette première récompense en provoquait d'autres la même année (1) et c'est encore pour moi un devoir fort doux de reconnaissance de le rappeler dans ce *Bulletin*. Sur l'une comme sur les autres, les deux mots « houille verte » voisinent avec mon nom! N'était-ce pas aussi me créer un devoir? N'était-ce pas me dire : « Vous avez bien fait de commencer, nous vous le prouvons ; continuez maintenant. »

Cependant l'enquête minutieuse poursuivie dans les départements de la région normande, et réunie dans le livre qui me valait ces divers honneurs, imprévus par moi au début, m'avait pris *quatre années!* A ce train-là, et encore les difficultés ne pouvaient manquer d'augmenter en m'éloignant de la contrée que j'habite une partie de l'année, j'aurais atteint, en terminant le dernier des quatre-vingt-six départements de France, l'âge fort respectable de quatre-vingt-dix-huit ans.

Il fallait donc trouver une autre formule, un moyen de vulgarisation plus général. Le hasard se chargeait de bien faire les choses : j'eus connaissance qu'un habitant du Loiret (remarquez que ce sont toujours les départements les moins bien dotés en eaux courantes qui ont de ces initiatives) réclamait rien moins qu'un *Dictionnaire des rivières de France:* non pas une simple nomenclature, mais un dictionnaire technique bien entendu, et, comme abondance de biens ne saurait nuire, il prétendait à beaucoup mieux encore que ce que le Service des grandes forces hydrauliques des Alpes (2) commence seulement à donner après quatre années de travaux.

Il passera, hélas! encore bien de l'eau dans certains ruisselets dudit département du Loiret avant qu'on daigne *administrativement* s'en occuper. Toutefois, mes recherches précédentes pour les huit départements de la région normande m'avaient enseigné les richesses documentaires que contiennent les archives du ministère de l'Agriculture, auprès duquel j'avais été accrédité pour mes études de statistique. Vers

(1) Société de Géographie commerciale de Paris (médaille Meurand) ; Société des Agriculteurs de France (médaille d'argent, grand module).

(2) Entre autres les tomes I et II du fascicule 32 des Annales de la Direction de l'Hydraulique et des Améliorations agricoles (1905).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1860, des études avaient été en effet entreprises pour tous les cours d'eau de la France, et des hommes de la valeur de MM. Levasseur, Cheysson, etc. y avaient été attachés. Les cours d'eau étaient alors tous dépendants du ministère des Travaux publics, qui n'a gardé actuellement que les seules eaux courantes, dites du Domaine public (navigables, flottables et canaux).

Accueilli, pour le nouvel objectif de mes recherches : un *Dictionnaire statistique des rivières*, avec la même bienveillance, par M. Dabat, directeur de l'Hydraulique et des Améliorations agricoles (1), ainsi que par le personnel des services techniques, je commençais aussitôt (c'était en 1906) à fouiller les légendaires cartons verts. Si tous ces documents sont classés par département, le *principe hydraulique* en exige évidemment le tri par bassins. Les embouchures de la Seine, de la Loire, de la Garonne et du Rhône constituent en cette matière des *unités* qui s'imposent ; les bassins côtiers peuvent se réunir ensuite en différents groupements, ainsi que les portions des bassins frontières partagés avec les pays étrangers voisins.

Le cadre était tracé, mais il allait m'obliger à connaître également la « houille blanche ». Je me demandai au premier abord si cette situation n'allait pas créer un obstacle à la méthode adoptée, méthode qui va être expliquée plus loin ; il n'en fut rien et je ne tardai pas à constater avec satisfaction que la sélection opérée pour les départements de plaines, dans les états administratifs, serait également applicable aux départements des versants des Alpes et des Pyrénées, vrai domaine de la « houille blanche ». Les récents travaux du Service des Alpes apportaient des certitudes là où les anciens documents donnaient de simples présomptions. Il convient de dire maintenant ce moyen de sélection, appliqué aux statistiques des bassins de la Seine et de la Loire, que j'ai déjà produites dans diverses publications (2). Ce sont les seuls terminés actuellement.

Sans chercher à pénétrer dans tous les détails, il faut cependant apprendre au lecteur que les renseignements demandés par la circulaire ministérielle du 4 juillet 1878, et signée Freycinet, sur les cours d'eau de France, aux ingénieurs en chef des Ponts et Chaussées, leur laissaient carte blanche sur l'importance hydraulique convenable pour relever un cours d'eau. On comprendra aussitôt que de grandes divergences ne pouvaient manquer d'en résulter. Je n'en puis produire de meilleures preuves que de citer *le nombre des cours d'eau* attribués à quelques départements cependant voisins ; ainsi, on trouve : pour la Marne, 386 rivières et pour la Seine-et-Marne 1 784 ; la Sarthe en compterait 938 et la Mayenne 1 496.

A côté des renseignements permanents des cours d'eau d'un département (l'état A pour employer le vocable administratif), renseignements assez sujets à caution, il faut le reconnaître, quand on y trouve exprimés les débits d'étiage, des crues ou des eaux moyennes, en litres par seconde, à une époque à laquelle les appareils enregistreurs perfectionnés n'étaient, pour ainsi dire, pas connus ; à côté de cet état A, ai-je dit, figure un autre état, dit état B, donnant, sur chaque cours d'eau, la liste des usines établies à des dates variables, il est vrai, pour chaque département, *avec la puissance des moteurs hydrauliques* de ces usines. J'ai pensé qu'il y avait là une indication précieuse et offrant une garantie d'exactitude bien plus probable. Cette détermination de la puis-

(1) M. Dabat est également membre du Comité de la Société d'Encouragement.

(2) Lexiques et cartes ont paru une première fois dans la *Revue Électrique* (15 février 1908 et 15 janvier 1909).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sance d'un moteur hydraulique était à la portée des moindres expérimentateurs ; elle est encore généralement bien connue de l'usinier qui en tire profit et autrefois, dans les moulins à blé, si nombreux en France, pays agricole d'une grande richesse, on la désignait approximativement en paires de meules, dont les dimensions et le travail étaient connus (1). Selon les contrées et la production du sol, on comptait encore par lames de scies, par broches (dans les filatures), par pilons (dans les huileries), etc.

Je disposais finalement de bases qui me paraissaient suffisantes pour établir les Lexiques dont il va être question, et qui ne sont que des parties abrégées du Dictionnaire projeté. Voici cette base pour les Lexiques : *tout cours d'eau ayant compté sur ses rives une usine donnant une puissance moyenne de 25 chevaux était estimé pouvoir figurer dans ce premier choix*. Malheureusement, la date de ces états A et B n'est pas uniforme pour tous les départements de France; le plus ou moins de zèle des ingénieurs en chef les échelonnait sur un intervalle d'une vingtaine d'années environ (1880-1900), car quelques départements, pour un motif ou un autre, furent recommencés une seconde fois.

Après tout, peu importe, car on pourra même objecter que, grâce aux nouvelles turbines d'un rendement supérieur aux ancestrales roues qui ont dû la plupart du temps servir à l'estimation précédente de la consistance des usines hydrauliques, la base que j'adopte est bien timide ; je répondrai, qu'avec un élément aussi peu régulier que la puissance hydraulique, on ne peut être trop prudent. Dans les régions accidentées, l'emploi des turbines amènera encore sans doute de plus grands changements. Mais comme ces contrées sont peu peuplées, on ne songera guère d'ici longtemps qu'à y aménager les chutes d'eau présentant en somme des débits suffisants et équivalents à ceux qui, dans les régions de plaines, trouvent déjà, et pour un motif contraire : la densité de la population, leurs utilisations hydro-électriques.

Je maintiens donc, qu'à défaut de missions spéciales, je puis éclairer ma lanterne avec quelque certitude et faire œuvre utile de vulgarisation, sans grands frais ni déplacements, mais avec un peu de patience et de persévérance, c'est certain.

Voici donc pour le passé et le choix des cours d'eau (2).

A côté de cette question une autre *brûlait*, si j'ose dire : mon ouvrage, *la Houille verte*, a dû une grande partie de son succès à ce que je relevais, en même temps que les ressources hydrauliques disponibles de la région normande, les nouveaux exemples hydro-électriques. Je les avais même classés en trois groupes : *les distributions publiques* pour un collectivité, *les usages domestiques* pour un propriétaire unique, enfin *les usines industrielles hydro-électriques*, dans lesquelles l'électricité jouait le rôle principal, ainsi les fabriques d'accumulateurs, les fours électriques, etc., me bornant à une nomenclature sommaire des usines hydrauliques d'industries les plus variées qui ne possèdent une dynamo que pour assurer l'éclairage des locaux destinés à l'industrie exercée (même la minoterie) et parfois aussi à l'habitation de l'exploitant.

Je n'exceptais pas de cet ensemble les usines hydrauliques qui ont recours à des moteurs auxiliaires à vapeur, au pétrole ou autres, même si la puissance thermique l'emporte sur la première ; mais dans ce dernier cas, il faut bien remarquer que la machine à vapeur, par exemple, est généralement construite pour une force supérieure

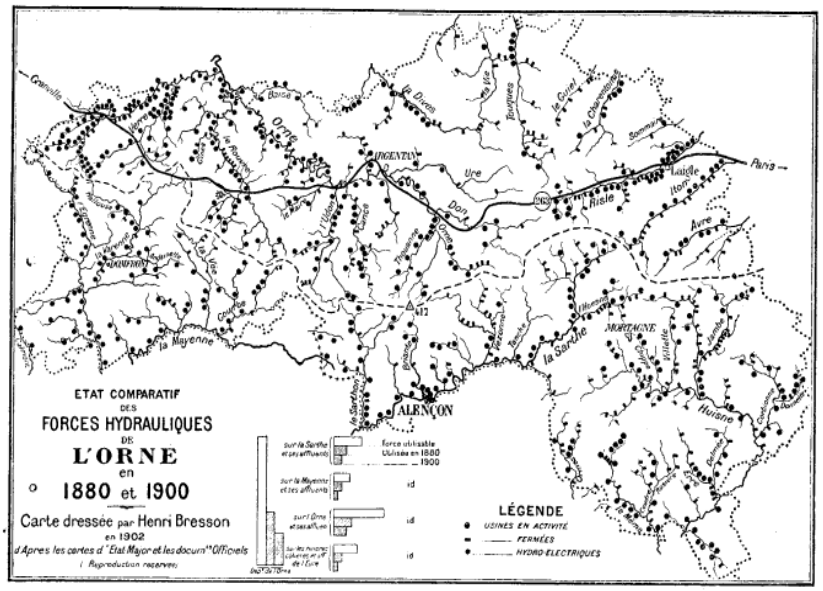
(1) On estimait la paire de meules à 6 chevaux-vapeur et le cylindre courant des minoteries absorbe la même énergie, mais donne plus de meilleur travail.

(2) On peut prendre aussi le critérium de 10 chevaux et naturellement le nombre des cours d'eau augmente ; ce sera l'objet d'un ouvrage plus complet et plus important qui est sur le métier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à celle qu'on lui demande en réalité, tandis que c'est le contraire pour le moteur hydraulique.

En voulant étendre ma curiosité de statisticien à toute la France, bassin par bassin, il fallait, comme je l'ai dit au début, savoir me modérer et m'imposer une limite; je la fixais donc au cas le plus intéressant, à celui des distributions publiques d'énergie électrique. J'avais heureusement, dans cette voie, un précurseur, mais il n'avait établi aucune distinction entre la *cause de l'eau* et *celle du charbon;* toute usine génératrice d'électricité alimentant une ou plusieurs localités était portée dans son livre. Je veux parler de l'ouvrage si remarquable de M. J.-A. Montpellier, qui est, à l'heure actuelle,



le seul document complet à consulter en France, à ce point de vue, bien que s'arrêtant à la date du 1er janvier 1907.

Toutefois, comme saint Thomas, je suis statisticien défiant. J'avais *presque tout vu*, dans la région normande, ou bien j'avais toujours obtenu un témoignage ne laissant subsister aucun doute : en pareil cas, j'aime mieux m'abstenir. Pour ces huit départements, j'avais bien été obligé de reconnaître que parfois la bonne foi de l'auteur ci-dessus cité avait été égarée. Je tournais et retournais donc le problème depuis quelque temps (c'était en octobre 1908 et j'étais dans l'Orne), lorsqu'un beau jour, je risquai un petit questionnaire, tout au bout du bassin de la Loire, pour le chef-lieu de canton, Yssingeaux (1). Il me faut encore dire que j'ai coutume, en pareille circonstance, d'intéresser les secrétaires des mairies, auxquels je m'adresse à titre particulier; voici donc le spécimen des cartes postales mêmes que j'utilisais, ainsi qu'une des réponses.

(1) 1° Nom du cours d'eau? Lignon du Sud. — 2° Hauteur de la chute? 18m,80. — 3° Sa puissance (en ch.-v.)? 440. — 4° Y a-t-il une machine de secours? Oui; (sa puissance en ch.-v.)? 100. — 5° Y a-t-il des accumulateurs? Oui. — 6° Date de l'installation électrique? 1902. — 7° Distance de l'usine à la localité la plus éloignée? Yssingeaux. 6 kil. — 8° Y a-t-il un service d'éclairage public? Oui. — 9° Y a-t-il un service d'éclairage d'abonnés? Oui.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On peut remarquer que j'avais apporté tout mon soin au questionnaire sans trop le charger. Cette première réponse était encourageante et d'autres cartes postales semblables s'envolaient de droite et de gauche ; je choisissais en premier lieu les cas qui me paraissaient les plus douteux, ceux par exemple d'une usine génératrice située sur un cours d'eau *que je n'avais même pas relevé parmi* ceux ayant utilisé *jadis au moins dix chevaux* (1). Cependant, sur une vingtaine d'essais, quelques réponses se faisaient attendre ou même d'autres manquaient tout à fait.

Or, il me fallait tout ou rien !... Tout, c'était pour le bassin de la Seine 114 réponses et 107 pour celui de la Loire.

Un autre hasard allait venir en aide à l'amateur bien intentionné : bien que lointaine encore, une Exposition universelle s'annonçait à Bruxelles et j'apprenais ainsi que le ministère de l'Agriculture comptait y prendre part officiellement. Ne songerait-il pas à y exposer une carte murale à grande échelle, comme il l'avait déjà fait à Liège (1905) et à Marseille (1908) pour la région normande, mais cette fois-ci au double point de vue que je poursuivais : *rivières sélectionnées* du bassin de la Loire, *usines de distributions publiques*? Lors d'une audience, cet hiver même, de M. Dabat, directeur au ministère de l'Agriculture, toujours si accueillant pour le champion de la « houille verte », la réponse fut affirmative et le concours aussi, car, grâce à cet appui, j'ai pu intéresser à mes recherches le service de la Statistique générale de la France, chargé du recensement des usines industrielles, parmi lesquelles, par conséquent, les usines électriques publiques. Sur les 114 cas du bassin de la Seine 104 réponses devaient être affirmatives, et sur les 107 du bassin de la Loire, il ne fallait en compter finalement que 87 affirmatives.

Grâce à ces renseignements précis, j'ai pu encore produire en terminant le nouveau supplément de la « Houille verte » des tableaux des usines de cette sorte des deux bassins de la Loire et de la Seine, offrant de bonnes garanties d'exactitude et les données intéressantes de la réponse ci-dessus. Ils seront suivis du bassin du Rhône, puis de celui de la Garonne ; enfin, parmi les bassins côtiers, ceux qui relèveront d'une part les départements des Alpes-Maritimes et du Var, d'autre part les versants des Pyrénées, ne seront pas non plus dépourvus d'intérêt.

Il me faudra, certes, moins de trente-trois ans pour accomplir cette tâche et peut-être même aboutir à la publication d'un *Dictionnaire de rivières*, souhaité dans le Loiret. C'est l'essentiel.

(1) Parmi ceux-ci, je trouvais par la suite, la Seuge, par exemple, donnant 55 chevaux, grâce à une chute de 59 mètres pour la ville de Saugues.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMMERCE

L'IMPÉRIALISME ÉCONOMIQUE EN GRANDE-BRETAGNE, par **M. Maurice Alfassa** (1)

Après avoir examiné les critiques de ceux qui sont opposés aux exportations et la réponse que la Commission vient de leur faire, il y a lieu d'envisager la situation générale de l'industrie houillère en quelque sorte au point de vue technique et de rechercher les imperfections actuelles.

Elles sont fort nombreuses et il est difficile, après avoir seulement visité quelques mines dans n'importe quel district du Royaume, de ne pas être frappé par certains faits caractéristiques, sautant particulièrement aux yeux de quiconque a parcouru des bassins houillers du nord de la France, de Belgique ou d'Allemagne.

Alors que dans notre pays et particulièrement dans le Nord et dans le Pas-de-Calais la faible puissance des veines a imposé des méthodes d'exploitation rationnelles, de *bon père de famille*, afin d'enlever tout le gîte et que le législateur ou la nature particulièrement éboulеuse des terrains encaissants a imposé des précautions spéciales et très développées pour le boisage et le remblayage des quartiers dépilés, en Angleterre au contraire on constate dans la très grande majorité des cas une prodigalité et une négligence tout à fait remarquables.

En règle générale, dans les régions, aux couches puissantes, les plus riches comme le Sud du Pays de Galles, le Yorkshire, le Lancashire et le Northumberland, on n'exploite pas les veines ayant une épaisseur inférieure à deux pieds et l'on a ainsi, depuis un demi-siècle surtout, abandonné des quantités considérables de charbon : cela pour deux raisons. D'une part les exploitants trouvaient qu'ils avaient moins de frais en ne s'attaquant qu'aux veines de 4 à 6 pieds, et d'autre part les mineurs, payés le plus souvent en proportion du « gros » qu'ils produisent, préféraient de leur côté ne s'attaquer qu'à ces fortes veines, qui leur permettent de réaliser de plus hauts salaires.

La prodigalité ne se manifeste pas uniquement sous la forme que nous venons d'indiquer. C'est surtout par les méthodes d'exploitation les plus barbares, suivant le mot qu'aime à employer notre ami M. Morgan Davies, qu'elle se caractérise. On sait, en effet, que les méthodes d'exploitation se divisent en un certain nombre de groupes connus :

Foudroyage.
Massifs longs ou *Longwall*.
Grandes tailles.
Gradins.

(1) Voir les *Bulletins* d'avril, mai, juin, juillet, octobre, novembre et décembre 1908, janvier, février, mars et avril 1909.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et qu'une fois le traçage du quartier de mine opéré on procède soit par remblayage, soit par piliers ou estaux.

Or, de toutes ces méthodes, la première, et qui fut la plus employée pendant longtemps, est la plus barbare, si elle est la plus économique, car elle perd à jamais des quantités importantes de charbon auxquelles on ne peut plus songer à revenir sous aucun prétexte. Elle a été complètement abandonnée sur le continent et commence à être moins en faveur en Angleterre, non que l'on regrette la prodigalité qu'elle entraîne, mais à cause du danger de son emploi, des éboulements fréquents qui se produisent et ensevelissent ou entraînent des ouvriers, par suite du manque de boisage. De plus, des incendies sont fort à craindre.

Cependant la méthode du Longwall par piliers abandonnés, qui a été menée parallèlement à la précédente et tend de plus en plus à la remplacer, n'est pas beaucoup plus recommandable, car elle ne permet guère non plus de revenir en arrière pour reprendre les veines minces de 1 à 2 pieds, abandonnées autrefois, et dont certains exploitants voudraient maintenant tirer profit.

On trace le quartier en grands massifs que l'on dépile et que l'on boise, laissant de distance en distance des piliers carrés de combustible pour soutenir le toit et le mur et empêcher les éboulements si fréquents avec le foudroyage.

On comprend aisément pourquoi cette méthode est mauvaise. Elle oblige à abandonner définitivement des masses importantes de charbon sous forme de piliers de soutènement et les quelques exploitations qui ont cherché à venir les reprendre au bout de quelques années n'ont pas eu à se louer de tentatives qui ont abouti soit à des éboulements, soit à des incendies de poussières de charbon accumulées.

D'autre part, et, pour les mêmes raisons que précédemment, les veines minces, que l'on n'a pas prises en avançant, doivent être définitivement abandonnées. De plus, dans les longues galeries ou salles formées par le dépilage des massifs longs, les poussières de charbon s'accumulent sous l'influence des courants d'air et des incendies terribles s'allument parfois. Enfin il faut, entre deux étages successifs, laisser des massifs de protection beaucoup plus considérables, que dans les mines où le remblayage est de règle.

Plusieurs des ingénieurs des mines, que nous avons eu occasion de voir au cours des séjours que nous avons faits en Angleterre, nous disaient qu'il n'était pas rare d'abandonner ainsi de 20 à 30 p. 100 du gîte et que dans certains cas la proportion était même montée à *cinquante*.

D'autres causes produisent encore les mêmes effets : on sait qu'en Grande-Bretagne le sous-sol appartient au propriétaire de la surface ; c'est lui qui exploite directement ou qui concède le droit à l'exploitation, moyennant une redevance appelée *Royalty*, consistant généralement en une somme fixe annuelle, plus tant par tonne extraite (souvent 6 ou 8 d.). Il arrive souvent, il arrivait surtout autrefois, que le même propriétaire divisait sa propriété entre divers exploitants, chacun d'eux n'ayant en somme qu'une concession de faibles dimensions. Il en résultait encore un gaspillage considérable, par le fait des massifs de protection, qu'il fallait laisser entre les diverses concessions.

La Commission déplore cet état de choses infiniment regrettable, et pense qu'au moins sur ce dernier point il y a lieu d'encourager la tendance, qui se manifeste depuis quelques années, de ne donner à bail que des concessions de grande étendue ; elle préconise aussi le développement des ententes entre exploitants voisins, dans le but d'exploiter à profit commun les massifs de protection laissés entre leurs concessions.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Donc, dès à présent, nous voyons que, pour l'avenir, il y aurait grand intérêt à réaliser certains progrès techniques dans l'exploitation, en cherchant : 1° à étendre le système des grandes concessions ; 2° en adoptant des méthodes plus rationnelles comme celles en usage sur le continent. Pour cela il faudrait surtout que les entreprises fussent dirigées par des ingénieurs et non, comme c'est trop souvent le cas, par des contremaîtres ou porions routiniers, qui — parce que les intéressés ne se préoccupent que des résultats financiers immédiats et non de ceux de l'avenir même prochain, — persistent à employer les méthodes qui pouvaient être acceptables, alors que les bassins houillers étaient nouvellement mis en exploitation, que les couches affleuraient et que l'extraction était relativement faible.

Un des faits les plus frappants pour un étranger visitant les carreaux de mines en Angleterre, même dans les régions, comme le Pays de Galles, dont le débouché principal est l'exportation, est le peu de développement des installations de surface. En 1900 encore, dans bien des exploitations, la préparation mécanique du charbon et le lavage étaient choses, sinon inconnues, du moins théoriques, et l'on pouvait voir fréquemment, dans une mine occupant six à sept cents mineurs à l'extraction, une dizaine d'hommes, tout au plus, à la surface occupés à verser directement ou presque les wagonnets remontés au jour dans les wagons devant les emmener à destination. Par le mot « presque », nous voulons dire que le charbon des wagonnets était passé sur une trémie grillagée, séparant le gros du petit. Cela simplement à cause du mode de rétribution des ouvriers, d'après la quantité de gros produite, mode connu sous le nom de *Billy fair play* et en usage, quelle que soit la méthode employée pour fixer le salaire. Mais ce n'est pas là une préparation mécanique du charbon, à vrai dire, puisqu'il reste d'une part mélangé de stériles, et d'autre part que l'on ne se préoccupe pas d'éviter le bris du gros, aucun soin n'étant apporté à l'opération que nous venons d'indiquer.

En résumé, dans la généralité des exploitations, aucune amélioration n'a été apportée dans les systèmes de manipulations ou les méthodes employées il y a plus de trente ans.

Nous touchons ici à l'une des causes les plus importantes qui menacent, dans toutes les branches, la prospérité de l'industrie et du commerce britannique : *le conservatisme et la routine qui en découlent*. C'est là le vice primordial et fondamental, si l'on veut, de l'Angleterre moderne.

Appelée, pour des raisons que nous avons souvent dites déjà, à occuper dans le monde une situation prépondérante, aux environs de 1870, tous les intéressés ou à peu près se sont figuré qu'ils étaient en présence d'un état de choses permanent, qui se poursuivrait indéfiniment. Ils ont cru que leur production, très supérieure il y a trente ans, à celle de n'importe quel autre pays, le demeurerait toujours, et que l'avance prise par eux dans toutes les directions leur était acquise, sans qu'il leur fût nécessaire d'apporter des améliorations aux méthodes perfectionnées d'alors. En un mot, *ils s'étaient convaincus que les pays étrangers se trouvaient dans l'obligation de s'adresser aux manufacturiers et aux industriels du Royaume-Uni*, qu'ils se trouveraient toujours dans cette obligation, et *qu'ils seraient par suite forcés d'accepter leurs conditions quelles qu'elles fussent*.

Industriels et commerçants, s'enfermant dans une tour d'ivoire, sont demeurés au point où ils étaient il y a quelque trente ans, sans se rendre compte des progrès réels accomplis par leurs rivaux, sans se rendre compte surtout que si les consommateurs étaient obligés d'accepter les conditions du producteur lorsqu'il y avait mono-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pole, il n'en était plus de même du jour où la concurrence s'établissait, parce qu'alors c'est le producteur qui doit chercher à satisfaire les goûts et les caprices de ses clients, s'il ne veut pas qu'un concurrent obtienne les commandes qu'il avait jusqu'alors.

Or, c'est précisément là ce qui s'est passé pour le charbon. En 1870 et dans les années qui suivirent, l'Europe et les États-Unis eux-mêmes étant obligés de s'approvisionner en Angleterre, le seul pays ayant une production suffisante et les qualités de charbon requises pour les divers usages : domestiques, industriels, de navigation. Ils étaient, par là même, forcés d'accepter la houille dans l'état qu'il plaisait aux divers bassins houillers du Royaume-Uni de fournir.

Pendant longtemps les habitudes prises, malgré que l'Allemagne, la Belgique, la France eussent donné un grand développement à la préparation et à la classification des charbons, firent que les clients demeurèrent fidèles en majorité.

Mais, déjà, quelques défections, — indications précieuses qu'il eût fallu retenir, — se produisaient chez ceux qui, pour une raison quelconque, s'étaient également adressés à quelque mine continentale, allemande surtout. Ils purent établir une différence et constater que, malgré l'infériorité de qualité, ils avaient encore avantage à s'adresser à des producteurs allemands ou belges qui leur donnaient des charbons classés, triés, lavés, séparés de leurs stériles, de composition connue et garantie, plutôt que de continuer à s'approvisionner là où, malgré leurs observations, on s'obstinait à envoyer du tout-venant mêlé de terre et de pierres. Et, bien que le charbon contenu fût de qualité supérieure, il produisait, dans l'ensemble, un effet utile beaucoup moindre que les houilles inférieures de Belgique, de Westphalie ou de Saxe.

C'est pour le charbon que ces effets de la routine devaient se faire sentir le plus tard, mais l'heure est arrivée où ils se sont manifestés, et l'un des grands exploitants et exportateurs de *Swansea* (Pays de Galles) nous contait que depuis l'imposition du droit de 1 shilling à l'exportation, il y avait décroissance marquée dans les envois, et décroissance durable pour le motif que nous exposions ci-dessus.

M. Behenna, *junior partner* de la maison Thos Williams sons and Behenna, nous racontait à ce point de vue un fait extrêmement frappant qui venait d'arriver à sa firme. Comme toutes les exploitations minières de la région, tout en travaillant beaucoup avec l'étranger elle s'obstinait à ne pas faire le triage et les classements de grosseur. Parmi ses meilleurs clients une maison française avait risqué timidement quelques observations à ce sujet depuis un certain nombre d'années, mais, devant la fin de non recevoir que lui opposait la mine, elle avait continué à y faire ses commandes.

M. Behenna, qui a beaucoup voyagé sur le Continent et a vu combien Allemands, Belges et Français cherchent à donner satisfaction aux réclamations de leurs clients pour la préparation mécanique et le lavage, tenta de décider ses associés à s'engager dans la même voie, mais se heurta à un refus formel de leur part, sous le prétexte que pas un seul client n'avait encore abandonné la mine. Cependant, après l'imposition de la taxe d'exportation, les réclamations devinrent plus pressantes et le devinrent d'autant plus qu'avec l'élévation de prix en résultant, le principal avantage du charbon anglais (qualité meilleure à coût égal) disparaissait. Parallèlement à ce fait, les approvisionnements en charbon allemand augmentaient en France et faisaient davantage encore ressortir l'infériorité résultant du non-classement. Finalement la maison française, à laquelle notre interlocuteur faisait allusion, après avoir déclaré à la firme Thos Williams sons and Behenna que si on se refusait plus longtemps à lui préparer méca-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

niquement et à lui laver le charbon, elle refuserait les livraisons, mit sa menace à exécution.

Dans un cas comme celui-là les producteurs britanniques se décident généralement à faire ce par quoi ils auraient dû commencer et à céder, mais il est généralement trop tard, et les débouchés sont perdus.

Or, pour l'industrie houillère en particulier, on ne saurait se dissimuler que la situation est moins satisfaisante qu'autrefois, que la taxe d'exportation a nui très sensiblement aux envois à l'étranger et surtout en Europe, et qu'il serait grand temps, si l'Angleterre ne veut pas perdre le terrain acquis, de se mettre à la hauteur des pays rivaux et de donner plus d'attention et de soin aux installations de surface.

C'est l'une des recommandations les plus catégoriques de la Commission royale dans son rapport de janvier 1905. Voici, en effet, comment elle s'exprime : « § 51. Les déclarations des consuls britanniques montrent que la préparation mécanique soignée ne s'est pas répandue dans ce pays. On dit que nous ne cherchons pas à satisfaire les besoins de nos consommateurs tant nationaux qu'étrangers, et que sur les marchés du dehors les méthodes de nos concurrents étrangers, allemands principalement, sont beaucoup plus scientifiques et satisfaisantes. Non seulement les consommateurs ont en main l'analyse du combustible, mais les producteurs la leur garantissent, et si les clients désirent *un pourcentage donné des différentes grosseurs, ils n'ont aucune difficulté à se le procurer*.

« § 52. Nous désirons démontrer aux exploitants, aussi énergiquement que nous le pouvons, l'importance qu'il y a à nettoyer, à classer le charbon, à uniformiser la qualité des catégories pour le marché. Plus les consommateurs comprendront les avantages résultant pour eux de l'emploi de charbon choisi spécialement pour convenir à leurs besoins et à leurs industries, et plus ils demanderont et voudront avoir des charbons de dimensions et de qualité uniformes. L'uniformité dans la grosseur du charbon a la plus grande importance, et il est hors de doute que le consommateur sera prêt à payer davantage s'il peut être assuré qu'il obtiendra toujours la taille et la qualité de charbon que son expérience lui a démontré être les meilleures pour sa fabrication.

« § 63. Les témoignages ont péremptoirement démontré que les veines dont l'exploitation ne donne actuellement aucun profit, en donneront dans l'avenir en lavant, triant et criblant le charbon, en faisant du coke, des briquettes, ou du gaz, et qu'il n'est pas une parcelle de menu qui doive être laissée sous terre. Il a été prouvé que des quantités importantes du meilleur charbon à vapeur du Pays de Galles sont laissées sous terre parce que, dit-on, la remontée du menu ne paye pas. Il semble qu'une grande partie, pour ne pas dire la totalité de ces *menus*, bien que salie par la terre, est de même qualité que le charbon dont on commence à faire des briquettes dans le Sud du Pays de Galles, et nous considérons que laver ce charbon et en faire des briquettes, est l'un des meilleurs procédés pour le vendre avantageusement. »

Non seulement, comme on le voit par ce rapport officiel, les consommateurs étrangers sont mécontents, mais les nationaux commencent à protester eux aussi. Sans doute il n'y a pas encore de crainte que l'Angleterre devienne un pays importateur par nécessité, c'est-à-dire par manque de combustible, mais la mauvaise volonté des exploitants, leur obstination routinière ne peut évidemment pas contribuer à donner un grand essor à l'industrie, surtout à une époque comme la nôtre, dans un pays comme la Grande-Bretagne où l'ère des gros profits est passée. Il faudrait prodiguer des encouragements, offrir des facilités et l'on agit en sens contraire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Peut-on supposer que la routine triomphera encore une fois du bon sens ou que les exploitants adopteront des méthodes modernes ?

Il semble que la leçon qu'ils ont reçue depuis un an ou deux leur ait été salutaire : ils commencent à ouvrir les yeux et à se convaincre que l'Angleterre, n'étant pas le seul pays houiller du monde, pourrait, malgré ses avantages naturels, voir se fermer certains débouchés industriels; et un certain courant se manifeste vers l'adoption de méthodes scientifiques ou plus rationnelles que celles d'autrefois. Les groupements commencent à être en faveur par région, non seulement pour des ententes commerciales, mais aussi pour des ententes techniques, et en même temps il semble que les plaintes réitérées des ingénieurs des mines, dans leurs rapports, relatives aux mesures de précaution insuffisantes pour le personnel, au manque d'installations protectrices, etc., doivent aider à ce mouvement, car les mesures qu'ils recommandent, dont ils peuvent imposer certaines dès aujourd'hui, auront pour effet un accroissement des frais généraux qui incitera les mines à chercher une compensation dans une amélioration du rendement, c'est-à-dire dans la préparation mécanique et le lavage.

On sait que la Commission s'est déclarée fortement convaincue de la possibilité de réaliser des économies importantes de charbon.

Avant de la suivre sur ce terrain, il nous paraît nécessaire de signaler encore une fois la prodigalité qui règne sur tous les carreaux de mines. Il est absolument certain, nous a-t-on affirmé de plusieurs côtés, qu'avec un peu de bonne volonté, c'est-à-dire en remplaçant les chaudières et les grilles dont quelques-uns des types sont ridiculement anciens, on arriverait à réaliser une économie qui pourrait être de 30 à 50 p. 100 en poids. Elle serait même beaucoup plus importante encore en fait, puisque, au lieu de consommer du gros charbon, il serait possible d'employer uniquement des menus ou des agglomérés (foyers soufflés, etc.), et, sur ce chapitre on pourrait opérer une réduction de 6 à 9 millions de tonnes par an, ramenant ainsi de 18 à 9 millions de tonnes le poids de combustibles pour les mines. Bien entendu, nous parlons d'économies réalisables pour un même effet utile; il est bien évident que si les installations des carreaux des houillères britanniques étaient amenées à se rapprocher de celles du Continent, les chiffres ci-dessus ne se trouveraient plus exacts, par suite de l'énorme augmentation de l'effet utile demandé.

On pourrait et l'on doit envisager la création de stations centrales de force motrice dans le voisinage des mines, afin d'éviter les frais de transport considérables du combustible : on pourrait diriger à bien meilleur compte la force motrice de ces stations centrales sur les installations situées dans un certain rayon. C'est là une des recommandations de la Commission : peut-être se réalisera-t-elle, mais elle nécessite des études importantes auparavant, car cette transmission ne peut guère se faire qu'électriquement : or, comme une station centrale desservirait un cercle de rayon assez considérable, il y aurait de très sérieuses déperditions pouvant modifier les conditions économiques dans lesquelles la force motrice peut être livrée au consommateur. De plus, il y aurait lieu à modification et transformation de l'outillage des établissements. C'est un gros problème qui se pose et pour lequel les données certaines manquent en ce moment.

On n'a guère pour se guider que les exemples du Canada et des États-Unis; mais sont-ils concluants pour nos vieux pays? Là-bas, en effet, on a pu accepter des déper-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ditions considérables de courant sur le parcours, parce que l'énergie électrique fournie par les chutes du Niagara ne coûtait rien ou à peu près à produire, tandis qu'en Europe elle serait demandée à la vapeur et reviendrait beaucoup plus cher. Il faudrait, en somme, que l'économie résultant, pour une installation en ordre de marche, de la substitution de moteurs électriques aux moteurs à vapeur, fût supérieure à la dépense supplémentaire due aux pertes dans les rendements (moteur à vapeur, actionnant un ou des moteurs électriques) pour que la combinaison eût quelques chances de succès. Aussi, en somme est-ce moins un conseil ferme qu'une question à mettre à l'étude.

Beaucoup plus susceptible d'application prochaine est la seconde suggestion d'employer des chaudières et des machines plus grandes au lieu d'avoir une succession de petites machines à vapeur ajoutées les unes aux autres au fur et à mesure des agrandissements des installations, et surtout de développer l'usage des turbines à vapeur pour les machines de plus de 200 chevaux-vapeur.

On pourrait encore réaliser des économies notables de combustible par l'emploi de machines à gaz (gaz à l'eau, gaz à l'huile ou gaz de houille), beaucoup plus souples encore que la machine à vapeur et plus économiques dans un grand nombre de fabrications, où l'on ne peut songer à installer l'électricité. Au lieu des 5 livres-poids nécessaires avec la machine à vapeur par cheval-vapeur-heure, on peut, avec des générateurs et moteurs à gaz, obtenir le même résultat avec une livre-poids de combustible, et M. Beilley estime que l'on pourrait réduire annuellement de 52 à 11 millions de tonnes la houille employée actuellement pour les installations de mines et les manufactures (la métallurgie étant laissée en dehors), en même temps. Outre l'avantage considérable résultant de l'économie sur le charbon, on obtiendrait ainsi un rendement meilleur, grâce à la plus grande souplesse des moteurs et à la régularisation de la puissance; c'est-à-dire que l'on arriverait à n'employer que la puissance nécessaire pour vaincre un effort donné ou, plus exactement, on ne produirait que cette puissance, au lieu d'avoir une puissance maxima, en partie inutilisée avec les machines actuelles.

Comme il est facile de s'en rendre compte, toutes ces suggestions supposent une transformation de l'outillage moteur des usines : l'on peut d'autant mieux insister pour qu'elle ait lieu qu'à l'heure présente un très grand nombre, pour ne pas dire la majorité des installations britanniques sont dans la nécessité de reconstituer leur outillage si elles veulent que le pays conserve un rang industriel honorable dans le monde. Un très grand nombre de manufactures, que nous avons eu occasion de visiter au cours de nos séjours en Grande-Bretagne, présentent un caractère de vétusté tout à fait remarquable : certaines n'ont pas subi de changement appréciable depuis l'époque de leur splendeur, c'est-à-dire depuis 1870-1880. Elles étaient alors entièrement modernes, ce sont aujourd'hui des installations de deuxième ou de troisième ordre, très inférieures à celles des États-Unis ou du Continent, de l'Allemagne surtout. Il y a de très grands progrès qui s'imposent dans cet ordre d'idées.

Telle est à peu près résumée la situation de l'industrie houillère du Royaume-Uni. Il nous faut maintenant examiner quelles seraient ses perspectives si le plan de M. Chamberlain venait à être adopté.

Il semble, à première vue, puisque les matières premières ne seront pas taxées, que l'avenir ne doive pas être influencé. Cependant, ainsi que le diagramme en tête de ce chapitre le montre nettement, c'est l'Angleterre qui consomme dans ses usines et pour ses usages domestiques 80 p. 100 de la production. L'industrie absorbe les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

81 p. 100 de la consommation intérieure et les 65,21 p. 100 de l'extraction annuelle. C'est donc du sort qui lui est réservé que dépend dans la plus large mesure celui de l'industrie houillère.

Ainsi que nous avons pu nous en rendre compte dans la première partie de ce livre, les causes sont multiples qui nuiront à l'industrie britannique, si le régime de Préférence Coloniale vient à être institué. Dans quelle proportion? nous n'avons évidemment pas pu, avec des éléments aussi peu exactement déterminés que ceux dont on dispose, trouver une solution même approchée à ce problème, mais nous avons pu nous convaincre que la répercussion serait considérable et défavorable : en effet, les débouchés extérieurs ne se trouveront pas développés par le Protectionnisme dont la première conséquence sera une élévation des prix, par la taxation de produits manufacturés-matières premières, qui sont la base d'un nombre toujours croissant de fabrications en Grande-Bretagne et comme, parallèlement, le marché intérieur se trouvera rétréci de ce fait et aussi par la réduction de bien-être dans tous les milieux ouvriers et bourgeois, — consommateurs les plus nombreux, — à cause des droits dont seront frappées les céréales et autres denrées alimentaires.

De quelque côté que l'on envisage la question, on voit facilement que, sous le régime de la Préférence, l'avenir s'annonce peu riant pour l'industrie et par suite pour le charbon.

Mais il y a plus, il y a un fait positif qui nous montre ce que l'industrie houillère doit attendre de l'abandon du libre-échange.

En 1901, pour faire face aux dépenses occasionnées par la guerre du Transvaal, on dut pour l'équilibre budgétaire faire adopter un certain nombre de taxes dites *taxes de guerre*. Au premier rang figurait un droit d'exportation de 1 sh. par tonne sur le charbon valant plus de 6 sh. la tonne. Il était virtuellement entendu que ce droit était temporaire et serait supprimé à bref délai. Cependant deux années financières se sont écoulées sans que le Chancelier de l'Échiquier ait cherché à donner satisfaction aux réclamations des exportateurs de houilles, et même à cette époque M. Austen Chamberlain, alors chancelier, déclarait à une délégation nouvelle, venue pour lui demander l'abolition de la taxe, que la situation financière ne permettait pas (en pleine paix) de songer à des réductions d'impôt et que, le permît-elle, c'est d'abord à l'Income Tax qu'iraient les soins du gouvernement. Bien qu'il n'y ait pas eu d'explication catégorique fournie sur ce point par M. Joseph Chamberlain, on est en droit de supposer qu'il rentre dans sa conception de le maintenir, d'après la théorie que ses amis et lui soutiennent précisément pour le charbon.

On peut donc considérer comme permanents les effets de la taxe de 1 sh. Ils se sont fait sentir très nettement pour les exportateurs, pour les armateurs et pour l'industrie elle-même.

Il apparaît très nettement sur nos diagrammes que les exportations se divisent en deux catégories sensiblement d'égale importance, savoir:

A. Les *Exportations proprement dites ;*

B. Les *Exportations apparentes* à l'usage de la navigation de commerce ou dépôts de charbons dans des ports étrangers où s'approvisionnent les navires de commerce.

A. — Les premières ont évidemment été les plus atteintes par la taxe de 1 sh., car, il est facile de s'en rendre compte, elles sont en majeure partie composées de charbons industriels de qualité moyenne, charbons dont l'Angleterre n'a pas le monopole et dont le prix est assez faible puisque, franco bord, il est de 6 à 8 sh. pour une grande partie de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ces exportations. On peut difficilement la chiffrer parce que les statistiques exactes manquent (1), mais certaines données pour des régions déterminées permettent de se rendre compte de son importance.

Quoi qu'il en soit, les exportateurs ne peuvent pas prendre à leur charge la taxe de 1 sh. y ayant que 80 p. 100 du prix de ce charbon représente les frais de main-d'œuvre ; ils sont donc obligés de la faire payer à leurs clients. Or, ceux-ci n'y sont pas disposés, d'autant plus qu'il leur est possible de se procurer ailleurs cette même marchandise aux conditions auxquelles ils l'obtenaient auparavant de leurs marchands d'Angleterre.

Beaucoup de ces consommateurs ont été obligés de renoncer à s'approvisionner en Grande-Bretagne précisément à cause de cet accroissement des prix et sont vraisemblablement des clients définitivement perdus maintenant, parce que les Allemands et les Belges leur donnent plus de satisfaction avec leurs charbons lavés, de composition garantie et de classement constant.

Pour préciser un peu l'importance du mouvement, considérons les relations franco-anglaises. Les exportations de charbon ont diminué de plus de un demi-million de tonnes depuis 1901 comme le montre le tableau suivant :

GRANDE-BRETAGNE

	Exportations de charbon (2). Tonnes.	Diminutions par rapport à 1901.	P. 100.
1901	7 565 606	»	»
1902	7 408 431	157 175	2,07
1903	6 976 476	589 130	7,78

tandis que les exportations allemandes suivaient le mouvement inverse :

ALLEMAGNE

	Exportations de charbon par eau (3). Tonnes.	Augmentations par rapport à 1901.
1901	5 710	»
1902	242 893	237 183
1903	630 499	625 789

Les chiffres relatifs à certains ports sont plus frappants encore :

ALLEMAGNE

Port destinataire.	Exportations de charbon (4). 1901. Tonnes.	1902. Tonnes.	1903 Tonnes.	Accroissement par rapport à 1901. Tonnes.
Caen	»	8 614	50 000	50 000
Bayonne	»	35 670	60 000	60 000
Rouen	»	10 090	94 390	94 390
Marseille	»	28 222	115 241	115 241
Nantes	1905	57 000	133 000	132 095

(1) La Commission d'enquête sur le charbon s'en plaint amèrement dans son rapport.
(2) L. Behenna, *Some facts about the incidence of the Coal Tax*, 1 broch., p. 9.
(3) *Ibid.*, p. 4.
(4) *Ibid.*, p. 5 et p. 9.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

D'autre part, si l'on considère les exportations d'ensemble de la Grande-Bretagne en France, Belgique et Hollande entre 1901 et 1903 il apparaît qu'elles ont passé de

1901	9 357 617	tonnes
1902	8 772 773	—
1903	8 305 045	—

soit une diminution de 1052600 tonnes ou 17,66 p. 100, tandisque, entre 1902 et 1903, les exportations du bassin de la Ruhr pour les mêmes destinations augmentaient de 2 600 000 (1).

C'est là un fort mauvais résultat, comme il est facile de s'en rendre compte. Il l'est d'autant plus qu'il paraît devoir être permanent, car le syndicat Rhénan-Westphalien qui a la haute main sur 78 000 000 tonnes de houille a décidé pour l'exercice 1904-1905 de ne pas élever ses prix afin de conserver les débouchés nouveaux qu'il s'est acquis aux dépens de l'Angleterre. Il a de plus créé des dépôts dans les ports français que nous avons énumérés et doit installer à Rotterdam une fabrique de briquettes et agglomérés. Tel est le bénéfice que les exploitants de mines britanniques tirent pour l'exportation de la protection qu'on leur a octroyée, alors qu'ils auraient dû, suivant M. Chamberlain, voir leur sort s'améliorer.

Cependant il ne faudrait pas croire que la seule conséquence de cette taxe de 1 sh. ait été une réduction dans les exportations, elle a atteint dans leurs intérêts matériels les propriétaires de mines de toutes les régions exportatrices de la Grande-Bretagne. Partout dans le Sud du Pays de Galles, en Écosse, sur la côte Est de l'Angleterre, les nombreux intéressés que nous avons consultés au cours de notre enquête ont été unanimes à se plaindre de la situation qui leur était faite et à nous dire que la Préférence l'aggraverait encore sans leur donner de compensation sur le marché intérieur.

Voici, en effet, ce que nous disaient M. Morgan Davies et M. Behenna de Swansea, sir James Joicey de Newcastle, d'autres encore.

Il est incontestable qu'il y a eu une réduction sensible des exportations de charbons de qualité moyenne, de charbons friables depuis 1901 et rien que dans la région de l'Ouest et du Sud du Pays de Galles la Fédération des mineurs a dû, au début de 1904, verser près de 2 000 £ à ceux de ses adhérents ainsi réduits au chômage.

Pour cette houille particulièrement friable — qui ne supporte pas de longs voyages car elle se brise — le débouché principal était la France. Mais le droit d'exportation a considérablement réduit ce débouché. En effet, à cause de sa nature on obtient en moyenne 65 p. 100 de menus et 35 p. 100 de gros et dans certaines mines cette proportion se trouve même réduite à 20 ou 25 p. 100.

Avant 1901, la marge de profit était faible et atteignait environ 6 à 8 d. par tonne, avec un prix de vente franco bord de 6 sh. 3 à 7 d. Mais depuis, étant donné la concurrence allemande et les prix auxquels le syndicat Rhénan-Westphalien, entre autres, livrait la houille, force a été aux exploitants anglais de baisser les leurs. En effet on sait que ce n'est qu'au-dessus de 6 sh. que le droit d'exportation de 1 sh. par tonne joue : or pour obtenir les 3 d. supplémentaires que le client aurait consenti à payer, le producteur majorait son prix de vente franco bord de 1 sh. 3 d. puisque au lieu de 6 sh. on cotait à 6 sh. 3 d. + 1 sh. (droits), soit 7 sh. 3 d.

(1) L. Behenna, *op. cit.*, p. 5.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette augmentation devait forcément réduire l'exportation, car vendre, à 6 sh. les 65 à 80 p. 100 de la production du charbon friable rendait le marché onéreux pour le vendeur, étant donné que le prix avait été jusque-là de 8 à 9 sh. Avec la limite de 6 sh. fixée par l'Administration, il fallait ou perdre sur le marché et vendre à 3 sh. ou majorer le prix ancien du montant de la taxe, c'est-à-dire perdre des débouchés.

B. — Mêmes doléances du côté des armateurs. Pour eux les effets de cette protection de l'industrie houillère se sont traduits par une diminution du trafic et par un accroissement de leurs frais.

En effet, bien que la diminution du trafic due à la réduction des quantités exportées en Europe ait été faible par rapport au mouvement commercial total, elle ne s'en est pas moins manifestée d'une façon appréciable, puisque de 1900 à 1902 elle a atteint plus de 2 millions 1/2 de tonnes, pour toute une catégorie de petits vapeurs appelés *bunker steamers* et jaugeant de 5 à 600 tonnes et moins. C'est eux qui ont pâti de cette réduction des exportations et dans les premiers mois de l'année 1903 un nombre inaccoutumé de ces petits bateaux étaient amarrés dans la région de la Tyne faute d'emploi. De plus, ils ont encore souffert davantage du changement qui s'est produit dans l'orientation des commandes françaises car il y a lieu de noter que pas un seul navire anglais ne fut employé au transport des centaines de milliers de tonnes que l'Allemagne a exportées de 1901 à 1904, en compétition directe avec l'Angleterre.

Or, ce ne sont point là des résultats temporaires si l'on poursuit la même politique économique et surtout si l'on accentue son évolution vers le protectionnisme.

Mais ce n'est pas pour l'heure présente la seule façon dont la navigation commerciale anglaise ait été atteinte par la taxe d'exportation, ni, financièrement parlant, la plus grave pour elle. Nous savons, en effet, que ses approvisionnements à l'étranger sont évalués à plus de 20 000 000 tonnes de charbon anglais, par an, pour lesquels les armateurs ont dû acquitter le droit de 1 sh. C'est ainsi que chaque tonne de navire marchand a payé en moyenne 2 sh. par an au Trésor anglais, soit pour l'ensemble 1 000 000 £, dont les frais généraux ont été grevés, sans profit pour l'industrie des transports.

Malgré les bas frets il a été jusqu'ici possible aux armateurs de prendre ces frais supplémentaires entièrement à leur charge, mais uniquement eu égard au volume global des transactions que leur assure le Libre-Échange.

Il est assez évident que, du jour où une diminution notable viendrait à se produire, soit parce que les exportations de houille, qui constituent plus des 80 p. 100 du poids total transporté à l'aller, viendraient à diminuer, soit que les importations se réduisent du fait des droits de douane, c'est-à-dire, en un mot, où une partie des trajets se ferait sur ballast, les armateurs seraient contraints, pour que leur industrie continuât à être rémunératrice, à majorer les frets du montant de la taxe et probablement du montant des revenus manquants par les trajets en ballast, c'est-à-dire assez sensiblement. Il en résulterait évidemment des pertes considérables pour eux.

En effet, si à l'heure actuelle, avec les frets assez réduits qui se sont établis, les pays européens ne peuvent donner à leurs flottes de commerce tout le développement qu'ils désireraient, à cause des charges qui en résultent pour les budgets sous forme de primes directes ou indirectes grâce auxquelles les Compagnies réalisent des bénéfices, du jour où une augmentation notable des frets viendrait à se produire, l'on pourrait avec le même sacrifice obtenir un effet utile supérieur : d'où une concurrence beaucoup plus sévère à la marine de commerce britannique et une diminution de son champ d'activité. Ou si l'on veut rechercher les résultats plus immé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

diats, les navires étrangers, en maintenant les frets actuels, seront une concurrence beaucoup plus grave aux vaisseaux de commerce anglais. Au lieu d'attendre dans les ports un chargement ou de parcourir en ballast des centaines de milles pour chercher une cargaison, ils trouveront et accepteront des frets que les armateurs britanniques ne pourront accepter qu'à perte pour les motifs indiqués plus haut ; s'ils n'y veulent consentir, ils seront contraints au chômage et subiront de ce fait un préjudice important, car il ne faut pas oublier qu'à l'heure actuelle l'Angleterre possède 50 p. 100 du tonnage mondial, mais que, d'autre part, il y a un grand nombre de navires étrangers inoccupés.

Or, dans un cas comme dans l'autre, la répercussion de cet état de choses se fera sentir sur l'industrie houillère par une réduction de consommation, soit que moins de vaisseaux soient laissés en service, soit que chacun d'eux fasse un plus petit nombre de voyages.

Un autre point nous reste à examiner. L'industrie profitera-t-elle de la Protection au point de vue de son combustible ?

La réponse ne paraît pas douteuse : elle sera lésée dans ses intérêts, au moins partiellement, par la hausse du prix du charbon. Cette hausse est certaine. Nous avons pour nous guider l'expérience des trois années qui ont suivi l'imposition de la taxe sur le charbon : les chiffres ne peuvent laisser subsister aucun doute.

Mais auparavant il y a lieu de tenter de nous rendre compte des causes de cette hausse ou, si l'on veut, de rechercher son mécanisme. Pour cela nous pouvons partir de faits acquis.

Antérieurement à 1901, l'industrie avait considérablement profité de l'exploitation houillère intensive à laquelle contribuait le développement des exportations.

Pour fixer un peu les idées, examinons la situation de la région du Sud du Pays de Galles. Les commandes étrangères, françaises, notamment de charbons friables et à bas prix avaient nécessité l'ouverture de mines nouvelles qui n'auraient pas payé sans cela : car pendant longtemps, par suite de l'abondance de combustible et de leur outillage ancien, les industriels anglais, en général, exigeaient les meilleures qualités de charbon. Du jour où l'ouverture de ces mines nouvelles permit de leur livrer de la houille friable à 2 ou 3 sh. moins cher, prise à la mine, ils reconnurent qu'il était de leur intérêt de modifier leurs installations pour l'employer.

En fait la consommation nationale de ces charbons de qualité moyenne augmenta considérablement, avec cette conséquence que la production pouvait s'en poursuivre dans les conditions économiques les plus favorables; par suite de la demande croissante de ce charbon, il devenait possible aux mines nouvellement ouvertes d'obtenir pour des frais généraux donnés le rendement maximum, c'est-à-dire en somme d'occuper activement le personnel du fond et du jour pendant un nombre moyen très élevé de journées de travail, par semaine, par exemple 5 jours 1/2 puisque l'on chôme normalement les samedis après-midi et les dimanches.

Après que la taxe d'exportation eut été établie comme conséquence de la guerre Sud-Africaine, la situation se modifia pour deux raisons.

D'une part, la réduction qui s'opéra dans la demande étrangère, du fait de cette taxe, ne pouvait être compensée immédiatement, en aucun état de cause, par un accroissement équivalent de la consommation intérieure : elle devait déterminer et détermina en effet des à-coups dans la production. En effet, après une période de prospérité très considérable dont le point culminant fut atteint en 1901, l'industrie britan-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nique, dès le début de 1901, entrait dans une ère de dépression, dont le marché intérieur commençait à se ressentir et ce n'est pas dans ces conditions qu'elle pouvait éprouver le besoin de quantités plus considérables de combustible. De plus, il n'était pas de l'intérêt des exploitants de maintenir leur traction au même niveau qu'avant 1901, car si, en le faisant, ils continuaient à avoir un coût de production minimum, ils auraient par contre en même temps constitué un stock flottant, qui eût pesé lourdement sur des cours déjà peu rémunérateurs en eux-mêmes.

D'autre part, comme conséquence de cet état de choses, ils durent ralentir leur activité, réduire leur production pour qu'elle demeurât en rapport avec la consommation et par suite le prix de la houille sur le carreau de la mine augmenta sensiblement. Mais ce ne fut pas la seule cause de la hausse, car les exploitants de ces mines peu payantes voulurent tirer des consommateurs locaux une partie des bénéfices qu'ils réalisaient auparavant sur l'exportation. Ceux-ci étaient obligés d'accepter les conditions nouvelles, ou de laisser péricliter leur industrie, en ne satisfaisant pas aux commandes si importantes du marché intérieur. Et comme en fait les cours de la plus grande partie du charbon de cette qualité ne dépassaient pas 6 shillings, les clients anglais virent son prix augmenter du profit qui aurait pu être réalisé à l'étranger, c'est-à-dire s'élever de 2 à 3 d. par tonne au-dessus du coût de production nouveau de la houille. La charge ainsi demandée à l'industrie était considérable, elle atteignait en moyenne 1 sh. par tonne.

Nous pouvons nous en rendre compte par une comparaison des prix du charbon antérieurement et postérieurement à la taxe d'exportation. Mais il y a lieu de faire remarquer qu'il faut pour éviter de sérieuses causes d'erreur faire attention aux termes extrêmes dont le rapprochement doit nous servir. Nous voulons dire par là que l'on ne saurait prétendre tirer aucune conclusion d'une comparaison des prix de l'année 1900 à ceux de 1902 par exemple. En effet, jamais l'industrie houillère de la Grande-Bretagne n'a connu d'aussi belles années que les deux dernières du XIXe siècle : par suite de l'expansion industrielle généralisée qui a atteint son point culminant alors, par suite aussi de la guerre Sud-Africaine, les mines se trouvaient dans l'impossibilité de répondre aux demandes et l'on vit sur le carreau de la mine dans le Sud du Pays de Galles par exemple le charbon atteindre le cours fantastique de 15 sh. 2 d. alors que le maximum antérieur de 1891 n'était que de 13 sh. 4 d. et que les cours de 1893 à 1899 avaient oscillé autour de 9 sh. 1/2 (variant de 9 sh. 1 à 10 sh. 1). Il est bien évident que toute comparaison basée sur les valeurs du charbon en 1900 ne pourrait conduire qu'à des résultats déplorables et inexacts.

Aussi peut-on comparer, soit les prix par moyennes triennales, en excluant l'année 1900, soit le prix de 1903 à celui de 1898, année précédant la grande hausse. On remarquera qu'en choisissant l'année 1903 comme terme extrême dans notre second exemple, nous nous plaçons dans les conditions les plus défavorables pour notre thèse, puisque les prix sont très sensiblement inférieurs à ceux de 1901, année où fut imposé le droit d'exportation. Cependant nous croyons que pour une étude sincère il faut écarter l'année 1901 pour deux raisons ; en premier lieu, les effets de la hausse des années antérieures se faisaient encore sentir et beaucoup de contrats passés en 1899 et 1900 contribuaient à maintenir les cours élevés, en outre un conflit sérieux survenu cette année-là entre patrons et ouvriers mineurs dans le Sud du Pays de Galles avait concouru au même résultat en réduisant la production. Au contraire, l'année 1903 est une année normale, dont les cours donnent une idée relativement exacte de la situation ; ils n'ont pas été influencés par des causes extrinsèques.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous avons, dans le tableau suivant, groupé, entre 1882 et 1903, les prix du charbon sur le carreau de la mine (prix moyen), aux ports d'embarquement (prix moyen) et au détail.

VALEURS DU CHARBON PAR TONNE. — MOYENNES TRIENNALES.

Périodes.	Carreau de la mine. Prix moyen (2).	Ports d'embarquement. Prix moyen (1).	Contrats (3)	Détail (4)
1882-1884. . .	5 sh 3 d 1/3	9 sh 123	16 sh 6 d	19 sh 6 d 2/3
1885-1887. . .	4 11 1/3	8 44	15 10 1/2	18 11 2/3
1888-1890. . .	6 6 2/3	10 24	16 6 1/2	20 7
1891-1893. . .	7 4 1/3	10 87	16 4	21 9 2/3
1894-1896. . .	5 10 1/3	9 45	16 2	20 1/3
1897-1899. . .	6 7	9 71	16 7	21 4
1900	*10 10*	*16 52*	*25 8*	*28 11*
1901-1903. . .	8 sh 3 d	12 sh 48	19 sh 1 d	24 sh 7 d

Quelle que soit la colonne que l'on considère dans le tableau ci-dessus, on voit immédiatement que la moyenne 1901-1903 est sensiblement plus élevée qu'aucune des moyennes précédentes, entre 1882 et 1900.

Si maintenant l'on se reporte à la première colonne de gauche, c'est-à-dire au prix moyen sur le carreau de la mine — où les variations des prix sont les plus faibles — on remarque que, depuis l'établissement du droit d'exportation sur les charbons, il s'est produit une hausse, dépassant la valeur de ce droit. Pour l'année 1903, avec un prix de 7 sh. 10 d., on note que l'élévation est sensiblement égale à 1 sh. (1 sh. 3 d.). Or, cette hausse peut précisément être attribuée à la taxe d'exportation, car si, d'une part, les salaires des ouvriers mineurs se sont sensiblement accrus depuis quelque vingt ans, il y a lieu de se rappeler que cela n'a pu influer en aucune façon pour augmenter la différence des prix entre 1901-1903 et 97-99, étant donné que les salaires ont subi une réduction importante depuis 1901 dans toutes les régions de l'Angleterre.

D'autre part, l'activité des houillères étant moindre en 1903 qu'elle ne l'a été depuis un assez grand nombre d'années — proportionnellement tout au moins — du fait de la réduction dans la production de certaines catégories de charbons de qualité moyenne, il y a eu un accroissement de leur prix de revient, d'où charge pour le consommateur.

De plus, une partie des usines s'est trouvée obligée de s'approvisionner de houilles de meilleure qualité, faute de trouver les quantités requises de houilles moyennes et en fait, comme il est facile de le voir en prenant soit le prix en 1903, soit la moyenne 1901-1903, la charge nouvelle pour le consommateur industriel, pour le charbon pris à la mine, varie de 1 sh. 3 à 1 sh. 10 en moyenne par tonne. Ce n'est certes pas par ce procédé qu'un essor peut être donné à l'industrie.

Dans l'application du système protectionniste, la taxe d'exportation sur le charbon doit être maintenue : or, quoi qu'en disent M. Chamberlain et ses partisans, le droit

(1) Cf. *Report on Wholesale and Retail Prices in the United Kingdom with comparative statistical tables for series of years* [PP 327], 1903. Eyre and Spattiswoode, Londres, *Coal prices* at pit's mouth.

(2) *Ibid.*, *Wholesale prices export values, Coal*, p. 13.

(3) *Ibid.*, *Contrat prices*. Nous avons établi la moyenne d'après la moyenne des prix fixés par contrats pour diverses catégories de charbon par les établissements publics; les données manquent pour les contrats industriels.

(4) *Second series of Memoranda, Statistical Tables and Charts* [cd 2337], 1904, *op. cit.*, *Fuel and lighting* statistical tables. Retail prices of coal, petroleum and candles in London from 1871-1903, p. 69.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

n'est pas acquitté par l'étranger, ainsi que nous l'avons vu, et la conséquence en est que l'exploitant de mines, pour se rattraper du préjudice qui lui a été porté ainsi, augmente, sur le marché intérieur, ses prix de plus que du montant de ce droit (1 sh. 3 au lieu de 1 sh.) puisqu'il n'a pas de concurrence étrangère à craindre. Il y a donc, pour les fabricants de tous ordres, un accroissement du prix de revient dû au combustible. Elle sera particulièrement sensible pour les industries primaires, telles que la métallurgie du fer, que M. Chamberlain veut défendre contre la concurrence étrangère. On sait, en effet, que pour la production de la fonte, il faut environ 3 tonnes de charbon par tonne de minerai, et du fait de la taxe le coût du combustible se trouve accru d'environ 4 sh. au moins. C'est là, on en conviendra, un résultat qui n'a rien d'encourageant pour l'industrie. Dans tout ce qui précède, nous ne tenons pas compte des autres charges que les manufacturiers anglais pourraient avoir à supporter, par suite du système de Préférence Coloniale : nous les avons analysées dans notre première partie.

Les autres colonnes de notre tableau confirment pleinement la conclusion à laquelle nous arrivons : elles nous montrent en effet que le producteur britannique aurait également à tenir compte pour l'avenir d'une diminution dans la puissance d'achat des consommateurs. En effet, si l'on considère les prix auxquels il a été possible de s'assurer aux établissements hospitaliers du charbon par contrat pendant la période 1901-1903, on constate qu'ils dépassent ceux de 1897-1899 de 2 sh. 6 d. par tonne, ce qui est une majoration assez sensible.

Les prix du détail accusent une augmentation de 3 sh. 3 d. par tonne : elle est particulièrement sensible pour les budgets des employés et des ouvriers, et doit certes diminuer les ressources disponibles pour les autres dépenses. Or, nous avons été amené à voir que les seules dépenses d'alimentation représentaient plus de 50 p. 100 des revenus des ouvriers, que toute l'augmentation dans le coût de l'existence ne pouvant être compensée par une élévation des salaires, le pouvoir d'acquisition de la grande classe de consommateurs que constituent les ouvriers et les employés, se trouvait forcément considérablement réduit.

Ce qui était vrai lorsque nous examinions la répercussion de la taxation des denrées alimentaires et des produits manufacturés, le devient d'autant plus quand l'effet de la Protection se traduit par un accroissement notable de prix d'un objet de première nécessité comme le charbon, dans un pays tel que l'Angleterre, à une époque où personne ne songe à prétendre sérieusement que le régime douanier nouveau aura pour conséquence un abaissement du prix de la vie. Les plus optimistes opinent pour le *statu quo*, en se basant sur la théorie que les droits de douane sont payés non par le pays qui les impose, mais par les producteurs des régions qui exportent. Les faits démentent cette théorie séduisante ; la comparaison du prix du blé, dans les pays protégés et non protégés, montre qu'il est, dans les premiers, supérieur d'au moins le montant du droit à ce qu'il est dans les seconds. L'existence des trusts et cartels le prouve pour d'autres produits, et enfin en se plaçant au point de vue particulier de l'Angleterre, il ressort nettement des chiffres et des considérations antérieurement développées que la méthode protectionniste rend encore le consommateur victime pour les articles dont le pays a pour son usage un véritable monopole. La hausse du charbon atteint, en effet, le consommateur dans ses intérêts au double point de vue de son usage quotidien et de l'accroissement du coût des produits manufacturés, par suite de l'élévation du prix du combustible dont le rôle est si important.

On peut évaluer approximativement la charge qui en résulte.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour le charbon industriel, admettons que l'augmentation qui a suivi la taxe d'exportation soit de 1 sh. 10 d. par tonne, estimation certainement inférieure à la vérité, parce que nous prenons l'écart entre les prix 1901-3 et 1897-9 sur le carreau de la mine. Nous voyons que pour une consommation annuelle de 152 000 000 de tonnes, l'accroissement net de dépenses s'élève à 13 933 000 livres sterling.

On peut admettre que la houille employée pour les usages domestiques est achetée dans la proportion des deux tiers en vertu de contrats, soit par des établissements publics (hôpitaux, collèges, etc.) et par des particuliers ayant une forte consommation annuelle et pour le dernier tiers au détail. En se reportant au tableau précédent, on voit que l'augmentation moyenne [2/3 à 2 sh. 6 d. (contrats) et 1/3 à 3 sh. 3 d. (détail)] ressort à 2 sh. 9 d. par tonne. Pour 33 millions de tonnes environ, le supplément de prix ressort à 4 537 500 livres sterling.

Soit donc au total un surcroît de dépenses de : **18 470 500** livres sterling ou environ 20 millions de livres sterling, ce qui correspond environ à une demi-livre par an et par habitant : accroissement sensible pour les budgets modestes qu'alimente seulement, dans bien des familles ouvrières de quatre à cinq personnes, le salaire du père de famille.

De toutes les personnes que nous avons été amené à consulter sur cette question, au cours de notre enquête, une seule n'envisageait pas l'avenir sous de sombres couleurs, au cas où les projets de M. Chamberlain viendraient à être adoptés. Alors que des hommes comme sir James Joicey, un spécialiste de la houille, feu M. William Jacks, l'un des premiers, pour ne pas dire le premier des *ironbrokers* d'Angleterre, M. Hugh Bell, le grand maître de forges, considéraient que l'exportation profitable pouvait être gravement compromise par le maintien du droit à l'exportation, et que l'industrie en général subissait un préjudice sérieux du fait de l'élévation du combustible, nous avons rencontré en Écosse un exploitant de houille, M. Adam Nimmo, de la firme du même nom, partisan des projets de Préférence Coloniale.

Ces projets, nous dit-il, sont tout à l'avantage du pays dans son ensemble, car en favorisant la production nationale comme le souhaite M. Chamberlain, nous ferons gagner en profits aux industriels, en salaires aux ouvriers, les millions que nous payons chaque année aux producteurs étrangers. M. Nimmo est tellement convaincu de la justesse de la théorie préférentialiste, qu'il la pratique dès à présent dans la mesure de ses moyens, et cela depuis deux ou trois ans.

Comme tout exploitant de houillères, la firme Nimmo possède un certain nombre de wagons et wagonnets. On peut se les procurer à meilleur compte en les munissant d'axes et de bandages de roues fabriqués en Allemagne, qu'en les faisant construire entièrement en Angleterre, et cependant notre interlocuteur, pour donner le bon exemple, qu'il voudrait voir suivre, ne veut que des wagons entièrement anglais qu'il paye plus cher. Mais M. Nimmo ne fait aucune difficulté pour reconnaître, lorsqu'on le pousse un peu, lorsqu'on discute son argumentation, qu'il parle non pas tant au nom des intérêts de l'industrie, ou même des exploitants de mines de tout le royaume, qu'au nom des exploitants de la région de Glasgow (et encore beaucoup sont-ils d'un avis différent) dont le principal débouché, pour ne pas dire le seul, est le marché intérieur, et qui, cependant, ont également, eux aussi, augmenté le prix de leur charbon du montant du droit d'exportation auquel il n'est pas soumis.

L'intérêt des producteurs de houille est de favoriser le développement des industries primaires, même au détriment des industries secondaires — et M. Nimmo reconnaît

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que celles-ci pourraient avoir sérieusement à souffrir de la Protection — parce que les premières sont de beaucoup plus gros consommateurs pour eux que les secondes. Leur intérêt serait de les voir forcer leur production, même au cas où l'augmentation de prix de la fonte ou de l'acier qui aurait lieu réduirait la demande totale de ces articles.

Quoi qu'il en soit, pour résumer en quelques mots les conclusions de cette rapide étude sur la répercussion de la protection de l'industrie houillère au point de vue de l'industrie, il y a lieu de citer quelques chiffres qui montrent que le marché intérieur s'est trouvé fortement atteint déjà.

Alors que la progression des exportations de toutes matières suit une courbe ascendante ininterrompue, et que même au point de vue de la houille on constatait en 1903 une augmentation par rapport à 1902 de 1 724 752 tonnes, due pour la majeure partie — 1 070 230 tonnes — à des exportations exceptionnelles aux États-Unis, motivées par les grèves des ouvriers mineurs américains, et réduisant l'accroissement réel au chiffre peu important de 654 522 tonnes, un malaise considérable, imputable en grande partie à l'augmentation du coût du combustible, s'est manifesté dans l'industrie. Il s'est traduit par une aggravation tout à fait sérieuse du chômage qui s'est particulièrement accentuée pendant l'année 1904.

Il ne serait pas juste cependant d'en attribuer uniquement la cause aux droits d'exportation sur le charbon, car depuis l'année 1900 une crise grave a sévi dans tous les grands pays industriels, mais alors qu'en Allemagne, qu'aux États-Unis elle semble, en 1903-1904, en voie de résolution, elle s'accentue au contraire dans le Royaume-Uni et le malaise existant, auquel la guerre du Transvaal a largement contribué — d'une part en agissant comme une pompe aspirante et foulante sur les classes ouvrières envoyées combattre dans le Sud de l'Afrique puis rapatriées à la fin de la campagne, et d'autre part en provoquant des spéculations malheureuses de toutes les classes riches et moyennes — est également imputable pour une bonne part à la cause que nous avons examinée ; car dans une période difficile au cours de laquelle l'élasticité manquait au marché intérieur, la situation de l'industrie s'est trouvée compliquée encore par l'élévation du prix du charbon, alors qu'elle avait au contraire plus particulièrement besoin de réduire son coût de production, en vue de chercher à maintenir la consommation.

Quoi qu'il en soit, nous avons deux moyens de constater cet état de choses ; nous pouvons ou bien rechercher les variations dans le niveau d'emploi, au cours des six ou sept dernières années, ou bien nous baser sur le nombre des sans-travail, tel qu'il ressort des indications fournies par les Trade-Unions.

Changements (pourcentages) dans le niveau d'emploi dans certaines branches de la grosse métallurgie du fer (l'année 1900 étant prise pour base) (1).

	Mines de fer.	Hauts fourneaux.	Forges et aciéries.	Fer-blanc.	Moyenne.
1897	101,9	94,5	94,2	81,1	93,7
1898	101,8	93,8	95,4	83,9	93,7
1899	101,9	102,0	101,3	99,2	101,1
1900	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**
1901	98,8	83,4	96,2	87,0	91,4
1902	101,6	86,4	93,7	100,8	95,6
1903	101,2	86,6	91,5	93,5	93,2

(1) *Memoranda, Statistical Tables and Charts* (second series of), *op. cit.* [cd 2337], 1904, III. fluctuations in employement in the United kingdom, p. 85.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le tableau ci-contre, que nous reproduisons d'après le « *Second Series of Memoranda Statistical Tables and Charts* » du Board of Trade, s'applique à l'exploitation des mines et à certaines branches de la grosse métallurgie. Il donne en pourcentages les différences dans l'emploi des ouvriers en prenant l'emploi en 1900 comme base = 100. Comme il est facile de le voir, c'est particulièrement dans les industries primaires, telles que la métallurgie du fer, ayant le plus à souffrir de l'accroissement du prix du charbon, l'une de leurs matières premières les plus importantes, que la chute d'emploi est le plus sensible, parce que le prix de revient s'accroît notablement.

Si maintenant, reprenant le détail de la métallurgie du fer, nous recherchons les variations numériques pendant la même période nous voyons que :

	Nombre moyen d'ouvriers des établissements consultés (1).	Moyenne du nombre hebdomadaire de postes par homme.	Moyenne du nombre total de postes par semaine.	P. 100 par rapport à 1900.
1898	72 371	5,54	400 935	95,4
1899	76 580	5,56	425 785	101,3
1900	77 360	**5,42**	420 375	**100,0**
1901	75 897	5,33	404 531	96,2
1902	74 076	5,32	394 084	93,7
1903	71 609	5,37	384 540	91,5

La répercussion s'est fait sentir dans toutes les industries et la dépression naturelle, si l'on veut, générale ou par entraînement, s'est trouvée augmentée dans d'inquiétantes proportions. La proportion des chômeurs qui atteignait 5,1 p. 100 en 1902. 5,8 p. 100 en 1903 arrive à 6,8 p. 100 en 1904, et le nombre total des ouvriers sans travail passe pour l'Angleterre et le Pays de Galles seulement de :

568 000 en 1902
à 738 000 en août 1904
762 000 en octobre
et 790 000 en décembre.

C'est un joli résultat pour une protection embryonnaire venant frapper l'Angleterre au moment de la crise.

Comme nous le disions plus haut, ce n'est pas entièrement à la taxe d'exportation qu'il est dû, mais on peut se rendre compte qu'elle est loin d'y être étrangère, par le fait qu'alors que la crise a atteint dans les autres pays son maximum en 1901-1902, elle est en Angleterre encore en voie d'extension en 1904. Et cependant, les industries secondaires ne sont que partiellement atteintes, parce qu'elles peuvent encore s'approvisionner avantageusement au dehors des articles que pour ce motif les producteurs nationaux sont amenés à leur vendre trop cher.

(1) *Memoranda Statistical Tables and Charts*, etc., p. 95.

(A suivre.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTES DE CHIMIE

Par M. JULES GARÇON

A TRAVERS SCIENCES ET INDUSTRIES CHIMIQUES :

Généralités. — Évaluations de températures.
Métaux et métallurgie. — L'industrie du fer en 1908. — Fabrication de l'acier au four électrique. — Décapage du fer. — Attaque du fer par les chlorures. — Aciers spéciaux. Aciers au nickel. Aciers au manganèse. — L'or de la Guyane. — L'or en France. — La technique des montures de sabres japonais.
Combustibles. — Les sous-produits de la fabrication du coke.
Vernis, couleurs et teintures. — Sur le pouvoir rayonnant des vernis. — Peintures sous-marines. — Peintures ignifuges. — Action des radiations sur les couleurs.
Industries textiles. — Distinctions des fibres végétales et animales.
Industries des cuirs et peaux. — Sur la fermentation des jusées. — Prix fondé par la Chambre syndicale des négociants en cuirs et peaux en poil.
Explosifs. — Décomposition de la nitroglycérine. — Inflammabilité des nitrocelluloses.
Chimie agricole. — Les irrigations agricoles. — Zéolithe artificielle. — Sur l'emploi rationnel des superphosphates.
Chimie photographique. — Le pyramidol vindonissa.
Chimie hygiénique. — Dégradation des murs par le lierre. — Pasteurisation du lait.
Prix fondé par la Chambre syndicale des négociants en cuirs et peaux en poil, pour remédier aux *inconvénients de l'emploi du sel dans la conservation des cuirs verts.*

ÉVALUATIONS DE TEMPÉRATURES

D'après *MM. H. Dixon et H. Coward* (Proc. of chemical Society, 1909, p. 67), les températures d'inflammation de divers gaz sont dans l'air (moyenne) : pour l'hydrogène 585°, pour l'oxyde de carbone humide 651°, pour l'éthylène 543°, pour l'acétylène 429°, pour l'hydrogène sulfuré 364°. Les extrêmes sont pour le méthane 650°-758°, pour l'éthane 520°-630°.

Opérant par la méthode de rayonnement monochromatique du corps noir, *MM. W. Waidner et G. H. Burgess* (séance du 3 mai de l'Académie des sciences, Comptes rendus p. 1177) ont trouvé que la valeur du point de fusion du platine serait de 1 770° (à 20° près), ce qui est aussi le chiffre trouvé par M. Violle en 1878 par une méthode calorimétrique.

On sait combien cette température est un précieux point de repère.

Les régulateurs à toluène sont très difficiles à remplir, en particulier s'il existe une couche de sel entre le mercure et le toluène. *M. J. P. Macgowan* (Chemical News, 1909, p. 181) indique un dispositif permettant de réaliser aisément ce remplissage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'INDUSTRIE DU FER EN 1908

La crise de 1908 a été fort sensible pour l'industrie sidérurgique. La production de fonte a passé, de 1907 à 1908, de 55 365 à 43 148 kilotonnes métriques. La diminution de l'acier a été particulièrement sensible aux États-Unis, où elle est tombée de 23 567 à 15 105 tonnes. Le four Siemens-Martin l'emporte partout, même aux États-Unis. Mais le resserrement de la production américaine est le fait dominant de l'exercice 1908. La United States Steel Corporation a subi les variations ci-dessous en millions de dollars :

		Production en millions de tonnes					
	Valeur facturée.	de minerai.	de fonte.	de lingots d'acier.	Salaires.	Bénéfices.	Nombre d'employés.
1907. . .	757	23 980	13 595	11 422	160	161	210 180
1908. . .	482	16 662	8 170	6 934	120	97	165 211

Elle a distribué les mêmes dividendes aux actions et les mêmes intérêts aux obligations, mais le reliquat est de 10 millions de dollars au lieu de 70.

FABRICATION DE L'ACIER AU FOUR ÉLECTRIQUE

Le numéro de juin de la Revue de Métallurgie est consacré entièrement à la publication de mémoires qui ont été présentés au Congrès de chimie appliquée de Londres par des membres français de ce Congrès. Tous ces mémoires sont à signaler. Parmi ceux se rapportant plus spécialement à ces Notes de Chimie, figure un mémoire très développé : l'état actuel de la fabrication de l'acier au four électrique, par *M. Ch. Clausel de Coussergues*, p. 589 à 679. Après avoir décrit les fours, M. C. de C. fait le relevé des opérations suivies, discute les divers modes d'opération, enfin établit les éléments du prix de revient.

« Le four électrique ne peut, par lui-même, conférer aucune propriété spéciale à ses produits. » Mais il permet d'obtenir des aciers fins en partant de matières premières moins pures qu'au creuset. Ces aciers présentent un allongement et une résilience plus grands, ainsi qu'une aptitude remarquable à prendre la trempe, comme M. L. Guillet l'avait déjà signalé à Rome en 1906.

Le four électrique permet d'obtenir des aciers spéciaux sans emploi de creuset, et les usines à aciers spéciaux qui n'en sont pas encore dotées étudient son établissement.

Nous assistons actuellement à une seconde étape de l'emploi du four électrique : l'obtention des produits demi-fins, telle à l'usine de Volklingen ; puis il doit permettre l'essor des aciéries à tonnage faible, pour fabrications spéciales et délicates.

DÉCAPAGE DU FER

Le décapage des fils de fer ou d'acier et des plaques de tôle est une opération plus délicate qu'elle ne semble à première vue. Elle a donné lieu, dans les dernières années, à un certain nombre de travaux intéressants auxquels s'ajoute une communication faite par M. *G. Charpy* au Congrès de Chimie appliquée de Londres de juin 1909, sur un procédé breveté (n° 895 917) par la Compagnie des Forges de Châtillon, Commentry et Neuves-Maisons.

Ce décapage s'effectue ordinairement dans un bain étendu d'acide chlorhydrique ou sulfurique, avec récupération du sel ferreux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans le procédé généralement suivi, dit M. Charpy, on prépare les bains neufs en mélangeant avec de l'eau l'acide sulfurique commercial de manière à avoir une concentration de 8 à 10 p. 100 d'acide monohydraté. Le bain est chauffé par serpentin à vapeur. A mesure que le métal se dissout, l'acide libre diminue dans le bain, et on ajoute de l'acide neuf. Ces additions peuvent égaler à peu près la première mise d'acide ; mais au delà, le bain devient trop chargé en sulfate et on doit le remplacer par un bain neuf. Le bain usé contient encore 4 à 6 p. 100 d'acide libre ; on le neutralise avec des ferrailles, puis on concentre par évaporation, et on met à cristalliser dans des bacs ou des tonneaux.

Cette manière de faire donne un décapage irrégulier, par suite des variations dans la composition du bain, et produit un fonctionnement coûteux.

M. Charpy a constaté qu'un bain même très chargé en sulfate peut décaper d'une façon satisfaisante, pourvu que la proportion d'acide libre soit suffisamment grande. Il a trouvé le moyen de réaliser la précipitation du sulfate de fer sans aucune évaporation, en faisant simplement varier la température et la teneur en acide du bain, c'est-à-dire la solubilité du sulfate de fer.

Soit une solution à 15 p. 100 d'acide, saturée de sulfate de fer à 15°. On envoie cette solution dans le bac de décapage, où on la chauffe à 80° et on l'emploie comme bain de décapage, jusqu'à ce que la teneur en acide tombe à 10 p. 100, ce qui correspond à un enrichissement en sulfate de fer d'environ 170 grammes par litre. On envoie alors la solution dans le bac de cristallisation où elle se refroidit, et de 42° à 15° elle dépose du sulfate. Alors à 15°, on ajoute 5 p. 100 d'acide sulfurique, ce qui la ramène à 15 p. 100 ; il se dépose une nouvelle quantité de sulfate et l'on se retrouve en présence d'un bain identique au bain du début.

ATTAQUE DU FER PAR LES CHLORURES

Plusieurs chlorures attaquent la fonte et la corrodent. *M. F. J. R. Carulla* a examiné l'action du chlorure ferreux (J. of the S. of chemical Industry, 1909, p. 508), celle du chlorure ammonique. L'attaque varie beaucoup avec la nature des fers et leur qualité, est plus rapide sur le fer forgé que sur la fonte.

ACIERS SPÉCIAUX

Le mémoire de *M. L. Guillet*, sur les aciers spéciaux industriels (Revue de Métallurgie, p. 810-813), les classe par l'examen micrographique : 1° en aciers perlitiques (avec ferrite ou cémentite), 2° en aciers renfermant, avec de la perlite ou de la sorbite, des carbures qui paraissent d'une nature plus complète que la cémentite, 3° en aciers martensitiques ou à troostite, 4° en aciers polyédriques ou à fer γ. Ce sont les aciers perlitiques qui sont actuellement les plus importants. On cherche à augmenter leurs propriétés mécaniques, et à simplifier leur traitement thermique par la suppression du revenu, et par l'extension de la trempe à l'air.

Les traitements thermiques ont une influence remarquable sur les propriétés des alliages de cuivre. *M. A. Portevin* (p. 814 à 818) les expose. M. *Louis Revillon* (p. 819-822) présente à nouveau le bilan des applications de la métallographie à l'industrie.

Aciers au nickel. — A la séance du 21 mai de la Société des Ingénieurs civils, *M. Ch. Ed. Guillaume* a traité de l'*invar et de ses applications.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Les alliages de fer et nickel ont été fabriqués pour la première fois par Stodart en 1820 ; mais ils ne sont devenus industriels que vers 1885, aux aciéries de Montataire de la Société le Ferro-Nickel. Les aciéries d'Imphy, de la Société Commentry-Fourchambault, suivirent de près, en 1887. Aujourd'hui tous les grands établissements métallurgiques produisent des aciers au nickel de diverses teneurs. »

Ces alliages se divisent en deux groupes : les aciers à basse teneur (3 à 5 p. 100 de nickel), qui sont seulement des aciers améliorés; et les aciers à haute teneur (20 p. 100 au moins de nickel), qui présentent des propriétés particulières très différentes de celles des aciers proprement dits. Au point de vue mécanique, ils possèdent une ténacité très élevée et peuvent subir, avant rupture, des allongements atteignant 70 p. 100.

M. Guillaume a étudié au Bureau international des Poids et Mesures l'anomalie que présente la dilatation des aciers au nickel. Un minimum se produit vers 36 p. 100 de nickel; la dilatation est égale alors au dixième environ de celle du fer, mais elle peut être abaissée jusqu'à zéro par un traitement convenable de l'alliage. Cet acier est *l'invar* proprement dit, et il est très peu oxydable.

« Les applications de l'invar, basées sur sa faible dilatabilité, sont nombreuses : tiges de pendules, télémètres, et tous instruments de précision en général; sous forme de fils, il peut servir à des transmissions indéréglables, à la mesure de la flèche des ponts, etc. Mais l'application la plus importante consiste dans la mesure rapide, et pourtant précise, des bases topographiques ou géodésiques. »

Cette application a été étudiée surtout par MM. Benoît et Guillaume, qui ont mis en évidence la précision que permet la mesure des bases au moyen des fils tendus. Un matériel de campagne, créé avec la coopération de M. Carpentier, conduit à des opérations extrêmement rapides, de telle sorte que le prix de revient du kilomètre mesuré, n'est plus, à exactitude égale, que 2 p. 100 de ce qu'il était il y a vingt ans.

Les procédés élaborés au Bureau international des poids et mesures ont été appliqués, dans ces dernières années, à toutes les opérations géodésiques importantes dans les pays les plus divers. Le nombre des fils déterminés dans ce but au Bureau international dépasse 300, et ces déterminations ont exigé déjà un total de près de quatre cent mille lectures.

La mesure de la base traversant le tunnel du Simplon, effectuée par les soins de la Commission géodésique suisse, et dont M. Guillaume avait la direction, constitue la plus remarquable des opérations en campagne exécutés jusqu'ici à l'aide des fils. Les vingt kilomètres du tunnel ont été mesurés, en effet, à l'aller et au retour en cinq jours et nuits, avec une concordance du millionième entre les deux opérations.

Les alliages à faible dilatation ou à dilatation prescrite peuvent servir à faire des soupapes de moteurs à explosion, des montures de grands objectifs, et surtout des fils conducteurs pour lampes à incandescence. L'économie qui en résulte sur le platine consommé dans le monde est déjà notable ».

Les propriétés élastiques des aciers au nickel ne sont pas moins remarquables que leurs variations de volume. Les aciers à 28 p. 100, beaucoup plus durs que ceux à 44 p. 100, servent à faire des spiraux de montre, qui assurent, sans compensation, des marches à peu près égales, aux diverses températures usuelles.

La chronométrie de précision utilise aussi les aciers au nickel pour la constitution de balanciers à compensation intégrale.

L'application des aciers au nickel à la construction des ponts a été l'objet d'un mé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moire très étendu de M. *G. A. L. Waddell* à l'American Society of civil engineers (Bulletin de septembre 1908, et ce mémoire a donné lieu à une série de communications.

Aciers au manganèse. — Découvert par R. Hadfield, l'acier au manganèse se caractérise avant tout par une résistance exceptionnelle à l'usure. Il est en même temps très tenace et non fragile.

Les essais mécaniques à la traction, au choc, à la flexion, dit un exposé de *Schneider et Cie* dans la Revue de métallurgie (n° 5 de mai, p. 551), n'ont avec cet acier qu'une signification secondaire.

L'exposé donne de nombreux exemples des avantages économiques de cet acier.

Au Métropolitain de Paris, l'usure verticale sur un cœur de rail ordinaire a été trouvée de 10 millimètres après un passage de 24 300 trains; elle n'est que de 3 millimètres après un passage de 580 000 trains, soit 8 fois plus lente, sur un cœur en acier au manganèse. L'usure au millimètre donne comparativement, pour les rails, 1 065 942 essieux montés pour l'acier ordinaire, et 5 396 936 pour l'acier au manganèse.

La très grande dureté de l'acier au manganèse rend son usinage aux machines-outils presque impossible en pratique ; aussi les pièces sont-elles employées brutes de moulage, ou ragréées grossièrement. Il est utilisé avec succès pour pièces de voies ferrées, pour organes d'usure des broyeurs, des dragues, pour roues, pour tôles de coffres-forts.

L'OR DE LA GUYANE

La découverte de l'or en Guyane date de 1852. L'enregistrement officiel commença en 1866 ; les droits sont de 8 p. 100, aussi une contrebande très grande passe par le Brésil et par la Guyane hollandaise. L'enregistrement officiel donne 90 000 kilogrammes d'or de 1866 à 1908 (plus de 4 000 kilogrammes pour les dernières années), soit à 3 francs le gramme, 270 millions de francs. Mais en tenant compte de la contrebande, on arrive à près de 500 millions.

M. Albert Bordeaux (Revue universelle des Mines, mars 1909, p. 189) expose avec intérêt la question du dragage en Guyane pour les alluvions aurifères. La teneur est très variable. Sur le Kokinko, on a eu 800 kilogrammes en 8 mois, au titre de 750 millièmes. La couche aurifère n'a généralement que 30 à 60 centimètres d'épaisseur ; elle est surmontée souvent d'une couche de sable et de terrain stériles de plusieurs mètres.

Le prix du dragage par mètre cube revient de 2 francs à 2 fr. 50 ; certaines rivières tiennent jusqu'à 4 francs le mètre cube moyen.

Les difficultés du dragage, dit M. Albert Bordeaux, sont plus grandes en Guyane qu'ailleurs, à cause du manque de la main-d'œuvre. Ni le gouvernement, ni la colonie ne se sont préoccupés de faciliter les entreprises industrielles. On laisse passer l'âge d'or de la Guyane, sans développer le pays, alors que la Guyane hollandaise, par exemple, a fait un chemin de fer de 150 kilomètres vers l'Awa et construit un embranchement sur Albina et sur Saint-Laurent du Maroni ; ces deux villes sont en voie de supplanter Cayenne, où le commerce périclite. De plus, le gouvernement hollandais a favorisé les plantations de bananiers, etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'OR EN FRANCE

M. Strap (Revue de métallurgie, nº de juin, p. 823 à 826) a donné une intéressante note sur les mines d'or en France. Il existe trois mines marchant actuellement avec production importante. Ce sont :

La Lucette, mine d'antimoine près de Laval. La teneur est très élevée en or, dépassant 23 à 24 grammes de teneur moyenne, mais le filon a une épaisseur faible. On a commencé avec 10 pilons californiens, et on vient d'en installer 10 autres, avec tables Willley, etc.

La Bellière, à Saint-Pierre-Montlimart, dans le Maine-et-Loire. La teneur moyenne oscille entre 17 et 18 grammes. Les filons ont une épaisseur variant de 2 à 15 mètres. On a commencé avec 40 pilons, et on va en ajouter 30 autres.

Le Châtelet, près Montluçon, correspond à 30 pilons. Les filons sont nombreux, mais à faible épaisseur.

LA TECHNIQUE DES MONTURES DE SABRES JAPONAIS

Le Bulletin XIV de la Société Franco-Japonaise de Paris, dont M. Bertin est le président et M. Ed. Clavery le secrétaire général, renferme à la suite d'une introduction à l'étude des types de montures de sabres japonais, une étude sur les métaux au Japon, par *M. H. L. Joly*, ingénieur à Londres.

Le fer (tetsu) est venu d'abord de Corée. On l'a préparé par la méthode au bois. Les loupes de métal étaient ensuite débitées au moyen de coins et de martinets. Ce fer était d'une pureté remarquable. On l'a importé aussi de Java.

Le cuivre pur se trouve en assez grandes quantités au Japon. Il servit, aux XVIIe et XVIIIe siècles, d'article d'échanges avec les Hollandais.

Le bronze (shakudo) contenait presque toujours de l'or. M. W. Gowland a donné dans le Journal of the Society of arts, mai 1895, p. 523, une étude très étendue sur les bronzes karakane japonais pour cloches, statues, etc. (voir des extraits dans notre Bulletin de 1895), leur fonte, les types remarquables, en un mot sur toute la technique. Le shibuichi est un alliage d'argent et de cuivre. En 1706, le gouvernement, ne disposant que de faibles ressources, se servit de cet alliage pour réduire le titre des barres d'argent employées pour les échanges commerciaux ; on traitait la surface par des procédés chimiques qui extrayaient le cuivre et laissaient un épiderme d'argent pur.

Le sentoku est un laiton complexe, dont on modifiait la surface, pour avoir une patine à petites facettes présentant un effet de moiré métallique, par l'action de salpêtre mêlé à du sulfate de cuivre. L'acide nitrique libéré par leur interaction attaquait la surface et développait la structure cristalline, de façon à imiter le bronze d'or.

L'or (Kin) a été connu dès le VIIIe siècle. Les alluvions par lavage, les quartz aurifères après broyage dans des moulins de pierre fournirent le premier or. La purification se fit au feu, d'où le nom d'or brûlé. La composition des ouvrages d'or et d'argent suivit de près le titre des monnaies, variable selon l'état des finances. La pierre de touche fut d'usage courant. On appréciait aussi le fin du métal d'après le bruit que faisaient deux menukis d'or secoués dans l'espace formé par les deux mains fermées. L'or japonais renferme de l'iridium, et les grains de ce métal brisaient la pointe des ciseaux. On mélangeait l'or à l'argent, pour avoir de l'or de couleur variée. On colorait aussi l'or

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à chaud, en le traitant avec des pâtes contenant du sel marin, du sulfate de cuivre, de l'alun, de la poudre à canon.

L'argent (gin) fut extrait au VII[e] siècle. On le retirait des cuivres argentifères par liquation.

Les Hollandais et les Portugais exportèrent des quantités considérables d'or et d'argent.

Quelles étaient les méthodes de travail suivies pour façonner les montures de sabres?

Le fer était forgé au charbon de bois, sur de petites enclumes basses. Le forgeron raffinait lui-même la loupe brisée en morceaux; la partie fibreuse, la plus difficile à briser, était la plus pure. Les gardes en fer, quelque homogènes qu'elles soient, présentent presque toujours des stratifications, soit voulues afin de produire un effet spécial, soit inhérentes au forgeage et ne se développant qu'à la longue sous l'action de solutions corrosives, ou par la formation lente de rouille.

Nombre de pièces étaient fondues et reproduites en série. Les modèles étaient faits en prenant une empreinte d'argile, dans laquelle un mélange à base de résine était coulé pour fournir un modèle durable, tandis que plus tard on appliquait, pour obtenir un plan, de l'étain en feuilles minces à petits coups de brosse sur la surface à reproduire.

Le traitement final était particulièrement soigné. La surface était ou polie ou traitée au marteau ou au burin pour obtenir une texture représentant la pierre (ishimé), ou une multitude de grains (nanako). Intervenaient encore, la damasquinure, la dorure, l'argenture, plus tard l'émaillage, et de tout temps le laquage.

Il y a jusqu'à 37 grains nanako au centimètre carré; le diamètre du grain peut descendre jusqu'à $0^{mm},3$ et se tient aux environs de $0^{mm},8$. On le faisait à la bouterolle, et la ductilité du métal avait une grande importance.

La surface polie était obtenue avec un jeu de pierre, des poudres abrasives et du charbon de bois. Il y avait difficulté à terminer les coins.

Les surfaces traitées au ciseau, les traits de lime, les tailles de burin étaient nombreux.

La dorure sur cuivre fut employée dès les temps les plus reculés. Les feuilles d'or furent d'abord appliquées à chaud, la méthode au mercure suivit.

L'argenture est entièrement en plaqué. Pour quelques ornements sur fer, on fondait au chalumeau de l'argent sur la surface du fer bien nettoyé.

Le repoussé était fait comme en Europe sur un bloc formé de résine, charbon en poudre et huile bien fondus ensemble.

Pour l'incrustation et le damasquiné, on taillait la surface polie avec un ciseau de 2 à 3 millimètres de large et 4 à 5 centimètres de long, au moyen d'un marteau très léger à long manche. Les tailles entre-croisées formaient comme les dents d'une lime et recevaient l'or ou l'argent en feuilles assez épaisses. Le même travail de damasquinures sur acier se fait encore à présent à Eiba en Biscaye. La ténuité des fils de cuivre et d'or est d'autant plus remarquable qu'ils n'étaient pas obtenus à la filière, mais en roulant de minces feuilles d'or sur une petite enclume, à l'aide d'une sorte de couteau de vitrier.

Pour le mokimé, les feuilles du métal étaient empilées et brasées avec une habileté incroyable, puis repoussées et affleurées. M. Joly a compté jusqu'à 4 et 5 couches dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un placage ne dépassant pas 2 dixièmes de millimètre, et la brasure ne se voit pas. La soudure était la brasure pratiquée en Europe; à 37 grammes d'argent, on ajoute 18 grammes de laiton, et l'alliage est fondu avec du borax pour braser ensemble les détails et la base.

Les patines étaient obtenues en faisant bouillir dans des solutions appropriées. Un grand nombre de formules ont été données, qui à l'essai se sont montrées douteuses. Ces solutions sont toutes acides. Elles consistent en vert-de-gris, sulfate de cuivre, vinaigre et eau, alun, etc. Il n'existe que quelques rares formules pondérales, dans les livres japonais. Soit : sulfate de cuivre 600 grammes, soufre 600 à 900 grammes, alun 4 à 5 grammes, fiente du rat 40 à 50 morceaux. On fait une pâte avec les matières broyées, on les additionne de vinaigre de prunes, et on en couvre les objets que l'on laisse sécher lentement.

LES SOUS-PRODUITS DE LA FABRICATION DU COKE

Une longue étude sur la fabrication du coke et la récupération des sous-produits a paru dans le Bulletin de la Société de l'Industrie minérale, numéros de janvier à juin 1909; elle est due à *M. Adrien Say*, ingénieur à la Cie des mines de l'Escarpelle.

« C'est vers 1854, dit M. A. Say, que les fours à coke à sous-produits apparurent en France. Ces fours faisaient l'objet du brevet Clovis Knab dont la succession appartenait à la « Société de carbonisation des bassins houillers de la Loire, du Rhône et de la Saône » sous la raison sociale Latrade et Cie ; et, vers 1857, une installation faite par Latrade et Cie était en service dans la Loire. Quelques années plus tard, la Société se transformait en « Société de carbonisation de la Loire, » sous la raison sociale Carvès et Cie, et en 1864 cette dernière construisait dans le Gard, à Bessèges, les premières batteries de fours dits Carvès. D'autres batteries de ces fours furent construites à Terrenoire en 1876 et à Tamaris (Gard) en 1880.

Les premières installations de fours à sous-produits en Angleterre et en Espagne furent faites par Carvès et Cie.

En 1899, la Société de carbonisation de la Loire s'est transformée en la Société anonyme de carbonisation.

Notre but n'est pas de décrire ici les différents systèmes de fours à coke, mais plutôt d'étudier certaines questions générales telles que la compression préalable du charbon, les qualités des briques réfractaires, le levage des portes, etc.; puis de passer en revue et d'étudier les questions de mise en marche et de conduite des fours, d'extinction et d'enlèvement du coke, etc., et de nous occuper après de la récolte et du traitement des sous-produits. »

Le lavage des gaz se fait au moyen de scrubbers et sans laveur à acide, ou au moyen de laveurs à plateau et de laveur à acide.

Pour le traitement des sous-produits, l'usine comprendra l'atelier de fabrication du sulfate d'ammoniaque, celui de désessenciement des huiles benzinées, celui de distillation du goudron.

Les sels ammoniacaux contenus dans les eaux sont : ou volatils et susceptibles de distiller avec la vapeur d'eau, carbonate, sulfhydrate, cyanure; ou fixes, sulfate, chlorure, sulfocyanate, hyposulfite. On les chasse par addition d'eau.

L'essor du procédé à l'ammoniaque pour la production de la soude a amené à cher-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cher le moyen de produire de l'ammoniaque moins coûteuse, et a conduit à fabriquer des eaux concentrées. On fait ainsi l'économie d'un équivalent d'acide. Comme les sels ammoniacaux volatils cristallisent aisément à la température ordinaire, on élimine leurs acides volatils carbonique et sulfhydrique, en portant les eaux vers 90°, température à laquelle les sels volatils se dissocient en grande partie et dégagent leurs acides.

La partie du mémoire qui traite de l'atelier des benzols est particulièrement intéressante. En voici un extrait :

« Les huiles enrichies en benzol par le lavage des gaz doivent être désessenciées, c'est-à-dire dépouillées, par distillation, du benzol qu'elles contiennent. Le produit ainsi obtenu, que l'on désigne sous le nom de benzol brut ou d'avant-produit, ne peut-être livré ainsi au commerce ; il doit subir auparavant une série d'opérations consistant en distillations et en lavages. Les distillations, qui débarrassent le benzol brut de la plus grande partie de la naphtaline qu'il contient, permettent de le classer dans une des catégories demandées par le commerce. Le produit obtenu prend le nom de benzol rectifié.

Le lavage à l'acide de ce benzol rectifié a pour but principal de lui enlever les dernières traces de naphtaline, aussi convient-il que dans la première distillation du benzol brut cette naphtaline soit éliminée le plus possible, parce qu'elle rend le traitement chimique plus pénible et augmente la dépense en réactif; enfin le lavage à la soude enlève les phénols et autres impuretés, comme nous le verrons plus loin en traitant cette question des lavages.

Après ces épurations chimiques, le produit nouveau se désigne sous le nom de benzol rectifié et lavé.

Les types de benzol demandés par le commerce sont fort nombreux, mais en Espagne on se contentait de ne préparer que les trois classes suivantes :

1° Le benzol 95 p. 100 à 100°, non lavé, pour l'enrichissement du gaz d'éclairage ;

2° Le teinturier-dégraisseur, qui est un benzol rectifié et lavé donnant 98 p. 100 à 140° ;

3° Enfin le solvent donnant 90 p. 100 à 160°.

Les principaux types demandés en France sont, d'après un classement fait par la Compagnie des mines de Lens et généralement adopté :

1° Le benzol 90 p. 100 lavé ou non lavé qui doit donner 90 p. 100 à 100° et 100 p. 100 à 120°.

Ce benzol lavé doit être incolore, d'une densité égale à 0,833, et s'il est agité avec de l'acide sulfurique pur, cet acide doit rester incolore ;

2° Le benzol 96 à 97 p. 100, qui doit commencer à distiller à 76° et donner 96 à 97 p. 100 à 100°. Incolore, densité égale à 0,884, et par la réaction sulfurique l'acide doit rester incolore ;

3° Le benzol 50 p. 100 lavé, qui doit commencer à distiller à 86° et donner au fractionnement 50 p. 100 à 100° et 100 p. 100 à 130°. Incolore, densité égale à 0,876, et par la réaction sulfurique l'acide doit rester incolore ;

4° La benzine pure commerciale qui distille entre 79° et 85°. Incolore, densité égale à 0,899, et par la réaction sulfurique l'acide doit être incolore ou légèrement jaunâtre ;

5° Le solvent-naphta qui doit donner 20 p. 100 à 130° et 90 p. 100 à 160°. Il est incolore, d'une densité égale à 0,873, et la réaction par l'acide sulfurique laisse cet acide rouge jaunâtre ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

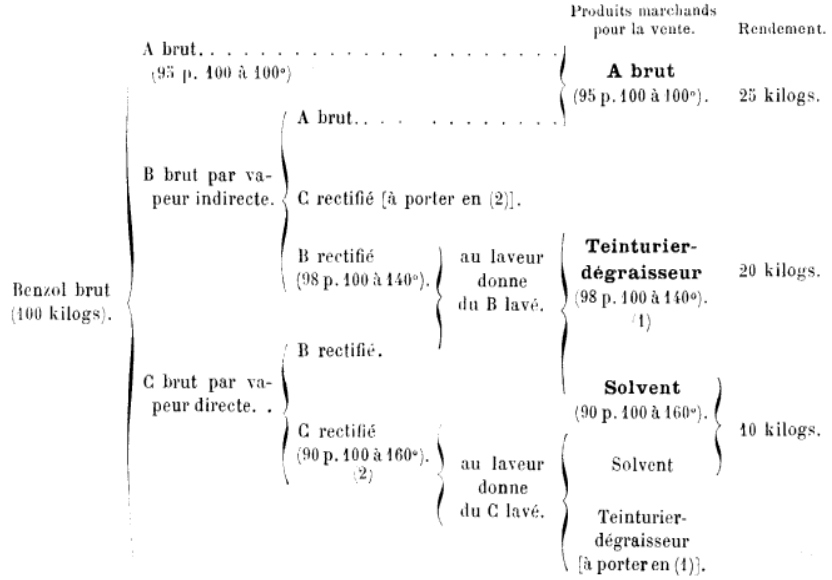
6° Le toluène commercial qui commence à distiller à 105° et donne 80 p. 100 à 115° et 100 p. 100 à 135°. Il est incolore, de densité égale à 0,872, et la réaction sulfurique donne une couleur légèrement jaunâtre à l'acide;

7° Enfin, le benzol lourd, bouillant avant 200°, qui est légèrement jaunâtre, d'une densité égale à 0,884, et par la réaction sulfurique donne un acide rouge. »

Les benzols servent dans la fabrication des matières colorantes à titre de matières premières et de dissolvants ; pour le dégraissage des vêtements; comme dissolvant du caoutchouc; pour enrichir ou carburer l'alcool à brûler, et dans ce cas ils ne devraient contenir aucune trace de produits lourds qui encrasseraient les mèches, ni aucune trace de soufre des produits de tête qui produirait du gaz acide sulfureux; enfin ils servent aussi pour moteurs.

Les appareils à désessencier sont très nombreux. M. A. Say décrit ceux de Paul Mallet, Carl Still, Peters.

Voici, représentées systématiquement, les différentes opérations de l'usine Miérès (Asturies) avec les laveurs de M. P. Mallet. (La tonne de houille produit environ 8 kilogrammes de benzol brut.)



L'étude M. de Say se termine par la description de différents appareils pour la distillation du goudron, et par la description de la méthode même.

Les rendements sont pour l'usine de Miérès, pour 100 : 1,2 de benzol brut ; 35,52 d'huiles (naphtaline et anthracène); 54,33 de brai. Des 35,52 d'huiles, on peut retirer 7,2 p. 100 du goudron distillé de naphtaline sèche. L'huile lourde est presque entièrement vendue, sous le nom de créosote, à la Compagnie des chemins de fer Madrid-Saragosse-Alicante, pour l'injection des traverses. Les conditions imposées pour cette créosote sont : d'être de couleur verdâtre, de rester entièrement liquide à 40°, d'avoir à 50° une d = 1,015 minimum, d'être entièrement soluble dans la benzine, de contenir

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au moins 6 p. 100 d'acide phénique ou homologues solubles dans la soude, de contenir au moins 25 p. 100, et au plus 35 p. 100, de naphtaline et autres matières solides à 15°.

En conclusion, un très intéressant exposé des méthodes employées au laboratoire pour les essais des houilles, des gaz, des eaux ammoniacales, des goudrons, des benzols, etc., et des rapports journaliers de la comptabilité pour la carbonisation, l'atelier du sulfate, le mesurage des liquides, l'atelier des benzols, l'atelier de distillation du goudron, les essais du laboratoire.

SUR LE POUVOIR RAYONNANT DES VERNIS

Dans le numéro 1007 de Prometheus, le docteur *W. Schmidt* (d'après la Revue générale des sciences du 15 juin) a étudié l'action du vernis gras des encres d'imprimerie sur l'insolubilisation des gommes, ou sur l'impressionnabilité des plaques photographiques. Les rayonnements des vernis augmentent avec la température; ils s'intervertissent en cas de pose assez longue, par un phénomène analogue à la solarisation des rayons chimiques. Le verre, le mica ne sont en rien perméables à leur action. M. Schmidt suppose que le vernis, en se solidifiant ou s'oxydant, dégage de l'ozone ou autres substances peroxydées qui, par modifications, suffiraient à produire ces effets.

PEINTURES SOUS-MARINES

La meilleure peinture pour les navires en fer, dit *M. Ch. Coffignier* dans le numéro de juin de la Revue de Métallurgie, p. 734 à 738, consiste à employer deux couches de peinture, l'une anti-rouille et l'autre toxique pour la flore et la faune sous-marines. C'est le principe des peintures à deux couches de Holzapfel de Newcastle, 1895. Une première peinture anti-corrosive, une seconde peinture formée d'une bouillie bordelaise additionnée de bichlorure de mercure assurent une protection efficace pendant six mois.

La peinture de H. Terrisse renferme: 40 parties de sulfate de cuivre; 13,8 d'oxyde de fer; 1,5 d'oxyde de plomb; 9 de bichlorure de mercure.

La Société de produits chimiques Vernier de Genève supprime tous les sels toxiques et fait entrer un amalgame. Amalgame de cuivre 6, ocre rouge 7, vernis hydrofuge 24. La peinture protège douze à dix-huit mois. — Voici son mode d'agir: « Le vernis est constitué de telle façon que la pellicule, adhérente à la coque après application, soit très résistante à l'action de l'eau salée. Mais, dès que les spores des algues ou les mollusques viennent s'attacher à la peinture, il se produit une désagrégation de celle-ci; l'amalgame se trouve en contact avec l'eau salée, et forme élément voltaïque. Le courant produit donne, par électrolyse, du chlorure cuivreux (en raison de l'excès du cuivre) et du bichlorure de mercure. Le sel double résultant est à grande action toxique, surtout si l'on considère qu'il agit à l'état naissant. Il n'est pas sans intérêt de remarquer que l'action est toute locale et se produit là où elle doit se produire. Toutes les parties respectées par les algues et les mollusques restant inattaquées. »

La peinture apparaît donc comme une véritable fabrique de poison, agissant localement et occasionnellement.

Une bonne peinture sous-marine, dit encore M. Coffignier, présente un double intérêt; elle permet une économie de combustible et une constance dans la vitesse. Les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

exemples suivants le démontrent bien : le navire autrichien Kronprinz-Erzherzog Rudolph de 94m,40 de long, avec un tirant d'eau moyen de 7m,35 et une surface immergée à 1 400 mètres carrés, se couvrit d'algues dans l'Océan Indien ; le dépôt représentait 4 200 kilogrammes. Un navire de guerre américain eut le même sort dans la baie de Rio-de-Janeiro ; au retour, sa consommation en charbon fut supérieure de 1 000 tonnes à celle de l'aller, et sa vitesse fut diminuée de 2,3 nœuds.

Dans le même mémoire, M. Coffignier parle aussi des peintures ignifuges. Elles n'ont guère donné de résultats satisfaisants, par suite de la solubilité des sels ammoniacaux employés. Le seul sel ammoniacal insoluble étant le phosphate ammoniaco-magnésien, MM. Ch. Coffignier et H. Terrisse ont essayé son emploi, en l'enrobant dans une peinture formée de linoléate de plomb. La peinture se compose du mélange : phosphate ammoniaco-magnésien 75, céruse 100, amiante (pour baisser le prix de revient) 75 ; ledit mélange broyé dans un vernis formé de : linoléate de plomb 100, essence de térébenthine 150. La peinture est véritablement ignifuge, grâce au dégagement d'ammoniaque que le phosphate donne à partir de 150°.

ACTION DES RADIATIONS SUR LES COULEURS

M. C. Doelter continue la série de ses recherches sur l'action qu'exercent soit les radiations ultraviolettes sur les couleurs minérales (Monatshefte für Chemie, février 1909, pp. 179 à 229. Cf. Sitzungsberichte der K. Akademie der Wissenschaften in Wien, 1908, Abt. I.).

Des tableaux très nombreux qui accompagnent ce mémoire nous extrayons quelques résultats :

Diamant jaune. Jaunit légèrement par le radium, de même qu'aux radiations ultraviolettes. Ne change pas si on chauffe dans l'oxygène, les gaz réducteurs, l'azote.

Diamant gris. Ne change pas au radium, éclaircit aux radiations ultraviolettes. Ne change pas dans l'oxygène, dans les gaz réducteurs.

Améthyste bleu violet. Ne change ni au radium, ni aux rayons Röntgen, ni aux radiations ultraviolettes. Devient incolore si on chauffe dans l'oxygène (reprend sa couleur par le radium), ou dans les gaz réducteurs ; devient jaunâtre si on chauffe dans l'azote (reste bleu violet si on chauffe en présence de radium).

Rubis. Devient rouge par le radium. Ne change pas par les rayons Röntgen. Violace par les radiations ultraviolettes. Ne change pas si on le chauffe dans l'oxygène, les gaz réducteurs, ou l'azote.

Saphir bleu foncé. Éclaircit par le radium et par chauffage dans l'oxygène.

Topaze incolore. Jaune au radium, et un peu aux rayons Röntgen.

Émeraude. Vert pur au radium. Ne change pas aux rayons Röntgen, ni aux radiations ultraviolettes. Éclaircit à peine si on chauffe.

Baryte incolore. Bleuit par le radium, un peu aux radiations ultraviolettes.

Verre au borax et à l'oxyde de chrome. Le vert foncé devient un brun foncé au radium, bleuit aux rayons Röntgen, s'éclaircit un peu aux radiations ultraviolettes ; le vert s'éclaircit si on chauffe dans l'azote, et reste sans changement si on chauffe dans l'oxygène et dans les gaz réducteurs.

En général, l'action du radium semble oxydante. De même celle des radiations ultraviolettes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DISTINCTION DES FIBRES VÉGÉTALES ET ANIMALES

Le numéro d'août 1908 du Buletinul Societatü de stiinte din Bucuresti, Romanial, (p. 256) renferme une note courte, mais intéressante, du docteur *A. Manea* sur la réaction colorée violacée que l'acide oléique présente en présence des fibres végétales. Voici le texte de cette note :

« La cellulose, l'amidon, la fibrine et l'albumine végétale, la nitrocellulose, la soie artificielle, le celluloïde, la dextrine, la saccharose, la glycose, la lévulose, chacun à part, quand il est traité avec l'acide sulfurique où l'on a ajouté de l'acide oléique à l'état libre ou saponifié et un peu d'eau, donne une réaction colorée. Pour que la réaction se produise, on a aussi besoin de chaleur, laquelle on obtient même en ajoutant de l'eau à l'acide sulfurique.

On n'obtient pas la réaction ci-dessus, si l'on emploie au lieu de l'acide oléique, l'acide stéarique, palmitique, margarique, butyrique ou isobutyrique.

Pour obtenir la réaction colorée, on procède de la manière suivante : On met dans une éprouvette, par exemple, un peu de cellulose (coton); on la dissout dans de l'acide sulfurique concentré, on y ajoute quelques gouttes de l'acide oléique ou d'une huile quelconque qui contient de l'acide oléique, par exemple de l'huile de colza ; on y ajoute de l'eau, goutte à goutte, en l'agitant continuellement jusqu'à ce qu'il apparaisse une coloration bien intense, au commencement rouge, et si l'on continue à ajouter encore un peu la coloration devient violette. Dans le cas où l'on ajoute de l'eau sans agiter le liquide, on remarquera sur la partie supérieure du liquide un anneau d'une couleur très caractéristique.

La soie véritable, ainsi que les fils de provenance animale, ne donnent pas cette coloration.

Par cette réaction, l'on reconnaît non seulement les corps susdits ainsi que les traces de l'acide oléique qui se trouve dans beaucoup d'huiles végétales, dans quelques espèces d'huiles essentielles, dans les graisses, etc.; mais on peut distinguer très rapidement les fils de provenance animale d'avec ceux de provenance végétale, ainsi que la soie véritable d'avec la soie artificielle.

Les différentes fractions du pétrole brut, et principalement celle qui distille à 250°, donne elle-même la même réaction colorée; à condition de ne pas trop laisser s'échauffer le liquide, lors de l'addition de l'acide sulfurique. »

SUR LA FERMENTATION DES JUSÉES

Raulin, dans ses études chimiques sur la végétation, 1869, avait été frappé de voir que des essais de végétation de l'Aspergillus niger dans un vase d'argent avaient échoué. On sait que l'Aspergillus niger est le plus grand ennemi des jusées dans les tanneries, car ce mycelium transforme le tannin en acide gallique impropre au tannage. *MM. Balland et Droz* (Journal de Pharmacie, n° du 16 juin 1909, p. 573) sont partis des données de Raulin pour entreprendre une série d'expériences sur la force de végétation de l'Aspergillus niger en présence de l'argent. La présence de fils d'argent n'a paru nuire en rien au développement de l'Aspergillus niger. La solution de nitrate d'argent au dixième en contact avec l'extrait de châtaignier à 20° Baumé est précipitée, mais le développement ultérieur de l'Aspergillus n'est pas retardé. L'addition, à cet extrait, de 10 p. 100 d'acide nitrique empêche l'apparition de l'aspergillus; mais ni

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'argent, ni le cuivre et le laiton ne sont attaqués, tandis que le zinc et le fer disparaissent rapidement. L'Aspergillus niger se développe sous les verres bleu, rouge et jaune. Les cuves des tanneries, lorsqu'elles sont protégées du contact de l'air par l'huile ou le pétrole à la dose de 8 litres, ne sont pas envahies par l'Aspergillus.

DÉCOMPOSITION DE LA NITROGLYCÉRINE

Étudier la décomposition de la nitroglycérine indépendamment de l'influence accélératrice due aux produits volatils de cette décomposition, est un véritable tour de force. Car il faut se mettre à l'abri et de l'influence de la volatilisation de la nitroglycérine elle-même, et des risques d'explosion. *M. R. Robertson* a réalisé ce tour de force, au moyen d'un appareil dont on trouvera la description dans les Comptes rendus du Congrès de chimie appliquée de Londres. Il a fait porter ses essais entre 90° et 135°. Il a trouvé que la décomposition de la nitroglycérine, dans les conditions très spéciales où il opérait, se fait suivant un processus aussi régulier que celui d'un coton-poudre, et que l'azote se dégage de la nitroglycérine à l'état de peroxyde nitrique, tandis qu'à 135° l'azote qui se dégage du coton-poudre à l'état de peroxyde ne représente que les 40 p. 100.

La vitesse de décomposition entre 95° et 125° croît du double par chaque variation de 5°. La nitroglycérine a une vitesse de décomposition plus rapide que celle du coton-poudre.

INFLAMMABILITÉ DES NITROCELLULOSES ET DES POUDRES SANS FUMÉE

Les auteurs ne s'accordent guère sur le point d'inflammabilité du fulmi-coton. 172° Daniel, 189° Léon Gody (200° en chauffant très lentement), 186° à 201° Walke, 192° à 201° Munroe.

M. Guido Finzi (Gazetta chimica italiana, 1909, p. 549) a fait des essais sur 0^{gr},1 d'explosif, préalablement séché à l'étuve à 58° et renfermé dans des tubes à essai que l'on plongeait dans un bain de paraffine porté à 100°.

Selon qu'on élève la température du bain de 2° ou de 5° par minute, on obtient des points d'inflammation plus élevés dans le second cas. Le titre en azote de la nitrocellulose n'a pas d'influence pour les nitrocelluloses comprimées à l'état humide, pour les nitrocelluloses gélatinisées avec l'acétone : la croissance de la teneur en azote fait baisser le point d'inflammabilité des nitrocelluloses gélatinisées avec un éther. La forte compression à l'état humide abaisse le point d'inflammabilité de 5° à 6°; la gélatinisation avec l'acétone de 8°, celle avec l'éther acétique ou avec la nitroglycérine de 0° à 12°. L'acidité (0,2 p. 100 évalué en acide sulfurique) amène l'inflammation à 124°-125°.

Des celluloïdes du commerce ont brûlé entre 140° et 150°.

LES IRRIGATIONS AGRICOLES

Sur la demande de la Direction de l'hydraulique et des améliorations agricoles, au Ministère de l'Agriculture, *MM. A. Müntz et L. Faure* (Comptes rendus de l'Académie des Sciences, t. 148, p. 1435) ont entrepris l'étude des relations qui peuvent exister entre les propriétés physiques du sol et son aptitude à l'irrigation. Dès leurs premières recherches, ils ont constaté que des alluvions, regardées comme identiques,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

peuvent être jusqu'à 600 fois plus perméables les unes que les autres. C'est là une cause d'insuccès de certaines irrigations, où l'eau coule à la surface du sol, par exemple dans certaines terres voisines de la Garonne et éloignées des confluents. De même une perméabilité trop forte est une cause d'insuccès.

L'examen de la perméabilité des terres doit donc, dorénavant, faire partie des avant-projets d'arrosage. MM. A. Müntz et L. Faure indiquent le procédé qu'ils suivent pour la déterminer. De cette donnée, dépendent l'opportunité de la création des canaux d'arrosage, le module d'arrosage à adopter, l'espacement et la durée des arrosages, le volume total à employer annuellement par hectare.

ZÉOLITHE ARTIFICIELLE

Le *Dr P. Siedler*, de la maison J. D. Riedel de Berlin, a donné un intéressant mémoire à la Zeitschrift für angewandte Chemie (n° du 18 mai 1909, p. 1019), sur la zéolithe artificielle. On sait le rôle que joue la zéolithe pour la transformation des fumiers et des engrais. La fabrication artificielle de la zéolithe est protégée par des brevets (brevet allemand n° 186630), qui revendique la fusion de plusieurs molécules d'acide avec une molécule d'alumine et une molécule de natron; il en résulte un silicate double d'alumine et de soude.

Les applications de ce produit sont assez nombreuses. L'une des premières est l'adoucissement des eaux: c'est la permutite de Gans (du brevet allemand n° 197111). La zéolithe artificielle procure aussi l'épuration des eaux en ce qui concerne l'élimination du fer et du manganèse. Elle permet de préparer aisément certains carbonates en filtrant des solutions salines à travers la permutite. Dans la fabrication du sucre, elle permet d'enlever la potasse et la soude aux mélasses.

SUR L'EMPLOI RATIONNEL DES SUPERPHOSPHATES

On sait depuis longtemps avec quelle rapidité les superphosphates rétrogradent en présence des matières terreuses. *M. J. Dumont* a montré autrefois que, dans les milieux riches en humus, une partie de l'acide phosphorique soluble échappe à cette rétrogradation parce qu'elle se fixe sur l'humus. Il se demande aujourd'hui (Comptes rendus de l'Académie des Sciences, 1909, I, p. 1905) s'il ne convient pas d'associer les superphosphates et du fumier bien fermenté, dans le but de combattre les influences rétrogradantes; le mélange, effectué au moment du transport dans les champs, produit le meilleur effet, ainsi que l'ont prouvé des expériences culturales poursuivies pendant plusieurs années à la Station agronomique de Grignon.

La plus-value des récoltes peut atteindre 100 francs à l'hectare. La valeur fertilisante des engrais à base de matière noire dépend surtout de leur richesse en humophosphates; la tonne de terre noire peut recevoir et retenir 75 à 100 kilogrammes de superphosphate ordinaire. Les phosphates insolubles, scories de déphosphoration, phosphates naturels, n'exercent aucune action sur la matière noire.

LE PYRAMIDOL VINDONISSA

La Société française de Photographie (voir son Bulletin, n° du 15 janvier 1909, p. 49) a entendu une communication de *M. L. P. Clerc* sur un nouveau révélateur, « le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pyramidol Vindonissa », de la Fabrique de produits chimiques Brougg en Suisse. Ce produit est le sulfate neutre de la diparaphénylolamine, amine secondaire obtenue par réaction mutuelle en vase clos à haute température et en présence d'agents déshydratants de l'hydroquinone et du paramidophénol : $[(C^6H^4)^2(OH)^2NH]SO^4H^2$.

$$[(C^6H^4)^2(OH)^2NH]^2SO^4H^2.$$

Les solutions aqueuses de pyramidol s'altèrent très rapidement sous l'influence de l'oxygène atmosphérique et déposent des flocons d'une substance brunâtre (en quelques heures par exposition en couche mince, ou après cinq jours en flacons mi-pleins non bouchés); les solutions additionnées soit d'un sulfite alcalin soit d'un acide, sont au contraire pratiquement inaltérables (aucune altération après quatre jours d'exposition à l'air en couches mince ni après sept jours d'exposition en flacons mi-pleins non bouchés); les solutions additionnées soit d'un sulfite alcalin soit d'un acide, sont au contraire pratiquement inaltérables (aucune altération après 4 jours d'exposition à l'air en couches minces, ni après sept jours d'exposition en flacons mi-pleins non bouchés); les solutions de pyramidol dans les alcalis ou leurs succédanés s'altèrent presque instantanément à l'air, mais la présence de sulfite, en proportions convenables, s'oppose à toute altération, même après un délai assez long (vingt-quatre heures en couche mince à l'air libre, trois jours en flacon mi-pleins non bouchés, à condition du moins que, dans le cas d'emploi des alcalis caustiques, la proportion d'alcali n'excède pas la dose correspondant à la libération de la base et à la saturation des groupes hydroxyles.

Les propriétés éminemment réductrices du pyramidol sont mises en évidence par la réduction à froid des sels solubles d'argent, surtout en solution alcaline (la réduction est très lente en solution acide), du permanganate de potasse, même en solution neutre, et par la réduction, mais seulement à chaud, de la liqueur cupro-potassique de Fœhling.

Les propriétés photographiques du pyramidol rapprochent les révélateurs à base de ce produit des révélateurs renfermant un mélange d'hydroquinone et de métol aux points de vue de l'universalité d'emploi, de l'élasticité, de la facilité de conservation et de l'aspect des images développées; mais le pyramidol, incomparablement plus énergique, peut être employé en solutions beaucoup plus diluées; il ne semble pas, d'autre part, provoquer les effets physiologiques fâcheux que ressentent certains opérateurs après la manipulation de révélateurs au métol.

Tel praticien qui, après quelques secondes d'immersion des doigts dans un révélateur ne renfermant pas plus de 1 pour 1 000 de métol, ressent de vives douleurs aux mains, a pu développer de nombreuses plaques dans ce révélateur, en exagérant même la durée d'immersion des mains, sans rien éprouver de plus que s'il avait manié de l'eau pure.

Une solution aqueuse pure à 1 p. 100 de pyramidol fournit, bien qu'en un temps assez long (dix-huit heures à la température de 12°), un cliché faible, mais complet et parfaitement utilisable; l'image, blanchâtre par réflexion, est gris sépiacé en transparence. Des révélateurs particulièrement énergiques peuvent être préparés en adjoignant à la solution sulfitique de pyramidol des doses convenables de l'un quelconque des alcalis ou de leurs succédanés habituels : carbonates, phosphates tribasiques, aldéhyde formique, trioxyméthylène ou acétone.

Pour le développement des prototypes négatifs, après essais méthodiques, l'on s'est arrêté aux formules ci-après :

A. Eau, quantité suffisante pour faire 1 000 centimètres cubes; sulfite de soude

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

anhydre, 35 grammes; ou sulfite cristallisé 70 grammes : pyramidol Vindonissa, 10 grammes.

B. Eau, quantité suffisante pour faire 1000 centimètres cubes; carbonate de potasse sec, 50 grammes.

C. Eau, quantité suffisante pour faire 1000 centimètres cubes; potasse caustique, 10 grammes.

D. Eau, quantité suffisante pour faire 1000 centimètres cubes; phosphate trisodique, 50 grammes.

Au moment de l'emploi on mélangera 3 vol. A et 3 vol. B ; ou 3 vol. A et 2 vol. C; ou 3 vol. A et 3 vol. D, avec addition d'eau. Si par exemple, on ajoute une quantité d'eau telle qu'on obtienne au total 10 vol., la durée d'apparition de l'image est d'environ trente secondes et la durée totale du développement de dix minutes.

Grâce à la solubilité assez grande du pyramidol dans les solutions alcalines, il est possible de constituer des révélateurs en solution unique très concentrée ; la Fabrique de produits chimiques de Brougg prépare un certain nombre de révélateurs concentrés en vue de diverses applications ; nous mentionnerons tout particulièrement des révélateurs extra-concentrés, livrés en tubes de verre scellés dans un emballage fort ingénieux (cylindre métallique avec compartimentage en carton) pour l'emploi aux colonies et dans les pays tropicaux ; le même emballage renferme aussi des tubes d'une solution fixatrice concentrée et des bandelettes de papier buvard imprégnées d'une quantité exactement dosée de bromure de potassium.

DÉGRADATION DES MURS PAR LE LIERRE

Quelle est l'influence du lierre sur la dégradation des murs qu'il recouvre?

A la séance du 26 mai de la Société nationale d'Agriculture, *M. Ph. de Vilmorin* a cité les résultats d'une enquête faite en Angleterre sur cette question si pratique. On sait qu'en Angleterre, et surtout aux États-Unis, le lierre ordinaire et le lierre de Boston ou ampelopsis du Japon servent à décorer les cottages, les villas et même les murs des usines, auxquels les industriels américains aiment à donner un aspect attrayant. Le lierre a contre lui qu'il déplace des tuiles, s'insinue entre les murs et les gouttières et amène des insectes ; mais il a pour lui plusieurs facteurs de grande utilité ; il assèche les murs, il donne de la cohésion à une construction, il fait obstacle au refroidissement l'hiver et à la chaleur l'été. Si les mortiers sont bons, il n'implantera guère ses racines dans les murs eux-mêmes. Donc le lierre, bien surveillé, n'est pas seulement décoratif, mais encore il est plus utile que nuisible. Et par conséquent, nous sommes encore là en face d'une légende fausse, qu'il faut combattre.

SUR LA PASTEURISATION DU LAIT

La pasteurisation du lait exige des précautions. On ne peut pas adopter indifféremment telle ou telle température, car le chauffage peut modifier la propriété qu'a le lait de coaguler sous l'action de la présure. Ces modifications sont produites si le lait est chauffé pendant quelques minutes au-dessus de 65°-66°. Cette température est donc celle de pasteurisation.

MM. P. Mazé, P. Guérault et *Dinescu* (séance de l'Académie des sciences du 17 mai 1909 ; voir les Comptes rendus, tome 148, p. 1469) ont relevé dans la grande industrie

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un ensemble de faits qui montrent que le lait chauffé donne, en poids de fromage, un rendement inférieur de 1 à 1,5 pour 100 à celui que donne le lait frais. Quelles sont les causes de ce déficit, et comment le faire disparaître?

A priori, ce sont les matières albuminoïdes, et avant tout la caséine suspendue, qui sont en jeu. Des analyses faites sur la composition du petit-lait, les expérimentateurs ont déduit, puis prouvé expérimentalement, que le lait chauffé à 67°-68° donne un rendement en caillé légèrement supérieur à celui du lait non pasteurisé. Quant à l'atténuation du pouvoir coagulant de la présure, elle est due à la précipitation des albumines; il faut donc fixer la température de pasteurisation du lait à un degré où les albumines ne soient pas sensiblement atteintes.

« La température de 67°-68° permet d'atteindre ce résultat, tout en détruisant les bactéries pathogènes du lait, à condition de faire durer son action au moins cinq minutes.

PRIX DE LA CHAMBRE SYNDICALE DES NÉGOCIANTS EN CUIRS ET PEAUX EN POIL (1)

1° La Chambre Syndicale des Négociants en Cuirs et Peaux en poil, préoccupée des accidents qui se produisent par l'emploi du sel, pour la conservation des cuirs verts, a décidé de fonder un prix de 2 000 francs pour récompenser un procédé qui remédierait à ces inconvénients.

2° Les mémoires présentés à ce concours devront traiter les deux points suivants :

A. — Étudier les causes des altérations, taches ou piqûres, qui se produisent sur la fleur des cuirs et peaux conservés par le sel marin ou le sel gemme (Na Cl), après teinture et tannage.

B. — Indiquer un procédé de conservation industrielle, pratique et économique du cuir (grandes et petites peaux) soit au sel, soit par toute autre substance, évitant les inconvénients que l'on rencontre actuellement, et ne nuisant ni à la qualité ni au rendement du cuir, ni aux préparations subséquentes de corroierie et de teinture.

3° Les membres de la Commission, dont il sera parlé art. 12, sont exclus du Concours. Toute autre personne, de nationalité française et étrangère, est admise à concourir. Les mémoires devront être rédigés en français, et autant que possible à la machine à écrire, et adressés, avant le 25 décembre 1910, au président de la Chambre Syndicale des Négociants en Cuirs et Peaux en poil, 5 *bis*, rue de Santeuil, à Paris.

4° Les mémoires ne devront pas être signés; ils seront revêtus d'une épigraphe, reproduite sur un pli cacheté, dans lequel se trouveront, avec la reproduction de l'épigraphe, les nom, prénoms, qualité et adresse de l'auteur.

5° Les concurrents qui désireraient suivre les procédés actuellement en usage dans l'industrie, devront adresser une demande écrite au président de la Chambre Syndicale, qui leur facilitera l'entrée de quelques magasins ou ateliers, et leur donnera les renseignements nécessaires.

6° Par le fait même du dépôt de leurs mémoires, les concurrents acceptent les conditions du présent règlement.

7° Dans les trois premiers mois de 1911, les mémoires déposés seront examinés par une Commission, composée comme il sera dit plus loin, et les auteurs, qui présenteront des procédés intéressants, seront invités à appliquer leur méthode sur des mar-

(1) Siège social : 5 *bis*, rue de Santeuil, Paris, V^e^.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chandises qui seront mises à la disposition. Ces essais seront faits dans les magasins et ateliers désignés à cet effet et les frais d'expérience seront supportés par la Chambre Syndicale. La durée de ces essais sera de six mois et leur contrôle sera assuré par les soins de la Commission.

8° La décision de la Commission sera rendue, au plus tard, le 31 décembre 1911.

9° Si aucun des mémoires ne donnait satisfaction au point de vue INDUSTRIEL, la Commission pourrait prolonger les délais ci-dessus, ou partager les prix entre les mémoires les plus intéressants.

10° Les mémoires déposés ne seront pas rendus, et la Chambre Syndicale se réserve le droit de publier tout ou partie des documents récompensés.

11° Les auteurs auront le droit de protéger leurs procédés par un brevet qui devra être pris avant le 25 décembre 1910, à leurs risques et périls; la Commission des mémoires ou procédés n'engageant, en aucune façon, la responsabilité de la Chambre Syndicale, quant à l'application des lois et règlements qui régissent les brevets d'invention.

12° La Commission chargée d'examiner les mémoires et procédés soumis au Concours et d'attribuer les prix sera composée :

A, — de 4 membres négociants en cuirs et peaux en poil désignés par la Chambre Syndicale.

B, — de 4 industriels désignés par le Syndicat général des Cuirs et Peaux de France.

C, — de 4 membres chimistes, désignés par les 8 membres ci-dessus.

13° En cas de décès ou démission de l'un de ses membres, la Commission sera complétée par elle-même, de manière à conserver la proportion de négociants, d'industriels et de chimistes indiquée ci-dessus.

14° Les prix seront remis aux titulaires des mémoires ou à leurs fondés de pouvoir dûment autorisés (1).

Paris, le 25 février 1909.

(1) Composition de la Commission chargée d'examiner les mémoires et procédés soumis au concours et d'attribuer les prix : Louis Cerf, négociant à Paris; G. Jossier, industriel à Paris; C. Lemoine, industriel à Paris; Paul Luc, industriel à Nancy; André Martin, négociant à Paris; Paul Nathan, négociant à Paris; Gaston Tainturier, négociant à Paris; G. Vourloud, industriel à Lyon; Gabriel Bertrand, professeur à la Faculté des sciences de Paris, chef de service à l'Institut Pasteur; Léon Lindet, docteur ès sciences, ancien président de la Société chimique, professeur à l'Institut national agronomique; Livache, ingénieur civil des mines, vice-président de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale; Meunier, docteur ès sciences, professeur à la Faculté des sciences et à l'École de tannerie de Lyon.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTES D'AGRICULTURE

par **M. Hitier**

EMPLOI DES PULPES SÈCHES DANS L'ALIMENTATION DU BÉTAIL

Les pulpes de sucrerie représentent environ la moitié des betteraves travaillées; avec les procédés de diffusion aujourd'hui employés en sucrerie, on retrouve dans les pulpes tous les éléments insolubles de la betterave, ce qui en fait une des ressources les plus importantes pour l'alimentation du bétail.

Malheureusement, c'est sous forme d'un résidu essentiellement aqueux que les pulpes se présentent : à la sortie des diffuseurs la pulpe forme une véritable bouillie contenant à peine 5 à 6 p. 100 de matière sèche; soumise à l'action des presses, avant d'être livrée aux cultivateurs, elle renferme néanmoins encore 90 à 91 p. 100 d'eau. Dans ces conditions, le transport des pulpes devient très onéreux; et, en fait, elles doivent être consommées dans un rayon restreint autour des usines. La conservation de ces mêmes pulpes est difficile, les silos dans lesquels on les emmagasine dégagent autour des fermes une odeur très désagréable : si les bœufs, les moutons consomment la pulpe avec avidité, une alimentation aussi aqueuse n'est pas toujours cependant sans inconvénients; pour les vaches laitières notamment les inconvénients peuvent être graves, la qualité du lait s'en ressent, etc.

En Allemagne, en Autriche, presque toutes les usines aujourd'hui dessèchent les pulpes et c'est sous forme de cossettes sèches que les pulpes sont livrées aux cultivateurs. En France, quelques sucreries ont installé les appareils nécessaires pour sécher les pulpes et notamment cette opération se pratique aux très belles usines de Nassandres (Eure), chez M. Bouchon.

Voici la composition qu'on attribue généralement aux cossettes sèches de diffusion :

	Strohmer.	Claassen.
Eau p. 100 gr.	5,73	7,31
Matières protéiques.	9,50	8,20
Matières albuminoïdes.	9,25	
Graisse brute.	0,76	0,33
Cellulose.	17,75	19,11
Cendre.	3,81	3,93
Extractifs non azotés.	62,44	61,62

M. Saillard auquel nous empruntons ces chiffres ajoute (1) :

« La composition des cossettes desséchées se rapproche sensiblement de celle des foins de prairie de qualité moyenne, à cela près que le foin renferme un peu plus de matières azotées digestibles et un peu moins d'extractifs non azotés utilisables. »

Il convient de ne pas donner la pulpe desséchée à l'état sec, car en raison de sa

(1) Société industrielle de Saint-Quentin et de l'Aisne. Conférences données pendant l'année 1908 par M. E. Saillard.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grande tendance à absorber de l'eau, elle pourrait occasionner les plus graves désordres dans l'organisme. On les fait tremper dans de l'eau pendant vingt-quatre heures, avant de les donner au bétail et d'après les essais de M. Malpeaux à Berthonval (Pas-de-Calais) la pulpe sèche peut absorber plus de cinq fois son poids d'eau : elle se gonfle dans ces conditions et reprend l'aspect de pulpe fraiche.

La quantité de pulpe sèche à faire entrer dans chaque ration varie évidemment suivant les animaux et suivant la fonction qu'ils remplissent.

En faisant la moyenne des chiffres qui ont été donnés par bon nombre d'agriculteurs, M. Saillard a pu dresser le tableau suivant :

Animaux.	Quantités normales à donner. kil.	Quantités maxima qu'on peut atteindre. kil.
Vaches laitières	3,000	4,500
Vaches et bœufs à l'engrais. .	5,000	7,500
Bœufs de trait.	4,000	6,000
Moutons (par mouton). . . .	0,330	1,000
Jeunes bovidés.	1,000	2,000
Truies mères (180 kil.). . . .	0,200	

Les pulpes desséchées sont bien utilisées par les vaches laitières, par les bœufs, par les moutons, dans quelques fermes on les a données aux porcs à la place de pommes de terre, à la condition d'avoir été trempées préalablement dans l'eau chaude.

Quelques agriculteurs en ont même fait consommer, dit M. Saillard, à des chevaux et à des poulains et ont été très contents des résultats obtenus.

Mais ce sont surtout les bœufs de trait pour lesquels cette alimentation est profitable, ils se montrent plus forts et plus énergiques que sous l'influence d'une ration trop aqueuse.

M. Saillard, dans ses conférences, a insisté surtout à propos des pulpes desséchées sur leur emploi avantageux dans le cas de moutons à l'engrais : « 1° les animaux prospèrent plus avec les rations aux cossettes desséchées qu'avec celles aux cossettes ensilées.

« 2° Les moutons dont la ration renferme des cossettes desséchées, consomment journellement, soit en nature, soit comme partie constituante des fourrages, une quantité d'eau moins grande que ceux auxquels on donne des pulpes ensilées.

« Or, on sait que l'ingestion par l'animal, d'une très grande quantité d'eau nuit à la production, en ce sens qu'elle détermine une excrétion plus abondante de matières azotées et demande à l'organisme une plus grande quantité de chaleur pour être élevée à la température du corps.

« Les cossettes desséchées ne présentant pas ces inconvénients ont, sous ce rapport encore, une supériorité marquée sur les cossettes ensilées.

« 3° C'est un fait connu de tous les praticiens qu'il est difficile, pendant les chaleurs de l'été, d'engraisser des moutons qui consomment beaucoup de cossettes ensilées.

« Quand on substitue, à ces dernières, des cossettes séchées, on peut, au contraire, poursuivre l'engraissement d'une manière régulière, même pendant la belle saison.

« Ceci a une grande importance pour la pratique agricole. Souvent, en effet, le prix des moutons gras sur les marchés atteint son maximum, en juillet et août, parce qu'alors l'offre diminue, la demande restant à peu près toujours la même. Grâce aux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cossettes desséchées, on évite l'influence néfaste des chaleurs, et on peut être assuré d'un écoulement plus facile des produits. »

Ces observations se trouvent confirmées par l'expérience suivante qui a été faite à l'école d'agriculture de Berthonval, et que nous retrouvons relatée dans le dernier bulletin de cette école, véritable station de recherches agricoles (1).

Essais sur les moutons. — Les expériences ont été poursuivies pendant deux périodes de quatre semaines du 20 avril 1907 au 15 juin, sur deux lots de 14 agneaux âgés de quatre à cinq mois et pesant respectivement 428 et 405 kilog. La pulpe sèche fut employée comparativement à la pulpe humide et donnée alternativement à chacun des lots. Les quantités distribuées étaient calculées de façon à apporter la même proportion de matière sèche. Les rations présentaient la composition suivante :

1° RATION AVEC PULPE HUMIDE

Désignation.		Matières sèche.	Matières azotée.	Matières grasse.	Hydrate de carbone.
	kil.	gr.	gr.	gr.	gr.
Pulpes	4,000	456	40	12	245,6
Tourteau de lin.	0,400	352	98,8	38,4	119,2
Paille de blé	0,500	428	4	2	178
Balles de blé	0,150	128	2,1	1,1	33
Totaux. . .		1 364	144,9	53,5	575,8

Somme totale des principes nutritifs digestibles :

$$144,9 + 53,5 \times 2,4 + 575,8 = 0 \text{ k. } 846.$$

Relation nutritive : 1/4,8.

2° RATION AVEC PULPE SÈCHE

Désignation.		Matières sèche.	Matières azotée.	Matières grasse	Hydrate de carbone.
	kil.	gr.	gr.	gr.	gr.
Pulpe sèche.	0,500	450	35,3	2,70	299,7
Tourteau de lin.	0,400	352	98,8	38,4	119,2
Paille de blé.	0,500	428	4	2	178
Balles de blé	0,150	128	2,1	1,2	33
Totaux. . .		1,358	140,2	44,3	629,9

Somme totale des principes nutritifs digestibles :

$$140,2 + 44,3 \times 2,4 + 629,9 = 0 \text{ k. } 875.$$

Relation nutritive : 1/5,2.

Les animaux ont été pesés tous les huit jours, le matin à jeun. Le tableau ci-dessous indique les résultats obtenus :

1re PÉRIODE. — 1er LOT : PULPE HUMIDE ; 2e LOT : PULPE SÈCHE

Dates des pesées.	1er lot : Poids.	1er lot : Augmentation totale.	1er lot : Augmentation par jour et par tête.	2e lot : Poids.	2e lot : Augmentation totale.	2e lot : Augmentation par jour et par tête.
	kil.	kil.	gr.	kil.	kil.	gr.
20 avril	428	»	»	405	»	»
27 avril	459	31	221	430	25	189
4 mai.	486	27	193	459	29	207
11 mai.	499	13	195	490	31	221
18 mai.	525	26	185	519	29	207

(1) Bulletin de l'École pratique d'agriculture de Berthonval, par M. Malpeaux, directeur, 1908.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2e PÉRIODE. — 1er LOT : PULPE SÈCHE ; 2e LOT : PULPE HUMIDE

18 mai.	525	»	»	519	»	»
25 mai.	552	27	193	548	29	207
1er juin.	580	28	200	572	24	171
8 juin.	601	21	150	593	21	150
15 juin.	616	15	107	606	13	93

Récapitulation.	Augmentation totale. kil.	Augmentation par jour et par tête. gr.
Ration avec pulpe sèche. — 1re période	114	206
— — 2e période	91	162
	205	184
Ration avec pulpe humide. — 1re période. . .	97	175
— — 2e période. . .	87	155
	184	164
Soit en faveur de la pulpe sèche.	24	20

Comme on le voit, les résultats obtenus par l'emploi de la pulpe sèche ont été absolument remarquables. Il était curieux de constater, du reste, l'avidité avec laquelle les agneaux consommaient ce résidu et le recherchaient de préférence à la pulpe humide. Les rations étaient préparées vingt-quatre heures à l'avance ; la pulpe sèche additionnée de cinq fois son poids d'eau était, comme la pulpe humide, associée à des balles de froment et distribuée en deux fois : le matin, à 9 heures, et le soir, à 5 heures.

EMPLOI DE LA PULPE SÈCHE ET DE LA MÉLASSE DANS LES RATIONS

Dans ses fermes tenues d'une façon si judicieuse et pourvues d'animaux de trait et de vente de premier ordre, M. Bouchon, à Nassandres (Eure), emploie pour tout son bétail la pulpe sèche et il combine les rations de façon à y faire entrer en même temps la mélasse.

RATIONS EMPLOYÉES A NASSANDRES

Bœufs de travail. Poids moyen 750 kilos.	Kil.	Moutons à l'engrais. Poids moyen 40 kilos pour dix animaux.	Kil.	Truies mères. Poids moyen 180 kilos.	Kil.
Pulpe sèche. . . .	5	Pulpe sèche	4	Pulpe sèche .	0,200
Menue paille. . . .	3	Menue paille ou hachis.	2	Mélasse. . . .	0,500
Farine d'avoine . .	0,750	Farine d'avoine	0,750	Son de blé . .	0,750
Tourteau de colza.	0,750	Tourteaux.	1	Petit lait . . .	quantité suffisante
Mélasse.	2	Mélasse	1		
Sel marin.	0,250	Sel	0,250		

Ces rations sont préparées de la façon suivante.

On forme un tas, sur l'aire, des cossettes à humecter après les avoir mélangées aux autres aliments tels que tourteaux, menue paille, on les arrose peu à peu de *deux* à *trois fois leur poids d'eau*, en retournant le tout à la fourche. Au lieu d'eau pure, on les arrose d'eau *mélassée ;* des cuves remplies de mélasse se trouvent à cet effet, dans toutes les salles de préparation des aliments. On abandonne le tas vingt heures environ. Au bout de ce temps un léger échauffement (dû à un commencement de fermentation

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

alcoolique) de la masse s'est produit, mais il est sans inconvénient. La pulpe a gonflé; elle a repris l'aspect de pulpe fraîche, et l'on peut alors donner le mélange aux animaux.

M. Bouchon fait remarquer que les animaux soumis à ce régime boivent beaucoup plus que lorsqu'ils sont au régime de la pulpe ensilée, il importe donc de les laisser boire deux fois par jour afin que le travail de la digestion et de la rumination s'opère bien.

RECHERCHES DE MM. ANDRÉ GOUIN ET PIERRE ANDOUARD SUR L'ALIMENTATION DU BÉTAIL

Digestibilité des principes azotés chez les animaux. — MM. André Gouin, correspondant de la Société nationale d'Agriculture et Pierre Andouard, directeur de la station agronomique de la Loire-Inférieure, continuent avec une persévérance et un dévouement dignes des plus grands éloges leurs longues et minutieuses études sur diverses questions relatives à l'alimentation du bétail. Le dernier bulletin de la station agronomique de la Loire-Inférieure (exercice 1907-1908) renferme, entre autres études de ces savants, une fort intéressante sur la *digestibilité des principes azotés chez les animaux*. Les expériences de MM. André Gouin et Pierre Andouard ont porté principalement sur les jeunes ruminants, dont ils ont constaté le peu d'aptitude pour digérer les substances azotées, quand la période de sevrage est terminée.

Tout d'abord, contrairement à l'opinion généralement admise, ces longues recherches leur ont montré que la digestibilité des principes azotés n'est pas sous la dépendance des substances ternaires, cellulosiques ou non, qui entrent dans la composition, tant de chaque aliment que de l'ensemble du rationnement.

Que l'alimentation, d'autre part, soit riche ou pauvre en matières azotées et bien que la puissance digestive des jeunes bovidés à l'égard de la protéine se montre assez restreinte, le taux de la digestibilité se maintient sensiblement le même. Dans trois cas, avec un apport moyen de 302 grammes de protéine par 100 kilogrammes de l'animal, le coefficient fut de 51,18 p. 100; dans trois autres il a été de 52,19 p. 100 avec 298 grammes de protéine. Enfin, avec un régime surazoté, qui fournissait 587 grammes de protéine par 100 kilogrammes, la proportion digérée n'en a pas moins atteint 50 p. 100.

Dans les conditions normales, du reste, le taux de la digestibilité ne change pas, que la croissance s'effectue avec lenteur ou avec rapidité.

L'ensemble des expériences de MM. André Gouin et Pierre Andouard les amènent à conclure qu'à partir de l'âge de cinq à six mois, et au moins pendant tout le reste de la période de croissance active, la digestion azotée d'une ration quelconque est sensiblement égale à la moitié de sa teneur en azote (en envisageant naturellement une ration susceptible d'être consommée en quantité telle qu'elle apporte à l'animal toute la protéine nécessaire à ses besoins, ce qui ne serait pas le cas avec une alimentation trop chargée de cellulose).

Par contre, alors que le taux de digestibilité des matières azotées ne dépasse guère 50 p. 100, les hydrates de carbone sont utilisés dans une proportion moyenne beaucoup plus élevée. Il y a donc tout profit, d'après MM. Pierre Andouard et André Gouin, surtout quand on se trouve obligé d'acheter des aliments complémentaires à maintenir dans de justes limites l'apport des substances azotées.

« Sans avoir recours aux coefficients peu exacts des tables, on peut se tenir pour assuré que toute ration est suffisamment pourvue d'azote, quand elle permet au jeune

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

animal, susceptible de gagner 1 kilogramme par jour, d'absorber une première quantité fixe de 440 grammes de protéine, et une deuxième égale à 120 grammes par 100 kilogrammes de son propre poids. Cette double quantité sera digérée en proportion suffisante pour fournir amplement les matériaux de sa croissance et pourvoir, en même temps, à tous les autres besoins azotés de son organisme. »

MM. André Gouin et Pierre Andouard ont tenu à limiter leurs conclusions aux animaux de six mois à un an, ne se considérant pas comme autorisés par leurs propres observations à les étendre à ceux d'un âge plus avancé ; cependant les expériences faites par d'autres savants à l'étranger, en Allemagne, aux États-Unis, et cette fois sur des animaux adultes, viennent confirmer celles faites sur les jeunes animaux, et sembleraient permettre d'étendre les conclusions de MM. André Gouin et Pierre Andouard aux bovidés adultes.

L'élevage artificiel des veaux au lait écrémé avec addition de fécule. — Il y a une dizaine d'années déjà, la pratique les ayant amplement fixés sur la valeur de ce genre d'alimentation, MM. André Gouin et Pierre Andouard ont préconisé l'élevage des veaux au lait écrémé avec addition de 50 grammes de fécule par litre.

Quelques éleveurs ont adopté cette méthode d'élevage, mais ont cru pouvoir la modifier, en portant notamment la quantité de fécule à 60 grammes par litre de lait écrémé, ce qui rendrait au lait écrémé sa valeur primitive. Des insuccès ont été signalés, l'estomac du jeune veau ne tolérant pas ou mal une proportion aussi forte de fécule.

Aussi, MM. André Gouin et Pierre Andouard ont-ils cru devoir résumer dans le dernier *Bulletin de la station agronomique de la Loire-Inférieure* (exercice 1907-1908) un certain nombre de conseils pratiques qui ne sauraient être trop connus.

Le point essentiel pour prévenir tout insuccès, c'est de rationner régulièrement les veaux de lait.

Il faut limiter la ration à un litre de lait féculisé par six kilogrammes du poids de l'animal.

En pratique on réservera au veau le lait de la mère pendant la première semaine. Aussitôt après on commencera par lui substituer sept litres de lait écrémé avec 350 grammes de fécule, si l'animal était très fort au moment de sa naissance. Pour les veaux nés petits, la quantité initiale sera réduite à six litres de lait et 300 grammes de fécule.

Tous les six jours on augmentera la dose d'un litre de lait et de 50 grammes de fécule. En cas d'arrêt de la croissance pour une cause quelconque il y aurait lieu de reculer d'autant la nouvelle augmentation du rationnement.

A ce régime, les veaux normands, parthenais et maraîchers que MM. André Gouin et P. Andouard élèvent sur leur réserve, gagnent constamment un kilogramme par jour.

Pour les veaux destinés à la boucherie, MM. André Gouin et Pierre Andouard continuent jusqu'à la fin à augmenter parallèlement à leur développement les doses de lait féculisé ; pour les veaux qui doivent être conservés comme élèves, ils ne dépassent pas 15 litres de lait écrémé et 750 grammes de fécule par jour. Vers l'âge de deux mois on commence à substituer à la fécule et en quantité croissante la pomme de terre elle-même, donnée crue ou cuite, d'après les préférences manifestées par chaque animal.

En ce qui concerne la fécule MM. A. Gouin et P. Andouard engagent les éleveurs à la transformer en empois dans une assez grande quantité d'eau bouillante. L'empois est ainsi moins compact et se mélange plus facilement avec le lait écrémé.

Il faut éviter d'acheter la fécule dans les établissements qui emploient l'acide sul-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

furique pour l'extraction de l'amidon des pommes de terre. Mal purgée d'acide, elle irriterait sérieusement l'appareil digestif des jeunes animaux. Il est plus prudent de s'approvisionner dans les petites féculeries annexées à des exploitations agricoles où ce mode de traitement de la pomme de terre n'est pas devenu en usage.

La farine de manioc dans l'élevage des veaux. — Des expériences toutes récentes de MM. A. Gouin et Andouard les ont amenés enfin à conseiller l'emploi de la farine de manioc pour les jeunes veaux (Société Nationale d'Agriculture, *Bulletin* de juin 1909).

Ils ont essayé eux-mêmes, et fait essayer par nombre de petits cultivateurs la farine de manioc, les résultats ont été excellents : et pour ces savants expérimentateurs, il n'est même pas douteux que la farine de manioc est beaucoup mieux digérée que la fécule de pomme de terre par l'appareil digestif.

Ces constatations les ont amenés à porter de 40 à 60, puis à 70 grammes, la quantité de farine ajoutée à chaque litre de lait écrémé. Peut-être, dès le premier âge, pourra-t-on aller encore plus loin.

Les veaux de boucherie leur ont paru peu différents de ceux qui sont élevés au lait écrémé féculisé. Comme ces derniers, ils ne sauraient prétendre qu'à la seconde qualité, mais l'économie dans les frais de production de la viande, par rapport aux veaux nourris de lait complet, est considérable. Elle atteint, en effet, 45 centimes par kilogramme de poids vif, pour des animaux parvenus à 90 kilogrammes.

La supériorité de la farine de manioc sur la fécule de pomme de terre n'a rien qui doive surprendre. L'empois de pomme de terre se prend en masse et durcit, sitôt qu'il refroidit. Si on n'a pas soin de le passer soigneusement à travers un tamis, il s'agglomère en mottons, dont ensuite l'appareil digestif a peine à triompher. Son séjour se prolonge dans l'intestin; son accumulation est de nature à provoquer des troubles fâcheux.

La bouillie de manioc au contraire se liquéfie naturellement, aussi s'incorpore-t-elle aisément au lait écrémé. Sa prompte et complète digestion ne se trouve entravée par aucun obstacle d'ordre mécanique.

La facilité avec laquelle cette farine est supportée par les animaux les plus jeunes, permettra sans doute d'obvier à la pénurie du lait, avec laquelle il faut compter dans bien des exploitations. 100 grammes de farine de manioc renferment autant d'éléments nutritifs qu'un litre de lait écrémé. Ils le remplaceront à bon compte, car le prix de la farine de manioc ne dépasse guère 20 centimes le kilo, dans les ports où débarquent les produits de l'Indo-Chine.

Il convient cependant de remarquer que le manioc est très pauvre en éléments azotés et phosphatés, constitutifs de la chair et des os (la fécule en est totalement dépourvue). Son rôle se borne à faire face aux dépenses vitales et à produire, en outre, une certaine quantité de graisse.

Un minimum de lait écrémé reste donc indispensable : 8 à 10 litres pour les grandes races. La première de ces quantités fournit strictement les matériaux nécessaires aux tissus musculaires et osseux, pour obtenir le développement normal d'un kilogramme par jour.

Tandis qu'avec la fécule on n'y saurait songer, MM. A. Gouin et P. Andouard sont arrivés à préparer la bouillie de manioc pour trois jours à la fois; c'est une diminution de travail qui ne saurait manquer d'être vivement appréciée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SUR LA VALEUR ALIMENTAIRE DU MARC DE RAISIN

Par M. J. Fabre, répétiteur à l'École nationale d'Agriculture de Montpellier. Annales de l'École nationale d'Agriculture de Montpellier, tome VIII, fascicule III, janvier 1909. (Travail du laboratoire de zootechnie.)

Le marc de raisin est assez couramment employé dans la région méridionale à l'alimentation des animaux de trait et des ovins à l'engrais. Cette façon d'utiliser ce résidu important de la vendange permet de réaliser quelques économies sur le prix des rations et devient avantageux durant les années de sécheresse où les fourrages sont très chers. Il importe, du reste, de remarquer que la distribution du marc aux animaux ne s'oppose nullement à la fabrication préalable des piquettes ou à la distillation.

On a beaucoup discuté sur la valeur alimentaire du marc en prenant pour base la composition en principes bruts, et la pratique a fixé, d'une façon approximative, l'équivalence en foin de cette substance. M. Fabre a voulu préciser davantage cette question en déterminant la teneur du marc en éléments digestibles. Ses expériences ont porté sur le cheval, et M. Duclert a fait porter les mêmes expériences sur le mouton.

Composition chimique. — La teneur du marc en principes bruts dépend de divers facteurs parmi lesquels il faut citer : le cépage, le rendement, le mode de vinification, etc.

Dans le tableau suivant sont réunis les résultats de diverses analyses de marcs :

Auteurs de l'analyse.	Nature du marc.	Matière sèche.	Protéine brute.	Matière grasse.	Extractifs non azotés.	Cellulose.
Boussingault. .	Marc distillé.	28,4	3,70	1,70	15,70	4,10
Degrully. . . .	Marc pressé.	30,0	3,35	2,36	17,15	4,06
Kellner.	—	30,0	3,40	2,40	11,90	9,40
Müntz.	Marc d'hybride pressé. .	47,0	5,09	2,02	22,35	9,65
	— d'Aramon pressé. .	39,2	4,07	1,48	15,44	8,72
	— de Carignan pressé.	42,8	4,28	1,01	19,06	8,13
	— — lavé. .	36,3	4,16	1,00	17.86	8,13
Duclert.	Marc lavé (distribué dans les essais sur le mouton).	36,4	5,173	1,547	20,100	6,538
Fabre.	Marc lavé (distribué dans les essais sur le cheval).	39,221	5,250	2,113	16,007	13,263

Les écarts de dosage ne sont pas en somme très élevés; ils tiennent surtout à la variation de la proportion de substance sèche. La dessiccation augmente naturellement la richesse relative (1).

Expérience I. — Un cheval du poids de 422 kilos a reçu, à partir du 30 octobre, une ration composée exclusivement de marc conservé tassé dans des demi-muids défoncés. Durant la période préparatoire (du 30 octobre au 5 novembre) l'animal en a consommé de 20 à 30 kilos. L'expérience proprement dite a commencé le 6 novembre. M. Fabre a noté soigneusement, à partir de cette date, les quantités de marc ingérées,

(1) *Conservation du marc :* Pour se conserver parfaitement le marc doit être soustrait rapidement au contact de l'air. Différents procédés utilisés dans la pratique réalisent cette condition; le plus courant consiste à tasser fortement la matière dans les cuves à fermentation et à recouvrir le tout d'une couche de paille chargée de terre tassée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'analyse de ces marcs a été faite. De même à partir du 6 novembre les fèces émises par l'animal ont été recueillies et pesées, analysées.

L'expérience conduite de la même façon a été faite par M. Duclert sur le mouton.

Les tableaux suivants résument les résultats obtenus :

Expérience sur le cheval.

Aliments et fèces.	Matière sèche.	Protéine.	Matières grasses.	Extractifs non azotés.	Cellulose.	Matières minérales.
Marc ingéré φ du 5 au 9 novembre. .	34,576	4,627	1,861	14,109	11,690	2,259
Fèces (q) du 6 au 10 novembre	24,723	3,632	0,924	9,231	9,319	1,617
Différence représentant la partie digérée $\varphi - q$.	9,853	0,995	0,937	4,878	2,371	0,662
Coefficient de digestibilité $\frac{\varphi - q}{\varphi}$ (1) . . .	0,285	0,215	0,504	0,345	0,203	0,290

Expérience sur le mouton.

Aliments et fèces.	Matière sèche.	Protéine brute.	Matières grasses.	Extractifs non azotés.	Cellulose.	Matières minérales.
Marc ingéré φ du 14 au 17 novembre.	5,239	0,747	0,223	2,905	0,947	0,417
Fèces du 14 au 17 novembre.	3,478	0,628	0,113	1,832	0,697	0,208
Partie digérée $\varphi - q$.	1,761	0,119	0,110	1,073	0,250	0,209
Coefficient de digestibilité $\frac{\varphi - q}{\varphi}$ . . .	0,336	0,159	0,493	0,369	0,264	0,501

Les différents principes du marc ne sont utilisés par le cheval et par le mouton que dans une proportion relativement faible. Les coefficients de digestibilité sont bien inférieurs pour la plupart des éléments à ceux du foin de qualité moyenne.

D'après ces expériences, le mouton digère une plus forte proportion de matière sèche du marc. Cette augmentation est due à l'élévation de digestibilité des extractifs et de la cellulose ; par contre le cheval a mieux utilisé la protéine que le mouton.

M. Fabre termine son étude par les conclusions que voici :

1° La valeur réelle du marc de raisin semble un peu inférieure à celle qu'on admet généralement en pratique (équivalence à la moitié de son poids de foin).

2° Le marc est un aliment complexe, mais non complet, qu'il faudra toujours associer à d'autres denrées pour obtenir de bonnes rations de production. On pourra le substituer au foin (dans la mesure de 100 kilogrammes pour 50 de foin), et sans dépasser la dose de 10 à 12 kilos pour les équidés, de 4 à 6 kilos pour les ovidés.

3° L'introduction du marc dans l'alimentation du bétail est un des meilleurs procédés d'utilisation de cette substance. Ce mode d'emploi permettra, en effet, de réaliser une économie appréciable sur le prix de revient des rations et de restituer au sol par le fumier produit une partie des principes fertilisants contenus dans le raisin. Il ne faut pas oublier qu'on obtient dans la pratique de 1000 à 2000 kilos de marc frais par hectare et que cette quantité peut remplacer, d'après nos calculs de 300 à 600 kilos de foin, d'une valeur moyenne de 27 à 54 francs.

(1) Le coefficient de digestibilité d'un aliment est donné par la formule $C = \frac{\varphi - q}{\varphi}$ dans laquelle φ représente la quantité de matière ingérée et q la quantité de matière retrouvée dans les fèces ; le coefficient de digestibilité des divers principes varie avec les espèces animales.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DE L'UTILISATION DES GRIGNONS D'OLIVES POUR L'ALIMENTATION DU BÉTAIL

Le Bulletin de la Direction de l'Agriculture, du Commerce et de la Colonisation de la Régence de Tunis (1er trimestre 1908) contient une note de M. A. Guyader, sur l'utilisation des grignons d'olives pour l'alimentation du bétail, qui mérite d'être signalée.

L'agriculture de l'Afrique du Nord éprouve, durant une partie de l'année, sauf dans les endroits où il est possible d'irriguer, des difficultés réelles pour se procurer les ressources alimentaires nécessaires à la nourriture du bétail.

Pour parer à cette grave difficulté, on a songé à recourir aux raquettes du cactus, aux feuilles et brindilles d'arbres, aux marcs de vendanges, et, plus récemment, aux grignons d'olives.

Ces derniers contiennent presque toujours des éclats de noyaux dont l'ingestion est dangereuse pour tous les animaux domestiques, à part les porcs et les chameaux; à moins d'être associés à d'autres aliments, destinés à atténuer l'excès de matières grasses qu'ils contiennent, ils ne sont, du reste, que difficilement acceptés par les bovins et les ovins.

En 1899, à la Ferme de l'École coloniale d'Agriculture de Tunis, les grignons furent, à titre d'essai, donnés à des bœufs, des moutons et des porcs; ces derniers seuls les acceptèrent. L'expérience fut renouvelée et, dans ce but, trois groupes de porcs, pesés dès les premiers jours, furent soumis, du 7 mars au 1er avril, à une alimentation distincte :

Le 1er groupe reçut 4 litres d'eau grasse et 3 kilogrammes de maïs en grains; le 2e, 4 litres d'eau grasse et 6 kilogrammes de grignons d'olives; le 3e, 4 litres d'eau grasse et 1kg,500 de maïs et 3 kilogrammes de grignons d'olives.

Il fut constaté que le groupe dont la ration consistait en un mélange de maïs et de grignons d'olives, acquit, durant ces dix-sept jours, une augmentation de poids de 46 kilogrammes, chiffre supérieur à celui atteint par chacun des deux autres groupes. D'autre part, on peut se rendre compte que le grignon distribué seul ne peut provoquer l'engraissement rapide des animaux, et que le mélange de maïs et de grignons permet de réaliser une sérieuse économie. Le lot de grignons qui avait servi à cette expérience, analysé par M. Malet, ingénieur agronome, contenait :

Eau	30,17	p. 100
Matières azotées	3,48	—
— grasses	14,84	—
— minérales	2,13	—
Cellulose	15,89	—
Extractifs non azotés	28,49	—
Cendres	5	—

Ce point étant acquis pour les suidés de même que pour les chameaux qui peuvent impunément manger des grignons contenant des éclats de noyaux, il y avait lieu de rechercher, par des essais progressifs, s'il ne serait pas possible de faire accepter ces grignons par d'autres animaux domestiques, et en commençant par des quantités tout à fait restreintes.

Cette question fut envisagée en Italie et y a fait l'objet d'essais qui ont donné de bons résultats. Le *Cultivatore*, notamment, signale que des diverses expériences effectuées dans ce but par les professeurs Baldassare, Marchi, Tucci, Bracci, il résulte que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les grignons d'olives, une fois débarrassés des éclats de noyaux, conviennent à tous les animaux de la ferme, qu'ils servent de correctif à des aliments pauvres en matières grasses et riches en albuminoïdes.

Dans le but d'utiliser pour l'alimentation du bétail les grignons de l'huilerie expérimentale de Spolète (Italie), le Dr Bracci, directeur de cette huilerie, a imaginé un appareil destiné à les débarrasser des noyaux qu'ils contiennent. Cet appareil fournit de 60 à 65 parties de pulpe sur 40 à 35 parties de noyaux. Mélangée à des farines de légumineuses ou du son dans la proportion de 10, 15 ou 20 p. 100, cette pulpe fut donnée à des bovidés auxquels on distribua en outre la ration ordinaire de fourrage. Toutefois, on a reconnu que cette alimentation convient mieux au bétail à l'engrais.

Par l'emploi d'un simple tarare, auquel on enlevait les cribles horizontaux, le Dr Colosso serait arrivé à séparer noyaux et pulpes, et aurait rendu ainsi utilisable des centaines de quintaux de grignons d'olives qu'il aurait fait ensuite consommer à son bétail, à son domaine d'Ugonto, Lecci (Italie).

Cet aliment fut accepté même par les équidés, auxquels on distribuait, au repas de midi, une ration composés de 2/3 de grignons et 1/3 de farine de légumineuses ou de céréales. Les ovidés recevaient la même proportion de grignons et de farine, mais au lieu de foin ou de paille, on leur donnait du maïs ou des glands.

D'après le *Cultivatore*, la meilleure manière de faire accepter cette alimentation par le bétail consiste à la présenter sous forme de breuvage dans lequel on mélange, avec la pulpe dénoyautée, de la farine de fèves ou d'une autre légumineuse, ou même de la paille ou du foin finement hachés.

De ces essais, somme toute, il résulterait que les grignons d'olives, une fois dénoyautés, peuvent faire partie de la ration ordinaire du bétail dans la proportion de 1.5 à 2 p. 100 du poids vif de chaque animal.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTES DE MÉCANIQUE

RENDEMENT THERMIQUE ET COMBUSTION DANS UN MOTEUR A PÉTROLE, d'après *M. Warson* (1).

Le moteur essayé était du type Clément Talbot, à quatre cylindres de 85 × 120 millimètres de course, avec aiguille permettant de régler le jet de pétrole et plaques d'aluminium, chacune de 155 grammes et de 42gr,5, ajoutables au piston pour augmenter la compression. Les soupapes d'admission et d'échappement sont de chaque côté du cylindre, avec deux allumages en série au-dessus de chaque soupape d'admission, nécessaires pour allumer la charge assez vite aux grandes vitesses. Les diagrammes ont été pris avec des indicateurs optiques et des freins formés de trois séries d'ailettes sur un

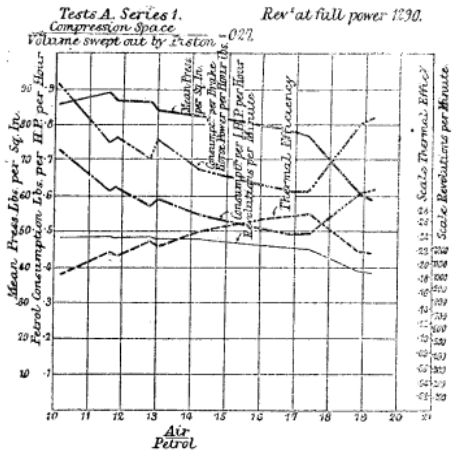


Fig. 1.

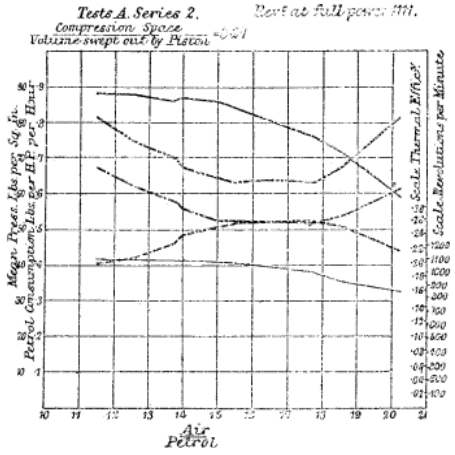


Fig. 2.

arbre accouplé à celui du moteur. L'impossibilité de changer en marche la résistance de ces freins entraina de légères variations de la vitesse du moteur avec la richesse du mélange. La circulation était entretenue par une pompe centrifuge avec retour dans un réservoir de 90 litres, dont la température variait de 55 à 65°; au-dessus de 65°, l'eau se mettait à bouillir à la sortie des enveloppes, et l'on risquait des allumages prématurés.

Les essais ont été exécutés avec des rapports de compression de 4,71, 4,35 et 3,92, en séries désignées par les lettres A, B et C, avec des vitesses en pleine charge de 1 270, 1 090 et 720 tours par minute.

Les principaux résultats de ces essais sont figurés aux diagrammes (fig. 1 à 9).

(1) *Engineering*, 4 juin 1900, p. 763.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A tous les degrés de compression, la teneur en pétrole du mélange qui donne la plus grande puissance n'est pas la plus économique, il s'en faut de beaucoup. La puissance maxima a été obtenue avec un mélange de 11,6 d'air pour 1 de pétrole en poids, et l'économie maxima avec 16,9 d'air. En général, à mesure que la richesse du mélange

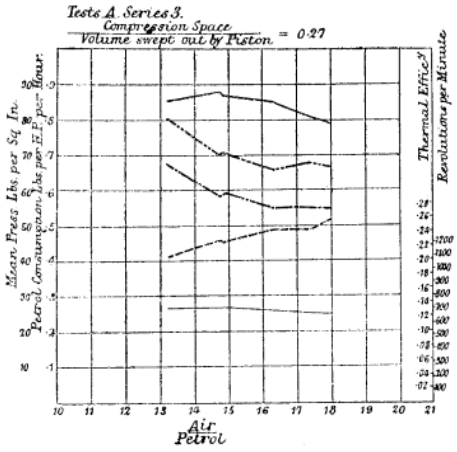


Fig. 3.

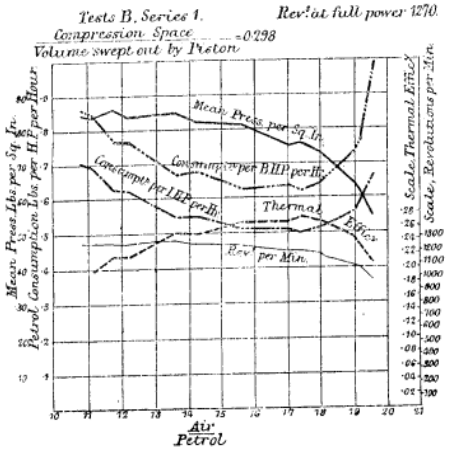


Fig. 4.

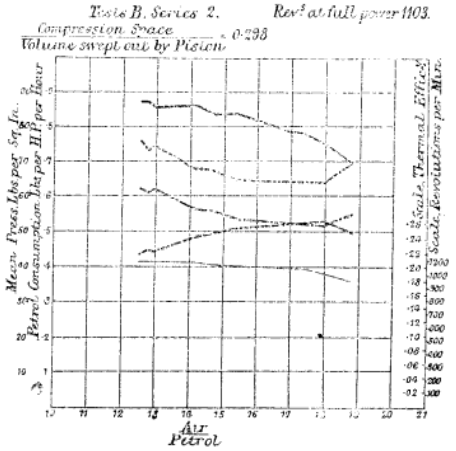


Fig. 5.

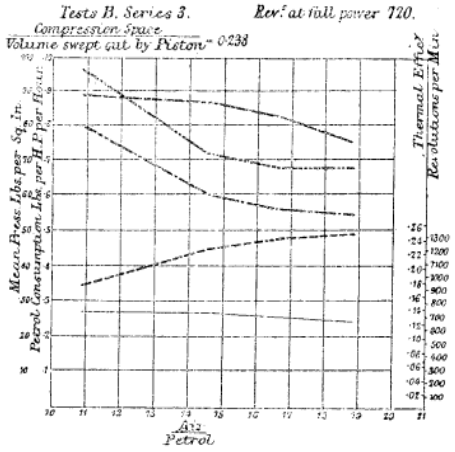


Fig. 6.

diminue, il en est de même de la puissance, d'abord moins vite, puis plus vite que la dépense de pétrole, à partir du point où la pauvreté du mélange est telle qu'il ne brûle plus complètement. Avec des proportions de 17,5 à 19 d'air pour 1 de pétrole, on risque des retours de flamme au carburateur parce que la charge brûle encore au moment de l'ouverture de la soupape d'admission. Ces retours ne se produisent ni avec des mé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

langes plus riches, complètement brûlés en ce moment, ni avec des mélanges plus pauvres, qui ne peuvent s'enflammer qu'après la compression.

L'économie des mélanges pauvres varie considérablement avec la vitesse du moteur

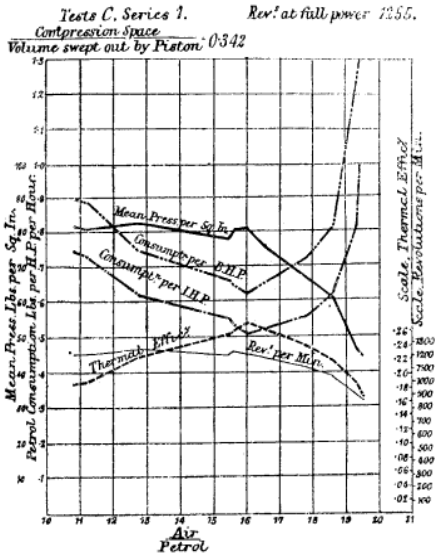


Fig. 7.

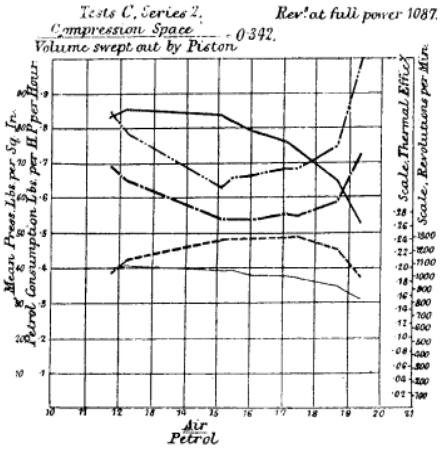


Fig. 8.

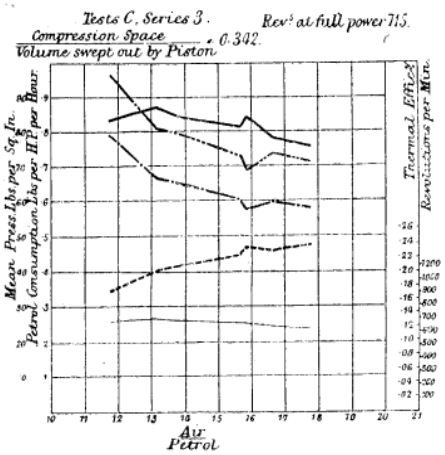


Fig. 9.

et la compression. Cette ainsi que, dans la série A, l'économie est encore considérable, surtout aux faibles vitesses, avec des teneurs de 18 d'air. Dans la série B, au-dessous de cette teneur, la dépense augmente rapidement aux grandes vitesses, tandis que l'économie augmente, à 700 tours, jusqu'aux teneurs de 19. Dans la série C, avec la plus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

faible compression, la teneur de 16 a donné la dépense la plus faible aux grandes vitesses. Au-dessous de cette teneur, la dépense augmente très vite; elle est comparativement énorme avec la teneur de 19,5. La diminution de cette dépense par cheval, aux faibles vitesses et avec les mélanges pauvres, s'explique parce que, aux grandes compressions, ces mélanges brûlent assez vite pour développer leur pleine puissance, en même temps que le ralentissement de la vitesse leur donne le temps d'effectuer cette combustion complète.

Avec les faibles compressions, le réglage du carburateur à la marche la plus économique ne diminue guère la puissance normale du moteur, aux différentes vitesses, de plus de 5 p. 100, au lieu de 12 p. 100 aux compressions élevées. Il suffirait d'augmenter

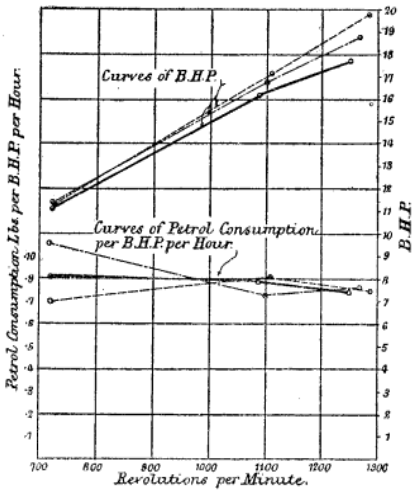


Fig. 10.

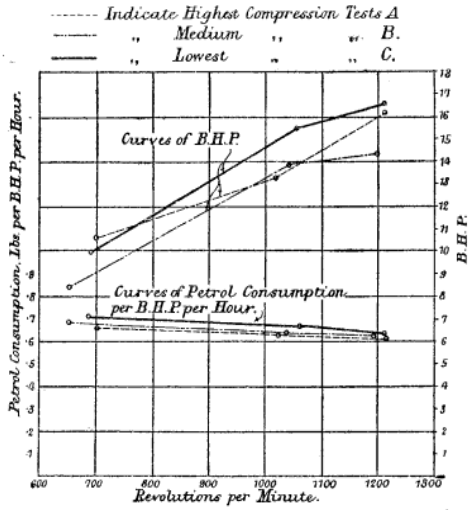


Fig. 11.

l'alésage de 3 à 6 millimètres pour permettre de marcher aux plus grandes puissances avec l'économie maxima.

Le diagramme fig. 10 donne les résultats des mélanges les plus puissants, dans chaque série A, B et C des essais, et la figure 11 les résultats des mélanges les plus économiques. On y voit que l'augmentation de la compression n'accroît pratiquement ni l'économie, ni la puissance du moteur. La dépense du pétrole par cheval effectif, et à pleine puissance, ne varie guère entre 1 100 et 1 300 tours, mais elle augmente aux faibles compressions et à petite vitesse. On réalise une faible économie, à toutes les vitesses, en augmentant la compression, mais la puissance est moindre aux fortes compressions. En pratique, on marcherait avec une teneur moyenne entre celles d'économie et de puissance maxima, et sans grand bénéfice d'une augmentation de la compression.

Ce moteur était très énergique : 20 chevaux au frein à 1 300 tours, et économique : $0^{kg},28$ de pétrole par cheval-heure effectif. Jusqu'à la vitesse de 1 200 tours, la puissance reste (fig. 10) sensiblement proportionnelle à la vitesse, ou le torque sensiblement constant, de sorte que l'on pourrait développer des puissances encore bien plus grandes en forçant la vitesse, ce que l'on aurait pu faire en augmentant le diamètre et la levée

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des soupapes, de manière à éviter les laminages ; mais alors la marche du moteur deviendrait bruyante aux vitesses modérées.

Le rendement organique n'est que légèrement influencé par la compression, mais il baisse sensiblement quand la vitesse augmente.

CALIBRE VÉRIFICATEUR DE VIS des ateliers *Bariquand* et *Marre*.

Le système international des vis et écrous, adopté par le Congrès de Zurich à la suite des travaux de la *Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, définit la forme et le pas des filets qui correspondent aux différents diamètres des vis et établit en principe cette règle générale : que le profil théorique de la partie filetée est un profil limite entre la vis et son écrou correspondant.

La vis pratiquement exécutée pour les besoins de la mécanique courante doit donc être toujours inférieure ou au plus égale à la vis-type exécutée au profil limite théorique, et, inversement, l'écrou fileté ou le trou taraudé pratiquement exécuté doit toujours être supérieur ou au moins égal à l'écrou-type exécuté à ce même profil limite.

Mais les vis employées couramment dans la construction mécanique doivent remplir en outre une autre condition : celle de l'*interchangeabilité*. Pour répondre à la qualité qui la fait dire « interchangeable », il faut et il suffit qu'une pièce mécanique ait ses dimensions toutes comprises entre des limites maximum et minimum, étroites ou larges suivant qu'il est nécessaire, déterminées par la pratique, de façon que ladite pièce puisse être remplacée dans le mécanisme dont elle fait partie par sa semblable prise au hasard dans les séries exécutées, et cela sans qu'il y ait à faire aucun ajustement, ni d'autre opération que celle de la simple mise en place.

La différence entre le maximum et le minimum dans la dimension d'une partie des pièces mécaniques fabriquées interchangeables s'appelle la *tolérance*.

Il est bien évident que, plus les tolérances sont grandes, plus les pièces sont faciles à exécuter. Mais, d'un autre côté, la facilité d'exécution ne doit être considérée qu'après les conditions exigées pour la bonne exécution des mécanismes dans lesquels entrent les pièces interchangeables. Pour appliquer aux vis ces règles de l'interchangeabilité, comme le système international définit le profil limite maximum, il reste à définir le minimum. La question est mise actuellement à l'étude par la Société d'Encouragement.

Cependant, pour cette étude, et aussi pour l'application facile des règles qui seront édictées, il manque actuellement, dans la pratique des ateliers, un instrument vérificateur commode pour examiner une vis fabriquée et vérifier instantanément si les dimensions de la partie filetée de cette vis sont comprises dans la tolérance d'interchangeabilité. C'est pour combler cette lacune que le calibre vérificateur de vis, de MM. Bariquand et Marre, a été créé.

Cet instrument (fig. 12) se compose de deux mâchoires 10 et 11, réunies d'un côté par une charnière 12 et de l'autre par une vis 13, sur laquelle se visse un bouton à barillet gradué 14.

La charnière peut être de l'un quelconque des systèmes employés pour les compas : articulation, genouillère, ou, comme sur la figure, ressort, etc., fixé solidairement dans chaque mâchoire par vis 15 et pied de sécurité 16.

Pour que les mâchoires ouvrent et ferment correctement sans gauche possible, on a disposé, sur le bout opposé à la charnière, une pièce 17, moins large que les mâchoires, fixée dans une rainure de l'une des mâchoires par la vis 18, et ajustée à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

frottement gras, permettant le mouvement dans une rainure correspondante de l'autre mâchoire. Cette pièce 17 porte un talon 19, qui limite l'ouverture des mâchoires suivant le jeu laissé entre la mâchoire inférieure 11, au point 20, et le talon 19 de la pièce 17.

Dans l'instrument ainsi disposé, entre les deux mâchoires, en un point 21 de la ligne de contact 22, il est fait un trou taraudé au profil limite maximum de la vis pour le diamètre choisi D, et cela quand les mâchoires sont ouvertes au maximum, le barillet étant au zéro. Il est bien évident, qu'en fermant les mâchoires au moyen du barillet se vissant sur la vis 13, solidaire de la mâchoire 11, et bloquée en place par la contre-vis 21, les graduations du barillet se déplacent par rapport à un repère gravé sur la mâchoire 10, et donnent une indication de la quantité dont s'est resserrée la surface limite formée par l'ensemble des filets de vis autour du trou 21. Le minimum possible sera atteint lorsque, par l'action du barillet, les deux mâchoires seront appliquées l'une sur l'autre.

Ainsi donc, les deux positions limites de l'instrument ouvert et de l'instrument fermé

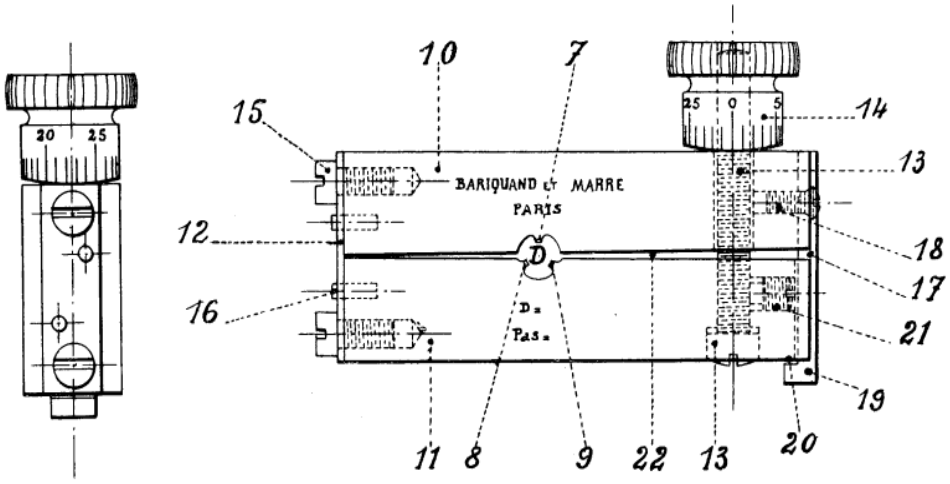


Fig. 12.

peuvent, par un réglage convenable, correspondre au maximum et au minimum des tolérances d'interchangeabilité de la vis considérée.

Toutes les vis du diamètre nominal D doivent d'abord monter dans l'instrument ouvert, limite maximum; celles qui ne montent pas sont à rejeter immédiatement. Parmi celles qui montent, deux cas se présentent pour une vis examinée au calibre :

1° En agissant sur le barillet, le contact des mâchoires sur ladite vis se fera avant que le vérificateur soit fermé, et alors la vis sera de bonne interchangeabilité;

2° Les mâchoires arrivent à bloc sans que la vis soit serrée dans le trou 21 et alors la vis est à rejeter comme trop faible.

Le trou taraudé 21, qui sert à la mesure et qui est fermé à mi-partie sur chacune des mâchoires, pourrait conserver entièrement les surfaces filetées formées par le taraudage, et l'instrument donnerait une indication en prenant contact aux environs d'un diamètre du cylindre fileté en vérification. Les inventeurs se réservent d'appliquer ce procédé aux vis communes. Pour obtenir, dans leur calibre, une précision plus grande,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ils préfèrent mesurer les vis sur trois peignes à 120° l'un de l'autre, ménagés dans le trou taraudé 21, en enlevant autour d'eux tout le reste de la surface des filets.

L'emploi de ces peignes est basé sur le principe théorique suivant :

Soit (fig. 13) deux circonférences de diamètre D et d, qui se coupent suivant une corde AB. C, étant le milieu de AB, OC est perpendiculaire à AB. Appelons K la demie corde CB; H et h les distances de AB aux extrémités E et e du diamètre OC dans les

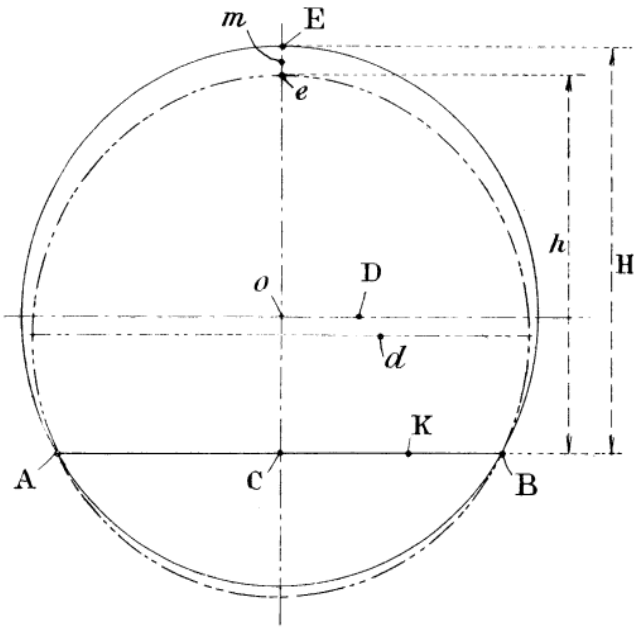


Fig. 13.

deux circonférences; m la différence entre H et h, et cherchons à exprimer la différence des diamètres $D - d = x$ en fonction de m, D et H.

Nous avons $K^2 = H(D - H) = h(d - h)$.

remplaçons h par $H - m$ et d par $D - x$.

l'équation devenue $H(D - H) = (H - m)(D - x - H + m)$ donne $x = m\left(1 - \frac{D - H}{H - m}\right)$.

Si nous choisissons pour A B la corde correspondant au côté du triangle équilatéral inscrit dans la circonférence D, de façon que $H = \frac{3}{4} D$

l'équation devient, dans ce cas particulier :

$$x = m\left(1 - \frac{D}{3D - 4m}\right)$$

et, si m est très petit par rapport à D, on aura une grande approximation en prenant $x = m\left(1 - \frac{D}{3D}\right) = \frac{2}{3}m$.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans l'instrument représenté fig. 12, le trou taraudé 21 a été évidé de façon qu'il reste dans ce trou trois peignes 7, 8 et 9 représentant le profil limite théorique du filet, ces trois peignes étant aux sommets d'un triangle équilatéral. Dans la mâchoire fixe 11, sont les peignes 8 et 9 qui correspondent aux points A et B de la figure géométrique, fig. 13, et, dans la mâchoire mobile 10, le peigne 7 correspond au point E, de sorte que ses déplacements mesurés donnent la valeur de m.

Pour une graduation convenable du barillet 14, graduation faite en tenant compte des bras de leviers depuis la charnière jusqu'au trou 21 et jusqu'à la vis du barillet, du pas de la vis 13 et aussi du principe théorique ci-dessus exposé, l'action de l'opérateur sur le barillet permettra de lire immédiatement la valeur du diamètre de la vis considérée.

Suivant le degré de sensibilité qui sera demandé à l'instrument, on pourra munir le barillet 14 d'une friction remplaçant l'action variable de la main par un système mécanique constant.

Il a été aussi réalisé un calibre pour le même emploi en disposant trois peignes à 120° dans une bague, l'un des peignes étant manœuvré par un palmer, mais l'instrument est de construction moins simple et moins pratique que celle de l'instrument représenté par la figure 12.

En somme, l'originalité de cet appareil consiste dans l'établissement d'un calibre servant à vérifier les vis dans les limites de tolérance d'interchangeabilité caractérisé par l'emploi de mâchoires pleines ou évidées et par l'addition d'un barillet gradué indiquant le déplacement des mâchoires ou des peignes, et, par suite, les diamètres moyens des surfaces filetées présentées dans le calibre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PROCÈS-VERBAUX

DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

SÉANCE DU 28 MAI 1909

Présidence de *M. Bertin*, vice-président.

M. le Président fait part du décès de deux membres à vie de la Société d'Encouragement, *M. Bérenger*, administrateur de la Société des carrières de porphyre de Saint-Raphaël, et *M. L. Laurent*, ancien constructeur d'instruments d'optique et de précision; il se fait, auprès des familles de MM. Bérenger et Laurent, l'interprète des regrets de la Société.

MM. Hitier et *Toulon*, secrétaires, présentent des ouvrages offerts à notre bibliothèque et dont la bibliographie sera publiée au *Bulletin*.

REVUE DE LA QUINZAINE, par *M. G. Richard*.

MESSIEURS,

Le mot « Record » est l'un des plus employés aujourd'hui; il y en a de toutes sortes : des hommes de sport sautent ou plongent à des hauteurs extraordinaires, courent en long ou en rond comme des animaux emballés, se boxent comme des bêtes féroces,... et il n'y a rien de plus excitant, d'un intérêt plus populaire, car la presse est pleine de ces exploits. Il existe pourtant d'autres records, qui, pour n'avoir rien de populaire, n'en présentent pas moins quelque intérêt : ils sont dus à des efforts véritablement prodigieux, mais intelligents, que certaines industries sont amenées à développer de temps en temps, en dehors de l'effort permanent que leur impose sans répit la concurrence.

Je vous demanderai la permission de vous signaler un de ces records récents de l'industrie de l'imprimerie ou, plus exactement, du journalisme.

Je vous ai déjà signalé ce développement extraordinaire de la presse, principalement en Angleterre et aux États-Unis, au point que la consommation du papier de bois dévoré par ces journaux menace, si elle ne l'est déjà, de devenir un véritable fléau, une dévastation impitoyable et accélérée de forêts en apparence inépuisables. C'est à cette œuvre néfaste qu'est venu récemment contribuer d'une façon exceptionnellement remarquable, mais sans qu'on puisse lui en faire le moindre reproche, le plus grand des journaux anglais, et peut-être du monde, le vénérable « Times », par la publication de son numéro de lundi dernier : son numéro de « l'Empire Day », jour de fête de l'Empire anglais. Ce numéro comporte, comme vous le voyez par l'exemplaire que je vous en présente, d'abord le « Times » ordinaire, déjà immense avec ses vingt-quatre pages de texte minuscule et serré, équivalant à une trentaine au moins de pages de nos plus grands journaux, « Comœdia » par exemple. Vient ensuite un supplément consacré à l'apothéose de l'empire anglais, et qui présente un tableau véritablement saisissant de cette œuvre colossale d'une nation admirablement gouvernée, depuis des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

siècles par son élite nationale. C'est donc, en dehors de la curiosité de ses dimensions extraordinaires, un document de statistique et d'économie politique des plus intéressants, et à conserver. Quant à ses dimensions, elles sont véritablement uniques. Ce « Times » et son supplément tiennent, en effet, 72 pages, équivalentes à environ trois mille pages de nos bouquins à 3 fr. 50, matière énorme, qu'il a fallu créer, composer, distribuer, tirer et expédier en quelques jours, ce qui exige, à côté d'une puissance financière et d'un matériel d'imprimerie prodigieux, une méthode et une discipline administrative, qui ne se voient pas, mais qui n'en sont pas moins des plus remarquables. Ce numéro du « Times », dont on peut parler et faire l'éloge qu'il mérite sans être soupçonné d'accorder, à ce journal, une réclame dont il n'a vraiment pas besoin, constitue je crois, le record actuel de cette industrie du journalisme, tout autre à l'étranger que chez nous, si importante et si intéressante pour tous.

Le soleil nous envoie, parmi ses multiples radiations, une quantité de chaleur qui, si elle était entièrement convertie en travail, donnerait, d'après Langley, une puissance d'environ 2 ch.6 par mètre carré de surface exposée au rayonnement solaire. Il est donc tout naturel de chercher à utiliser cette chaleur en la transformant en une puissance mécanique, et l'on s'y est attaché depuis longtemps; mais vous savez qu'il ne suffit pas pour en obtenir une puissance utilisable, de disposer d'une source de chaleur, il faut aussi une chute de température, dont l'utilisation industrielle est d'autant plus difficile que cette chute est plus faible, comme dans le cas des chutes d'eau, et pour la même raison : le prix et l'encombrement considérables des mécanismes et appareils nécessaires pour l'utilisation de ces faibles chutes. C'est bien ce qui a retardé jusqu'ici, en hydraulique, l'utilisation de l'énergie lunaire par celle des marées.

L'utilisation de la chaleur solaire a été, comme vous le savez, tentée par bien des inventeurs, notamment, en France, par Mouchot (1871) et Tellier, en Suède par Ericson (1883). Mouchot et Ericson employaient la concentration des rayons solaires pour faire bouillir de l'eau ou tout autre liquide plus volatil dans une chaudière sur laquelle on concentrait les rayons de miroirs coniques ou paraboliques. Mais ces miroirs coûtaient très cher; il leur fallait, dans les circonstances les plus favorables, environ 10 mètres carrés de surface par cheval, de sorte que, malgré les grandes ressources d'argent dont il disposait et sa grande ingéniosité, Ericson dut y renoncer après y avoir consacré plus de 500 000 francs. L'un des derniers appareils de ce genre, établi en 1898 à Pasadéna, en Californie, donnait à peine 10 chevaux avec une surface de miroirs de 930 mètres carrés, incapable de résister aux vents (1).

Tellier, vers 1885, proposa et même réalisa en petit l'utilisation de la chaleur solaire par l'absorption directe de cette chaleur dans une chaudière lamellaire constituée par une grande surface plate, une sorte de lame d'eau ou d'un liquide plus volatil, tel que l'ammoniaque ou le sulfure de carbone, comprise entre des plaques de tôle auxquelles il donnait le nom de plaques calorifiques (2).

Les miroirs paraissent devoir être définitivement abandonnés, tandis que l'on revient, au contraire, aux idées de Tellier, avec des ressources autrement abondantes et des concours plus persévérants que ceux dont disposait l'inventeur français, et il semble que l'on soit bien près de réussir, comme vous le jugerez d'ailleurs, par le peu

(1) *Engineering News*, 9 mai 1909.

(2) *Élévation des eaux par la chaleur atmosphérique* (1889), et *La conquête pacifique de l'Afrique occidentale par le soleil* (1890). Brochures de M. Tellier, Paris, Michelet.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que je puis aujourd'hui vous dire des travaux de deux ingénieurs américains, MM. Shuman et Willsee (1).

M. Shuman emploie comme fluide moteur de l'eau, tout simplement, dont il utilise directement la vapeur dans une turbine de basse pression.

La chaudière de Shuman est établie sur le principe de serres, c'est-à-dire sur la propriété que possède le verre à vitre de laisser passer la chaleur des radiations solaires, mais de s'opposer à son retour dans l'atmosphère. Cette chaudière est constituée par une grande cuvette bitumée, creusée en forme de bac à une faible profondeur. Pour une puissance de 1 000 chevaux, dans un climat comme celui de l'Égypte par exemple, cette surface aurait (fig. 1 et 2), 120 mètres de côté, avec un fond en asphalte de

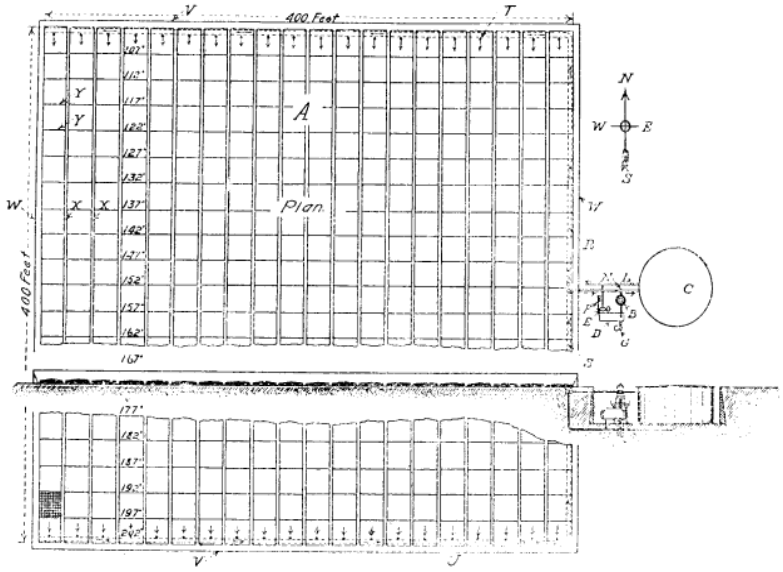


Fig. 1. — Chaudière *Shuman* de 120 mètres de côté, pour une puissance de 1 000 chevaux.

A, chaudière de 120 mètres de côté; B, turbine de 1 000 chevaux; C, réservoir accumulateur de 22m,50 × 9 mètres de haut; D, condenseur; E, pompe à vide; F, moteur à gazoline pour la mise en train; G, pompe pour l'eau de condensation; I, retour de l'eau froide en A le jour et en C la nuit; N, aller de l'eau chaude de A à la turbine et en C; R, distribution de l'eau froide; S, collecteur d'eau chaude; T, distributeurs d'eau froide; U, drainage d'eau chaude.

5 centimètres d'épaisseur, recouvert d'une couche d'eau de 75 millimètres, protégée au nord et au sud par des palissades en bois ou en fer de 3 mètres de haut, à l'est, à l'ouest par des vitrages verticaux de même hauteur. Au-dessus de cette tranche d'eau, on maintient une couche de paraffine de 1mm,5 d'épaisseur, et le réservoir ainsi constitué est fermé par des carrés de verre sur châssis en bois à 0m,15 au-dessus de l'eau. Les parois mêmes du réservoir sont en bois créosoté, beaucoup plus résistant au soleil et moins indéformable que le fer.

L'eau s'écoule lentement sous la couche de paraffine, absorbante de la chaleur et

(1) *Engineering News*, 13 mai 1909.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui dispense d'une seconde lame de verre ; de ce réservoir, elle passe soit directement à la turbine, soit à un réservoir de 22 mètres de diamètre sur 9 mètres de haut, qui emmagasine l'eau nécessaire à la marche de nuit ou pendant les matinées et les soirées, le soleil n'agissant en pleine activité que pendant 6 heures sur 24. L'eau chaude du réservoir générateur, ou du haut de cette réserve, passe dans la turbine, comme vous le montre cette projection (fig. 3), et sa température, dès l'admission à la turbine, s'abaisse de 95 à 40° par exemple, en la transformant en un mélange de vapeur et d'eau, qui, après son action dans la turbine, passe au condenseur refroidi par de l'eau d'irrigation ; de ce condenseur, l'eau condensée froide revient au bas du réservoir

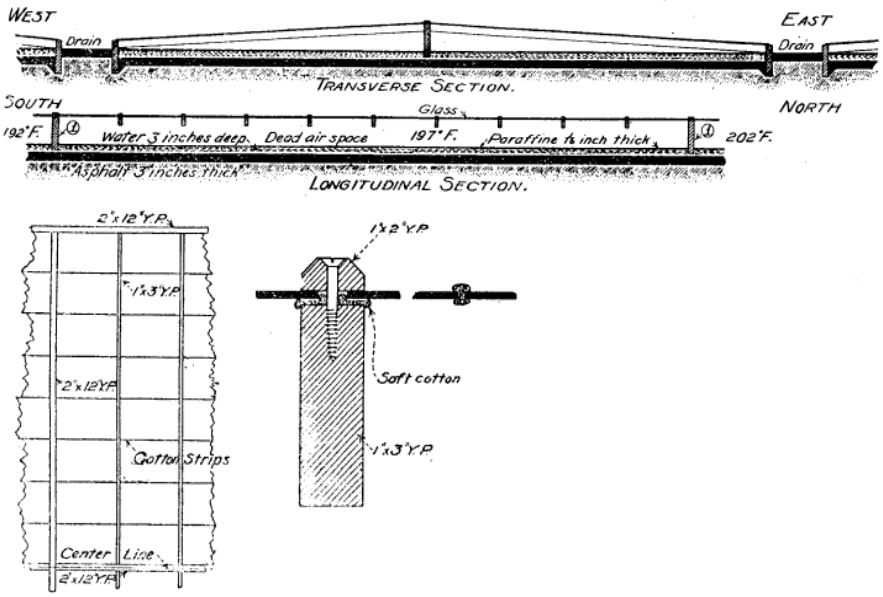


Fig. 2. — Détail de la chaudière *Shuman* A (fig. 1.

accumulateur par un fond percé de nombreux trous qui lui permettent de déplacer lentement l'eau chaude du haut de la réserve, sans s'y mélanger.

Dans cette installation, qui n'est qu'un projet, M. Shuman estime à 200 francs par cheval l'établissement de sa chaudière de 120 mètres de côté, qu'il faudrait remplacer, d'après lui, tous les vingt ans. Ce n'est là, évidemment, qu'une hypothèse, mais basée sur des résultats acquis par de nombreuses expériences, notamment dans une petite installation d'essai que vous voyez sur cette projection, établie en 1907 à Philadelphie, et qui était constituée par un serpentin disposé dans une serre de 6 × 18 mètres, à deux vitrages séparés par une lame d'air. L'eau, portée à une centaine de degrés par les radiations solaires, actionnait une machine verticale à cylindre de 230 × 250 millimètres, dont l'échappement se faisait dans un condenseur aérien. Cette installation d'essai a parfaitement fonctionné en 1907-1908, avec des résultats sur lesquels on s'est basé dans l'étude de ce projet d'une puissance de 1 000 chevaux.

M. Willsee emploie, comme M. Shuman, une chaudière lamellaire à vitrage, mais il

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

applique (fig. 4) la chaleur de son eau à vaporiser un liquide très volatil : ammoniaque ou acide sulfureux, à la vapeur duquel il fait décrire, dans un moteur approprié, le cycle fermé bien connu de ce genre de machines.

M. Willsee a déjà établi plusieurs installations de son système, dont la dernière à Needles, en Californie, avec chaudière de 100 mètres carrés environ, qui a permis de

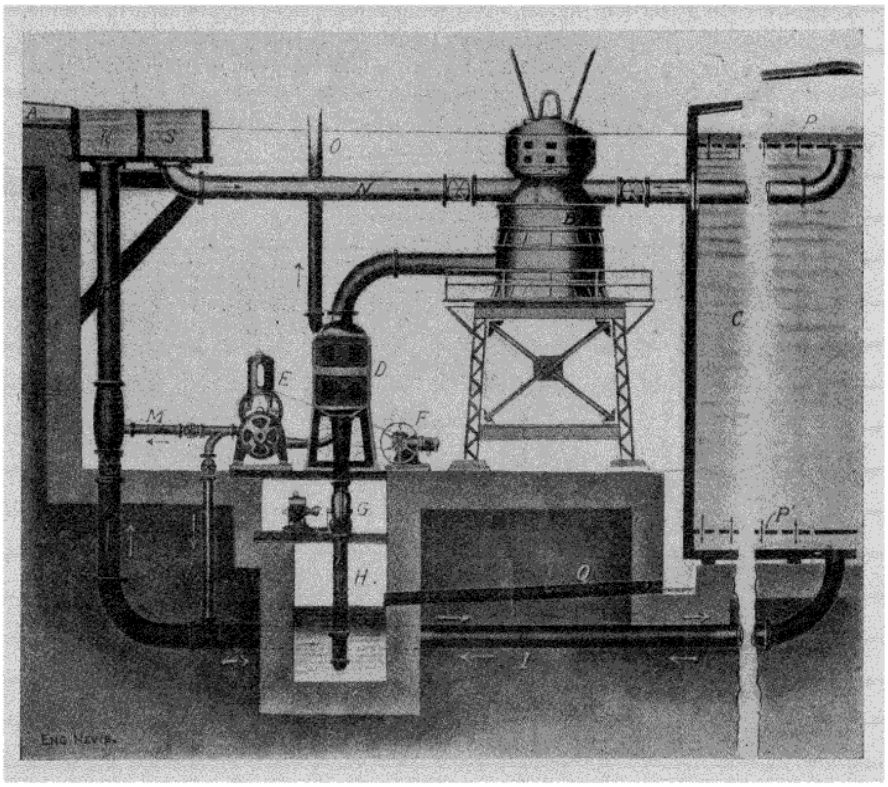


Fig. 3. — Turbine solaire *Shuman* de 1 000 chevaux.

A, chaudière (fig. 1); B, turbine; C, réserve (fig. 1); D, condenseur; E, pompe à vide et son moteur à vapeur, mise en train par le moteur à pétrole F; G, pompe d'eau de condensation; H, puits d'eau froide; I, K, L, M, N comme en figure 1; O, trop-plein du condenseur; Q, drain du puits de C en H; R, arrivée d'eau froide en A; S, sortie d'eau chaude de A.

recueillir une puissance de 15 chevaux en moyenne. Le liquide cyclique employé est l'acide sulfureux.

D'après ces résultats d'une étude pratique de plusieurs années, M. Willsee évalue à 9 francs environ par mètre carré le prix de sa chaudière et de ses accessoires, et compte qu'elle pourrait absorber, dans les régions au-dessous du 34e parallèle, en moyenne, 5 000 calories de chaleur solaire par mètre carré de surface et par jour, ce qui mène, en tenant compte des variations possibles, à une surface d'environ 40 mètres carrés par cheval et à une dépense de 360 francs, à laquelle il faudrait ajouter environ 10 p. 100 pour les accumulateurs de chaleur en réserve. La machine, son condenseur et son

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vaporisateur d'acide sulfureux coûteraient environ 300 francs par cheval, en tablant sur les prix d'une machine de Josse de 400 chevaux construite par Sulzer (1), de sorte que l'on peut évaluer, pour une grande installation de 400 chevaux par exemple, la dépense totale par cheval à environ 800 francs, chiffre très élevé, mais qui, en comptant la dépense de charbon à 7 centimes et demi par cheval, ramène néanmoins le prix du cheval-heure de l'installation solaire à 3 centimes le cheval-heure au lieu de 10 cen-

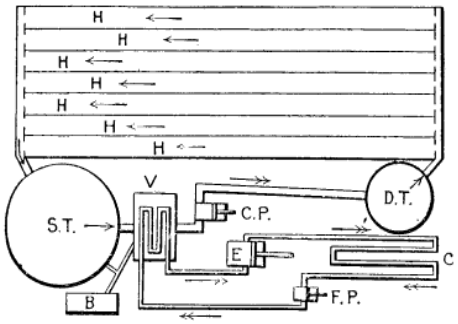


Fig. 4. — Diagramme du moteur solaire *Willsee*. — L'eau du réservoir distributeur DT passe par la chaudière H à la réserve S T puis au vaporisateur V, d'où elle revient à D T par la pompe de circulation CP; B, chaudière de secours en temps brumeux. L'acide sulfureux passe, de V, au moteur E et y revient par le condenseur C et la pompe FP.

times pour l'installation avec une machine à vapeur ordinaire ne coûtant, d'établissement, que 200 francs par cheval. La machine à vapeur, pour ne pas dépenser plus par cheval-heure, devrait se procurer son charbon à 3 fr. 04 la tonne, et ce prix d'équivalence ne pourrait guère s'élever à plus de 10 francs la tonne pour un moteur à gazogène.

J'insiste de nouveau sur ce qu'il ne s'agit encore, ici, que d'espérances, mais assez fondées, semble-t-il, pour que cette renaissance du moteur solaire, à l'origine duquel on rencontre les noms de deux inventeurs français, Mouchot et Tellier, ait mérité de vous être signalée.

Les applications des appareils de levage et de manutention, infiniment variés, parfois sous les formes les plus inattendues, se développent au point que je dois vous en signaler de très remarquables presque à chaque séance, et je n'y manquerai pas aujourd'hui, en vous disant quelques mots du **funiculaire du Wetterhorn**, à Grundelwald, dans l'Oberland Bernois, dont le projet est dû à M. Feldmann et la construction à la Société suisse von Rollshen Eisenwerke et à la maison Brown Bovery. Ce funiculaire, qui n'est autre chose qu'un chemin à câbles ou « cableway » pour voyageurs, fait franchir une hauteur de 425 mètres, en rampe de 1m,16 par mètre en moyenne, entre le village de Grundelwald et une station du Wetterhorn, à 1680 mètres d'altitude.

On a lancé, entre Grundelwald et cette station, deux cableways : un pour l'aller, l'autre pour le retour, composés chacun de deux câbles porteurs superposés, en acier, de 45 millimètres de diamètre et pouvant supporter chacun une charge de 150 tonnes, alors

(1) *Bulletin* de décembre 1901, p. 798.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que leur charge maxima ne dépasse pas 14 tonnes. Sur chacune de ces paires de câbles, roule, comme vous le montre cette projection (fig. 5), un chariot porté par quatre roues de 60 centimètres de diamètre, et auquel est suspendue par un étrier, de manière qu'elle

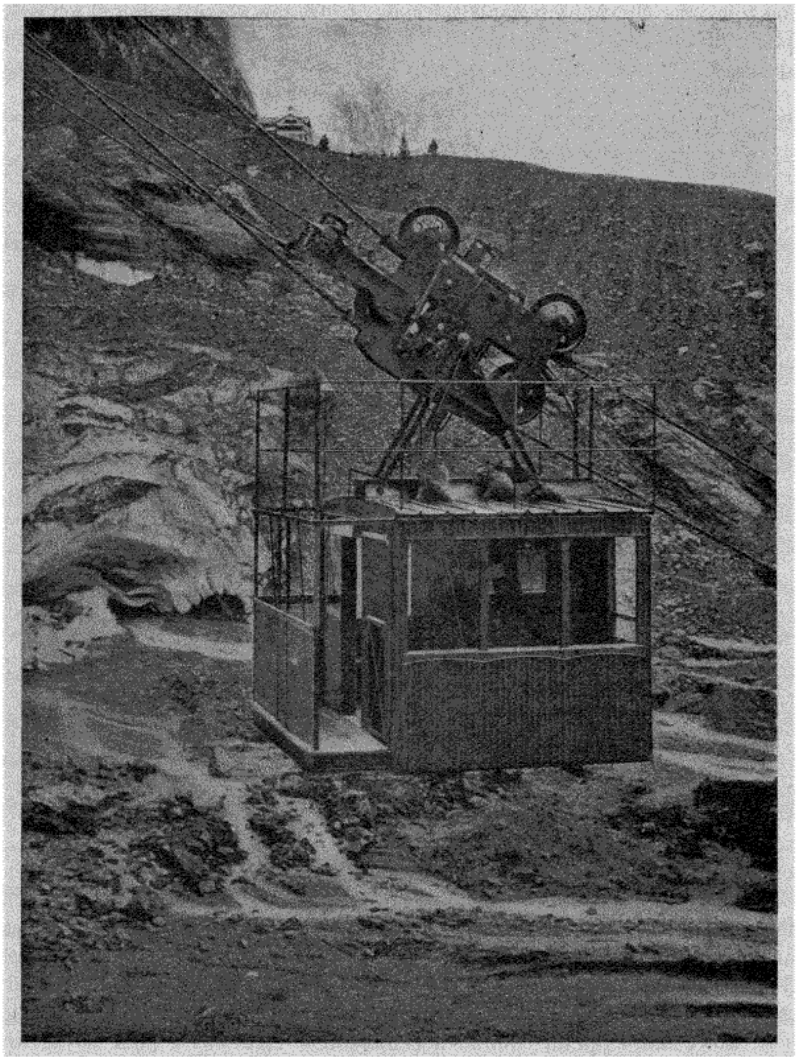


Fig. 5. — Cabine du funiculaire du *Wetterhorn*.

reste toujours verticale, une cabine de $3^m,35 \times 3^m,20$, avec plate-forme et sièges, pouvant recevoir 8 voyageurs assis et 8 debout, pesant à vide 4 tonnes et en charge 5 tonnes et demie.

Chacun des chariots est attelé par un palonnier de $1^m,65$ de long à deux câbles trac-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

teurs de 30 millimètres de diamètre, pouvant supporter chacun une charge de 43 tonnes, alors que leur charge maxima ne dépasse pas 2 500 kilogrammes. Ces câbles sont, à la station supérieure, que vous représente cette projection, renvoyés par des poulies-galets de 3 mètres de diamètre, sur deux poulies à gorge horizontales, de 3m,700 de diamètre, à couronnes dentées en prise avec un pignon central que commande, au moyen d'une transmission appropriée, une dynamo shunt à courant continu de 500 volts et d'une puissance de 50 chevaux. Il résulte de cette disposition que les deux poulies à gorge tournent à la même vitesse et en sens contraire, l'une remorquant la cabine montante et l'autre entraînée par la descendante, de sorte que la dynamo n'a jamais à vaincre, aux frottements près, que la différence entre les poids des voyageurs montants et descendants.

La dynamo est pourvue de tous les dispositifs de sûreté nécessaires : interrupteur automatique aux bouts de courses des cabines, indicateurs de position, freins mécaniques et à la main, freinage automatique par parachute serrant sur les câbles porteurs par ressorts déclanchés en cas de rupture d'un tracteur arrêtant la cabine après 25 centimètres de parcours.

A la station du bas, se trouvent les contrepoids tendeurs de 18 t. 5 pour chaque paire de câbles porteurs, et une batterie d'accumulateurs de réserve permettant d'assurer un service temporaire en cas d'interruption du courant envoyé normalement par une génératrice alternative à 1 200 volts, et transformé en continu de 800 volts. Enfin, à la station supérieure, un treuil commandé électriquement ou à la main actionne un câble auxiliaire avec, à ses deux extrémités, une petite cage de secours, que vous voyez sur cette projection, et qui permet d'accéder à une cabine en panne. Vitesse normale des cabines, 1m,20 par seconde.

Voici une dernière projection qui vous montre bien tout le pittoresque de cette ascension, par un moyen rapide et ingénieux, qui ajoute à ce pittoresque l'apparence d'un danger. Ce funiculaire fonctionne sans aucun incident depuis le 27 juillet passé, et il est probable que son succès lui vaudra de nombreux imitateurs.

La **tourbe** est, comme vous le savez, un combustible des plus inférieurs, en raison de sa grande teneur en eau (90 p. 100 en moyenne) dont il faut se débarrasser plus ou moins pour pouvoir la brûler. En fait, à l'inverse des contrées où se rencontre la houille, les pays tourbeux sont, en général, de pauvres terres de misère, et ces territoires déshérités sont bien plus importants qu'on ne le pense. En Europe, on en évalue l'étendue à 50 millions d'hectares, 12 millions au Canada, 8 aux États-Unis, gisements immenses, dont l'utilisation industrielle constitue l'un des problèmes économiques les plus importants. Jusqu'à présent, cette utilisation a été, malgré de très nombreux travaux dont je vous ai déjà entretenus, rendue presque partout impossible par l'extrême difficulté de l'asséchement de la tourbe, en entendant par là, non pas son simple séchage permettant de la brûler tant bien que mal, mais sa déshydratation poussée au point qu'il n'en reste plus que la matière combustible en briquettes assez solides pour pouvoir être facilement transportées, et d'une puissance calorifique comparable à celle des charbons.

Le principal obstacle à cette déshydratation des tourbes est qu'elles renferment une hydrocellulose gélatineuse retenant l'eau de sa formation au point qu'il est impossible de l'en séparer par compression, filtrage, etc. ; tout passe au travers des filtres, sans y laisser de résidu charbonneux appréciable. Or, il semble, d'après un mémoire pré-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

senté à la dernière cession de l'Iron and Steel Institute, le 14 mai, que l'on est enfin parvenu à dessécher industriellement la tourbe par la destruction de cette hydrocellulose, en chauffant la tourbe dans de l'eau surchauffée à 160, 200 et même 300°.

Ce procédé, dû à M. Ekenberg, et dans le détail duquel je ne puis entrer ici, consiste essentiellement à refouler au moyen de pompes la pulpe de tourbe au travers de tubes-cornues en fer chauffés de manière qu'elle y subisse, à une température d'au moins 150 degrés, une sorte de carbonisation humide, dont l'effet est, qu'après cette carbonisation, cette pulpe, passée aux filtres-presses, y laisse une manière, sorte de lignite artificiel, qui est ensuite transformée en briquettes, puis finalement séchée par les chaleurs perdues de l'usine. Ces briquettes, qui ne renferment guère que 4 p. 100 environ de cendres et 3 p. 100 d'eau, sont solides, imperméables à la pluie, brûlent sans fumée avec une flamme claire, presque sans mâchefer, et en développant une puissance calorifique d'environ 6 300 calories au lieu des 8 000 classiques du charbon. D'après M. Vivian Lewes, ces briquettes seraient, à encombrement égal (densité 1,30), équivalentes aux charbons de Newcastle. Elles vaporiseraient aisément, dans des locomotives, environ 6 kilogrammes 2 par kilogramme de briquette, et sans fumée, au lieu de $6^{kil},7$ dans la même chaudière et avec du charbon. On pourrait s'en servir pour la fabrication du gaz, une tonne de ces briquettes équivalant, comme production de gaz de 7 000 calories au mètre cube, à 700 kilogrammes de charbon; le gaz produit ne renferme pas de soufre et la carbonisation donne 40 à 45 p. 100 d'un coke métallurgique excellent, très tenace sans soufre, de densité 1,6, de puissance calorifique 7 700. En outre, la fabrication des briquettes de tourbe donne, comme sous-produit, le sulfate d'ammoniaque en abondance, considération des plus importantes, notamment pour l'agriculture, à laquelle ce procédé procurerait, s'il venait à réaliser ses espérances, des fertilisants azotés à très bon compte. Grâce à l'emploi de régénérateurs ou récupérateurs de chaleur appropriés la carbonisation humide de la tourbe n'exigerait qu'une dépense finale d'environ 90 à 100 calories par kilogramme de tourbe. Quant au prix de revient de la fabrication de ces briquettes, l'inventeur l'évalue à 5 francs environ par tonne, au total, en tenant compte de la vente des sous-produits.

Ces chiffres ne sont pas encore ceux de la pratique, mais ils résultent d'expériences et d'essais à grande échelle, prolongés et méthodiques, et les procédés de M. Ekenberg ont été très favorablement appréciés par de nombreuses autorités, notamment par la commission du ministère des mines du Canada, dans l'enquête à laquelle elle s'est livrée, en Europe, sur les meilleurs procédés d'utilisation de la tourbe. Cette enquête a abouti à un rapport de 280 pages, des plus intéressants pour tous ceux qui s'occupent de cette question, et dans lequel il est dit que « le procédé Ekenberg est, de beaucoup, le plus séduisant (promising), pour la conversion de la tourbe en combustible ».

Il semble donc qu'il y ait là, tout au moins, la probabilité d'un progrès sérieux dans une industrie des plus importantes, progrès dont la réalité sera probablement démontrée bientôt par la marche des deux usines actuellement en construction, l'une en Irlande et l'autre en Allemagne. J'ai donc cru intéressant de vous signaler ce procédé de M. Ekenberg, toutes réserves faites, bien entendu, entre des espérances si plausibles qu'elles soient, et la sanction définitive de la pratique (1).

(1) Le mémoire de M. Ekenberg a été publié *in-extenso* par l'*Engineering* du 28 mai 1909.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOMINATIONS DE MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ. — Sont nommés membres de la Société, sur présentation par *MM. Alby* et *G. Richard:*

M. Loucheur (Louis), ancien élève de l'École polytechnique, ingénieur constructeur, à Paris;

M. Giros (Alexandre), ingénieur, à Paris.

CONFÉRENCE. — *M. Lyon* fait une conférence sur *l'onde sonore, les conditions de la réalisation des échos, leur suppression, la correction des salles d'audition. Application au Trocadéro, l'étude* a priori *des bonnes salles d'audition.*

S'associant aux applaudissements répétés de l'auditoire, M. le Président félicite et remercie vivement *M. Lyon* de ses remarquables succès dans la solution d'un problème d'acoustique si important et si difficile; il le remercie de sa brillante conférence, ainsi que les artistes, *Mlle H. Chabot, MM. H. Casadessus* et *Patorni*, qui ont bien voulu apporter à cette séance le concours de leurs remarquables talents.

SÉANCE DU 11 JUIN 1909

Présidence de *M. Bertin*, vice-président.

M. Jouanny, secrétaire général de l'Association française pour l'amélioration et la défense de la navigation intérieure, envoie le programme du 2e *Congrès national de navigation intérieure*, qui sera tenu à Nancy du 26 au 28 juillet. Le prix de 10 francs par adhésion donnera droit au compte rendu des travaux du Congrès et à la réduction du demi-tarif sur le prix des billets de chemin de fer. S'adresser au siège de l'Association, 66, rue Caumartin.

La Société des *petits fabricants et inventeurs français* annonce que son exposition — concours Lépine — aura lieu du 10 septembre au 10 octobre au Jardin des Tuileries et sur la terrasse du Jeu de Paume.

M. V. Maubras informe la Société de la constitution d'une *Association française des ingénieurs de chauffage et de ventilation* dont le siège est 15, boulevard Saint-Martin.

MM. J. Hitier et Toulon présentent, avec remerciements aux donateurs, quelques ouvrages offerts à notre bibliothèque, et dont la bibliographie sera publiée au *Bulletin*.

Revue de la quinzaine, par *M. G. Richard.*

MESSIEURS,

Les *lampes à incandescence* à filaments de tungstène vous sont bien connues, et se répandent en active concurrence avec celles au tantale, zircone..., mais on ne connaît

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

guère la manière de préparer ces filaments, aussi ai-je cru intéressant de vous signaler brièvement les procédés récemment brevetés par deux puissantes sociétés qui fabriquent de ces lampes : la *Siemens* et *Halske*, de Berlin et la *Westinghouse* de Vienne.

Le procédé de Siemens et Halske (1) dérive de celui bien connu employé pour l'étirage des fils de platine des objectifs réticules d'optique. Il consiste essentiellement à remplir

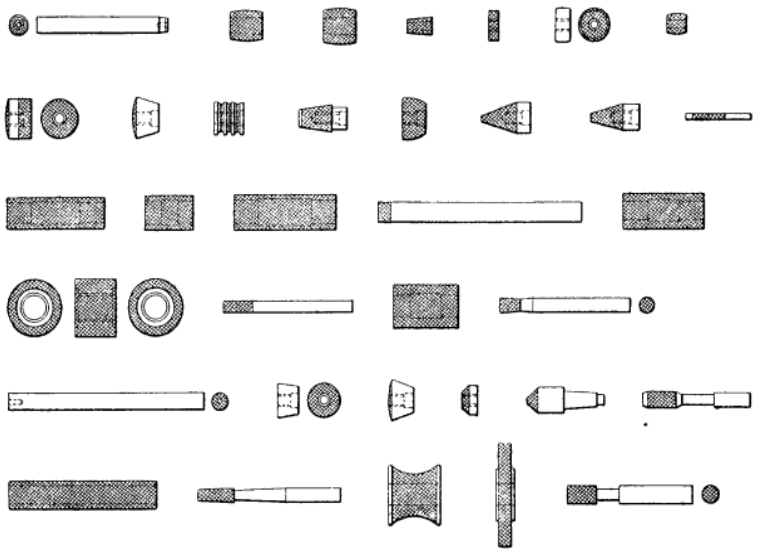


Fig. 1. — Types de limes tournantes da la *DWF*.

de poudre de tungstène, simple ou métallisé comme nous le verrons plus bas, un tube de métal plastique : cuivre, argent, nickel, fermé à ses deux bouts, de 50 millimètres

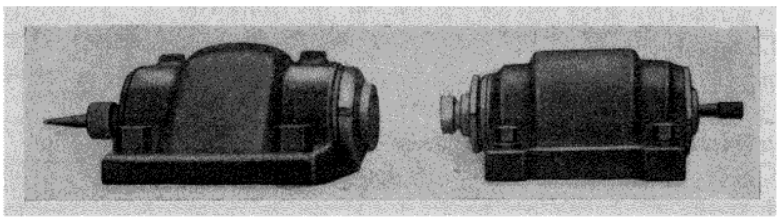


Fig. 2. — Poupées pour limes tournantes de la *DWF*.

de long, 4 millimètres de diamètre extérieur et $0^{mm},2$ d'épaisseur, et enfermé dans un second tube en acier de 4 millimètres de diamètre intérieur et 8 millimètres extérieur, qu'on lamine. Il sort de ce laminage un tube ductile extrêmement fin, avec axe en tungstène entouré d'une mince enveloppe d'acier, que l'on dissout dans l'acide sulfurique ou chlorhydrique dilué. Le tube à tungstène est alors facilement manipulé et chauffé à la forme voulue dans une atmosphère raréfiée d'hydrogène, et si on le porte

(1) Brevets anglais 25854 de 1908 et 2853 de 1909.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rapidement au point de volatilisation du cuivre, il se forme un filament d'un mélange intime de cuivre et de tungstène, ductile, et que l'on peut encore amincir par un second laminage, puis on volatilise le cuivre par un second réchauffage dans le vide.

La poudre de tungstène peut être, avant ce traitement, recouverte par électrolyse d'une légère couche de cuivre ou d'argent de 10 à 20 p. 100 de son poids, dont on peut, d'autre part, retirer des filaments par un laminage direct.

Le procédé Westinghouse (1) part de tungstène obtenu par la méthode de M. Delépine consistant essentiellement à réduire le trioxyde de tungstène par le zinc au rouge et à traiter le produit de cette réaction par un acide de façon à enlever l'excès de zinc ; on lave ensuite le tungstène ainsi obtenu et on en concentre le liquide jusqu'à ce

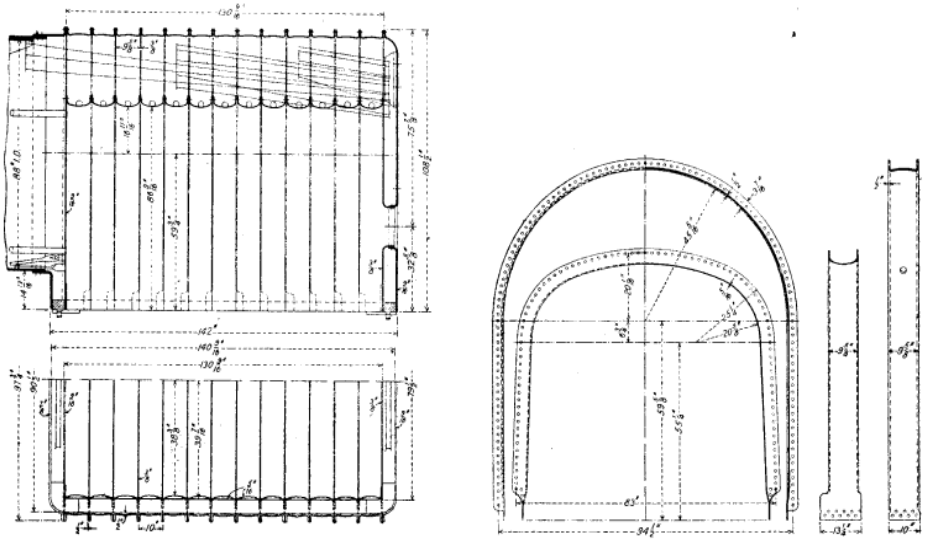


Fig. 3. — Foyer *Shupert*. Coupe, demi-plan. Vue par bout et détail des éléments.

qu'il laisse déposer par évaporation une pâte de tungstène étirable en filaments bruts par filière, et que l'on achève par un procédé quelconque de réchauffage électrique.

Comme exemple permettant de répéter facilement cette opération : on mélange 400 grammes de trioxyde de tungstène avec 800 de poudre de zinc et on chauffe ce mélange, pendant 20 minutes, dans un creuset en porcelaine fermé par un couvercle, et porté de 200 à 300°, puis on élève sa température à 800°, et on la maintient pendant une heure. On pulvérise le produit après refroidissement, et on le traite, dans un bassin en porcelaine, par un mélange d'un demi-litre d'acide chlorhydrique de densité 1,12 additionné d'autant d'eau et de quelques gouttes d'acide azotique. Ce traitement dégage un grand volume de gaz, et on le répète trois fois de suite. Le produit est alors chauffé au bain-marie avec un demi-litre d'acide chlorhydrique étendu de son volume d'eau, de manière à enlever entièrement l'excès de zinc et l'oxyde de zinc, puis on lave le tungstène à grande eau pour enlever l'acide.

(1) Brevet anglais 14942 de 1908.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce produit est concentré dans un mortier, lentement, en l'agitant sans cesse, jusqu'à ce qu'il acquière la ténacité nécessaire pour l'étirage à la filière et à la presse. Les filaments sont chauffés dans un moufle à l'abri de l'air, et maintenus à 800° pendant une demi-heure. Après refroidissement, ces filaments sont terminés en les faisant traverser par un courant électrique continu, dans une atmosphère d'azote et d'hydrogène, où on les maintient au rouge blanc pendant un temps indiqué par l'expérience. Les traces d'oxyde de tungstène que peut renfermer le filament se réduisent, à cette température et dans cette atmosphère réductrice, dont le filament sort prêt pour son insertion dans les lampes.

L'emploi des **limes rotatives**, agissant à la façon de fraises à dents très réduites s'est considérablement répandu en Allemagne; elles permettent, en leur donnant des

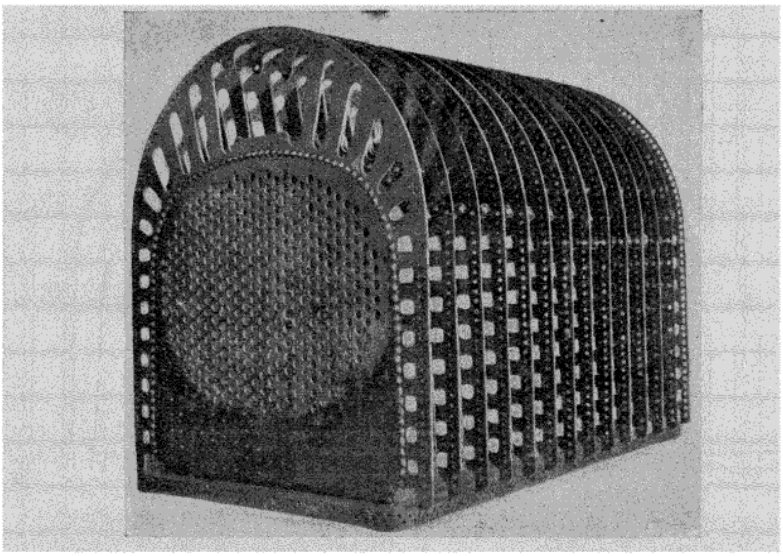


Fig. 4. — Foyer *Shupert* sans la boite à feu.

formes appropriées, de traiter facilement les objets de petites dimensions, au dégrossissage et au finissage.

La construction de ces limes a été étudiée d'une façon approfondie par la Société allemande qui fabrique à Berlin les roulements à billes D W F. La figure 1 représente quelques formes de ces limes. Ces limes sont emmanchées dans des broches à roulements sur billes, telles que celle que vous montre cette projection (fig. 2), commandées, par des poulies à cordes, à des vitesses allant jusqu'à 3000 tours par minute.

Pour certaines opérations, telles que le finissage de très petits trous et le nettoyage de petites cavités, ces limes ont des diamètres extrêmement faibles, jusqu'à un dixième de millimètre.

L'emploi de ces limes, encore presque inconnues chez nous, permettrait, dans bien des cas, des gains de 20 à 50 p. 100 sur la durée et le prix du travail (1).

(1) *American Machinist*, 29 mai 1909.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Voici (1) une nouvelle forme de **foyer de locomotive** due à *M. J. Shupert*, dérivée de

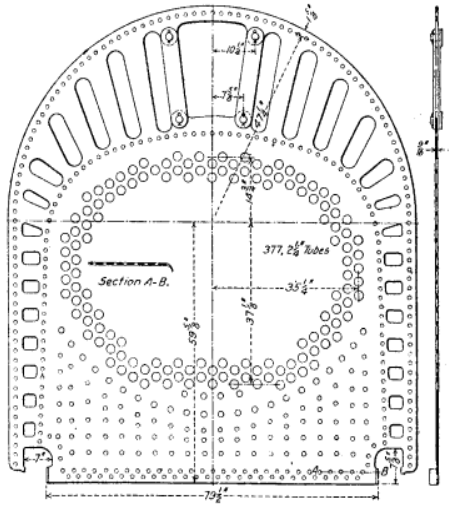


Fig. 5. — Foyer *Shupert*. Vue d'avant.

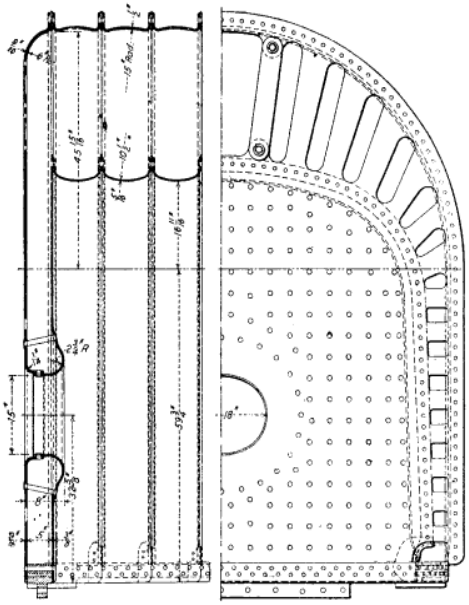


Fig. 6. — Foyer *Shupert*. Coupe par la porte du foyer et vue d'arrière.

celle de Polonceau (2) et qui présente, comme elle, l'avantage de se dispenser des

(1) *Railroad Gazette*, 28 mai 1909.
(2) G. Richard, *la Chaudière locomotive*, p. 11.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

armatures ordinaires du ciel et des entretoises, que l'on ne retrouve plus qu'à la plaque tubulaire et à l'arrière du foyer.

Dans son application à la locomotive n° 917 de l'Atchison Topeka Rr., ce foyer est en 13 sections nervurées et rivées les unes aux autres, comme vous le voyez sur ces projections (fig. 3 à 7) et avec les ares du ciel reliés à ceux du foyer par des tôles prises

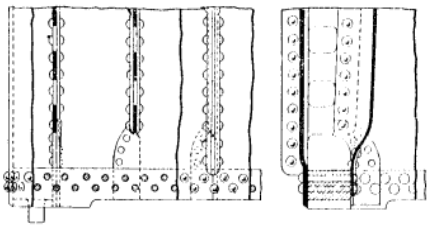


Fig. 7. — Foyer *Skupert*. Détail du cadre.

dans la rivure et largement perforées d'ouvertures permettant la circulation de l'eau. Les éléments de ces sections sont formés de gouttières convenablement embouties puis courbées sur mandrins à la presse hydraulique. Les recouvrements de ces sections, au bas de la boîte à feu, sont rivés et soudés à la soudure autogène, de manière à assurer leur parfaite étanchéité.

Les avantages espérés de cette forme de foyer sont sa légèreté, la liberté de ses dilatations, de la circulation de l'eau et du dégagement de la vapeur dans ses larges murailles d'eau et sur le ciel du foyer.

RAPPORTS DES COMITÉS

Sont lus et approuvés les rapports de :

M. Imbs, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur les *machines à griller les filés*, de *M. Petitalot ;*

M. Toulon, au nom des Arts économiques, sur le *cinématographe* de *M. de Proszynski.*

COMMUNICATION

M. L. Le Chatelier fait une communication sur *la construction et le montage du viaduc des Fades.*

M. le Président remercie M. Le Chatelier de sa très intéressante communication et le félicite du succès de ce beau travail, qui fait honneur à l'industrie française tout entière aussi bien qu'à la Société Cail de Denain et à ses collaborateurs, qui ont su le mener à bonne fin avec tant de précision et d'élégance, parmi de si grandes difficultés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BIBLIOGRAPHIE

Supplément aux meilleurs blés. *Description et culture des principales variétés de froments d'hiver et de printemps*, par VILMORIN-ANDRIEUX et Cie. Paris, chez Vilmorin-Andrieux et Cie, 4, quai de la Mégisserie.

C'est à M. H. de Vilmorin que nous devons la magistrale publication *Les meilleurs blés*. Mais depuis 1880, date de cette publication, de nouvelles variétés ont été introduites dans la culture et y ont pris même une importance exceptionnelle.

M. Philippe de Vilmorin nous donne aujourd'hui, dans le *Supplément aux meilleurs blés*, les descriptions de ces nouvelles variétés, descriptions à la fois brèves et claires, mais très complètes cependant, et d'autant plus instructives que l'auteur a pris soin de résumer dans chacune des variétés les appréciations des praticiens et les notes prises dans les champs d'expériences de la maison Vilmorin-Andrieux et Cie.

Le texte est, du reste, accompagné de magnifiques planches en simili-gravure de la plus grande exactitude, représentant les épis de chaque variété de grandeur naturelle et les grains avec un grossissement de deux pour un.

Avec une bien légitime fierté, M. Ph. de Vilmorin a pu justement rappeler en tête de ce *Supplément aux meilleurs blés*, que c'est à son père M. H. de Vilmorin que sont dus, pour une large part, les progrès énormes faits par la culture du froment dans les trente dernières années.

C'est H. de Vilmorin, en effet, qui, par hybridation méthodique, dota l'agriculture de ces races merveilleusement adaptées à notre climat : *Dattel*, *Bordier*, *Massy*, *Tisos*, *Bon fermier*, etc.

La présente publication et les nouveaux hybrides dus à M. Ph. de Vilmorin sont la meilleure preuve que l'œuvre commencée par M. H. de Vilmorin se poursuit toujours à Verrières avec la même méthode, le même esprit scientifique, le même bon sens pratique, et que l'agriculture, par conséquent, est en droit d'en espérer toujours les mêmes heureux résultats, les mêmes bienfaisantes découvertes.

H. H.

Manuel pratique de la fabrication du caoutchouc et des produits qui en dérivent, par ADOLF HEIL et W. ESCH. Paris, librairie polytechnique Ch. Béranger, 15, rue des Saints-Pères, 1909 (Prix : 12 fr. 50.).

Le présent ouvrage a pour but de compléter les ouvrages qui existent déjà sur le caoutchouc et sur ses applications. Le plus souvent, la fabrication proprement dite n'avait été traitée que dans ses grandes lignes, et il fallait recourir aux articles spé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ciaux des revues techniques pour étudier le détail de telle ou telle branche spéciale de fabrication.

L'ouvrage débute par une introduction sur les plans et l'installation d'une fabrique d'articles en caoutchouc.

Il est divisé en six parties qui sont relatives à la matière brute, à la vulcanisation, aux mélanges, au caoutchouc mou, au caoutchouc durci, à la régénération des déchets.

1° *Caoutchouc brut.* — Les propriétés physiques et chimiques sont exposées, en ayant soin de rattacher toutes les questions théoriques à la partie pratique. Puis la purification mécanique est décrite par lavage suivi d'un séchage. Le chapitre traite ensuite des mélanges et de leur façonnage en feuilles.

2° *Vulcanisation du caoutchouc.* — La vulcanisation, inventée par l'Américain Charles Goodyear, ne fut pas le résultat d'un hasard, mais bien de longues recherches. La vulcanisation se fait à chaud ou à froid, sous presse ou en bain, ou dans des chambres de chauffage.

Tout particulièrement détaillée et intéressante est la description des procédés divers de vulcanisation des étoffes et tissus caoutchoutés.

3° *Mélanges.* — Il n'existe pas encore de base théorique générale. Les facteurs qui jouent leur rôle sont : la nature du caoutchouc, le mode d'emploi des produits, la couleur désirée, l'uni ou les dessins de la surface. C'est le soufre doré d'antimoine qui sert à préparer les articles de caoutchouc de couleur rouge-clair. La préparation du factice, la manipulation du bain, la question des additions soit de poix, soit de graisses sont successivement détaillées. Entre temps, plus de cinquante recettes de mélanges sont données pour les emplois les plus variés, depuis les plaques de garnitures et d'imperméabilisation, depuis les nattes et tapis, les cercles, les câbles, les fils, les tuyaux à eau, à bière, à vin, à acides, à lessives, à gaz, jusqu'aux clapets, aux tampons, aux bouchons, aux éponges, aux bandes de billards, aux balles, etc.

4° *Caoutchouc mou.* — Le chapitre renferme la fabrication des tuyaux de genres variés, celle des objets en forme, des courroies, des cylindres, des tissus caoutchoutés, des souliers en caoutchouc, des fils isolants, des gommes à effacer, des fils élastiques.

5° *Caoutchouc durci.* — Fabrication de la poussière. Articles moulés. Imitations.

6° *Régénération des déchets.*

La caractéristique de cet ouvrage précieux est de traiter au point de vue pratique et avec un luxe de détails pratiques qu'on ne trouve nulle autre part, la fabrication des si nombreux objets qui sont compris aujourd'hui dans l'industrie du caoutchouc. L'ouvrage apprendra beaucoup de choses à beaucoup d'industriels dans le domaine de la technique. J. G.

Technique de la peinture à l'huile dans les travaux du bâtiment, par M. A. VAILLANT. — **La peinture et la décoration du bâtiment**, par M. PAUL FLEURY. — Paris, librairie polytechnique Ch. Béranger, 15, rue des Saints-Pères, 1908. (Prix de chaque volume, 10 francs.)

Les questions qui se rapportent à la peinture en bâtiment sont plus que jamais à l'ordre du jour, au moment où le Sénat est le théâtre d'une bataille peut-être finale pour et contre la céruse. Elles le resteront d'ailleurs aussi longtemps que l'on construira des bâtiments et que l'on les revêtira, à l'intérieur ou à l'extérieur, de couches de peintures protectrices ou décoratrices.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les deux nouveaux ouvrages, dont la maison d'éditions Ch. Béranger, si féconde en éditions d'un vif intérêt pour nombre de nos industries, a enrichi sa collection, possèdent des caractères très dissemblables.

La *Technique de la peinture à l'huile* de M. A. Vaillant n'est ni un Traité, ni un Manuel. Il a pour but de grouper suivant une certaine méthode, un choix de principes, de faits, d'observations et d'expériences ; puis, cette synthèse faite, de tirer des conséquences pour la technique, et en particulier en ce qui concerne le procédé de travail à suivre et la solidité de la couche appliquée.

L'auteur, dit-il, a constaté chez lui et chez la plupart de ceux qui parlent peinture une grande insuffisance de notions précises, par suite de la méconnaissance du rôle du subjectile. Son travail a été entrepris à l'occasion de la lutte contre l'emploi de la céruse ; c'est le résultat de l'étude que M. Vaillant a fait des travaux publiés, pour son instruction personnelle et pour en tirer personnellement des déductions générales. Il n'est pas d'un faible intérêt au lecteur compétent que de voir comment une intelligence, qui se déclare complètement ignorante de la chimie et sans possibilité de se livrer à des expériences, critique des faits observés par d'autres et essaye d'en tirer des conclusions rationnelles et techniques pour les constructeurs.

Les sujets traités sont successivement, avec de nombreux retours, la toxicité de la peinture au plomb, les conditions générales de la peinture à l'huile, les subjectiles, les mastics et enduits ; la céruse et le blanc de zinc, l'huile siccative dans la peinture à l'huile ; le pouvoir couvrant, et les idées de MM. Breton et Lenoble ; les particularités et enfin les principes de la couche de peinture.

L'œuvre est de caractère plutôt spéculatif.

La peinture du bâtiment de M. P. Fleury est tout à fait technique.

« Les ouvrages de M. Fleury, dit l'éditeur dans son avertissement, sont avant tout conçus dans un esprit essentiellement pratique et, en outre, le côté si ingrat de la technique pure s'y trouve traité de façon particulièrement claire, très agréable à la lecture. — Dans ce nouveau traité, on trouvera exposés non seulement les principes consacrés par l'expérience séculaire des peintres, mais encore les moyens et procédés nouveaux introduits depuis plusieurs années dans la pratique courante. L'auteur s'est attaché surtout à démontrer l'accord parfait qui existe entre la théorie et la pratique, appuyées et contrôlées elles-mêmes par une science tout élémentaire mais encore peu connue des réels praticiens. »

Une partie plus théorique, sous le titre : *Raisonnement*, traite de la solidité des couleurs et des peintures, du jugement rationnel des nuances et des tons, enfin des divers aspects de la peinture.

Une seconde partie : *Pratique des travaux*, traite des apprêts généraux, du minium et du grattage ; des couches de fond et des couches de finission ; du détail des opérations pour tous les travaux tant à l'intérieur qu'à l'extérieur ; de la peinture en décor ; de l'imitation des marbres, de l'imitation des bronzes ; de la peinture en lettres ; du filage et de la fausse moulure.

On voit combien ce plan est pratique, et combien sa réalisation touche aux sujets les plus nombreux et aux intérêts les plus variés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Essais sur l'histoire de la quincaillerie et petite métallurgie à Saint-Étienne et dans la région stéphanoise. — Historique de l'armurerie stéphanoise. (Étude sur le régime légal et la situation économique de l'industrie des armes à Saint-Étienne depuis les origines jusqu'à nos jours.) — **Histoire de la rubanerie et des industries de la soie à Saint-Étienne et dans la région stéphanoise**, suivie d'un **Historique de la fabrique de lacets à Saint-Chamond.** (Étude sur le régime économique et la situation générale depuis les origines jusqu'à nos jours.) — **Histoire économique de la métallurgie de la Loire**, suivie d'une **Notice sur la construction mécanique et l'industrie des Cycles et Automobiles dans la région stéphanoise**, par M. L.-J. Gras. Saint-Étienne, J. Thomas et Cie.

M. L.-J. Gras, secrétaire-général de la Chambre de commerce de Saint-Étienne et secrétaire-archiviste du Comité des Forges de la Loire, poursuit depuis une dizaine d'années une série d'études historiques et économiques dont on ne peut trop faire ressortir le haut intérêt. Après avoir exposé dans la Revue Forézienne l'état des industries stéphanoises au commencement du XIXe siècle (**Le Conseil de commerce de Saint-Étienne**), puis les vœux des industries stéphanoises sous l'Empire et sous la Restauration (**Histoire de la Chambre consultative des Arts et Manufactures de Saint-Étienne**), M. L.-J. Gras s'est proposé de développer l'histoire économique des principales industries de la région de Saint-Étienne. La poursuite de ce plan l'a amené à nous donner jusqu'ici l'histoire de la quincaillerie et de la petite métallurgie en 1904; puis celle de l'armurerie en 1905; celle de la rubanerie en 1906; enfin celle de la métallurgie en 1908.

Il reste à écrire l'histoire des mines et celle de la verrerie, l'histoire de quelques industries moins importantes de la région (eaux minérales, chapellerie de Chazelles-sur-Lyon, toiles de Panissières), enfin l'histoire du commerce local (alimentation, vêtement, habitation) pour compléter l'histoire des industries-mères de la région.

L'œuvre de M. L.-J. Gras est considérable. Nos lecteurs en auront un aperçu en jetant avec nous un coup d'œil sur les Tables des matières des volumes consacrés à la rubanerie et à la métallurgie.

HISTOIRE DE LA RUBANERIE

Une première partie est consacrée à l'histoire de la rubanerie et des industries de la soie avant la Révolution.

L'énumération des corporations de rubaniers et de passementiers est suivie d'un résumé de l'organisation de la grande Fabrique lyonnaise. Puis sont exposés les statuts des corporations, de 1585, de 1630, de 1682-1743 pour les rubaniers de Lyon, le régime de 1630 à 1789 pour les rubaniers de Saint-Chamond, de Saint-Didier, et enfin le régime en vigueur à Saint-Étienne de 1630 à 1789. Les conflits de fabrication, les priviléges, l'introduction des métiers à la zurichoise. Les règlements corporatifs des mouliniers. Les règlements de teinture. Les confréries. Le régime douanier des soies et des rubans avant 1789 et la douane de Lyon. Enfin, la situation générale de la rubanerie et des industries de la soie avant la Révolution.

Une seconde partie est consacrée à l'histoire depuis la Révolution. Le tribunal du Commerce de Saint-Étienne, les Chambres de commerce, les Conseils de Prud'hommes; les Associations professionnelles patronales et ouvrières; la Condition des soies; les courtiers assermentés; les brevets d'invention; les prix aux inventeurs; les moteurs mécaniques; le conflit avec les usines à feu; les dessins de fabrique; l'enseignement professionnel; la législation tant ouvrière que financière; les usages commerciaux, les tarifs douaniers et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les traités de commerce sont successivement exposés, pour finir par un aperçu général sur la situation de la rubanerie et des industries de la soie dans les diverses périodes industrielles qui se sont écoulées depuis la Révolution.

Une troisième partie contient l'historique de la fabrique de lacets de Saint-Chamond. Une quatrième et dernière partie renferme les pièces annexes.

Histoire de la métallurgie. — Dans son avant-propos l'auteur dit avoir beaucoup hésité avant d'entreprendre cette partie de son plan. L'industrie de la métallurgie n'est pas très ancienne dans la région; l'histoire économique semblait donc à première vue n'occuper qu'une place très secondaire. Mais une fois mis à l'œuvre, les documents sont venus, innombrables et de sources les plus diverses.

L'ouvrage est divisé en chapitres généraux. Une introduction traite de la métallurgie française avant le XVIIIe siècle, au XVIIIe siècle, avant 1789, sous la Révolution et l'Empire, avec un coup d'œil sur la révolution industrielle au XVIIIe siècle en Angleterre. — Le ch. I est consacré aux origines de l'industrie métallurgique de la Loire et à son histoire jusqu'en 1840. — Le ch. II expose l'organe des intérêts généraux de la métallurgie: Chambres de commerce; Conseils des prud'hommes; Syndicats patronaux et ouvriers. — Les ch. III, IV, V, la législation; les tarifs de la douane; les transports. — Les ch. VI, VII, et VIII sont consacrés à l'historique de 1840 à nos jours. — Des annexes traitent de la construction mécanique et des cycles et automobiles.

La lecture de ces volumes nous inspire plusieurs réflexions. D'abord, tous nous sommes enthousiastes de voir des érudits poursuivre des œuvres locales d'une aussi haute portée que celle entreprise par M. Gras. L'histoire générale n'est que l'ensemble des histoires particulières; et l'érudit local est mieux placé que tout autre historien pour étudier et exposer les dernières, avec un outillage également bon de critique, de paléographie, de connaissances générales. Il est mieux placé parce qu'il se trouvera aidé par un monde de souvenirs, de sentiments, d'intérêts mêmes, qui ne se retrouvent pas à l'éloignement. Comme l'a dit Lucrèce : *Est memoria rerum*, il est une mémoire des choses, là où les faits se sont passés. Et cette mémoire des choses apporte un adjuvant merveilleux au talent de l'historien.

Nous devons dire *le grand talent*, car la lecture de ces volumes nous a charmés. Elle est rendue très facile par la simplicité de la phrase, l'art avec lequel les renseignements économiques, commerciaux, historiques ou statistiques se suivent sans se mêler, et l'esprit qui anime et vivifie un exposé de documents parfois arides. L'auteur rappelle que Saint-Étienne a été appelé par un écrivain du XVIe siècle : « l'arsenal du boiteux mari de Vénus »; mais, dit-il, Saint-Étienne a autre chose que l'armurerie, elle a la rubanerie; elle travaille non seulement pour le mari de Vénus, mais aussi pour Vénus elle-même. Et l'auteur a écrit de façon non seulement à nous instruire, mais encore à nous charmer.

« Mon intention, dit M. L.-J. Gras, a été d'exposer sommairement le régime et la situation de la métallurgie de la France, avant sa naissance dans la région de la Loire; ensuite de montrer le développement de cette industrie dans cette région; enfin, de résumer les questions économiques spéciales qui l'intéressent. Mon but, simple et modeste, était de réunir d'innombrables renseignements épars et de dégager le champ des recherches. J'espère avoir jeté un peu de lumière sur l'histoire de l'une de nos grandes industries, sauvé de l'oubli quelques fragments d'histoire, et intéressé aux souvenirs que ce livre contient. »

C'est un espoir pleinement réalisé. L'auteur en a eu la preuve dans les témoignages

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'intérêt si nombreux et si précieux que son œuvre lui a attirés, et auxquels nous le prions de nous laisser joindre le modeste tribut des lignes qui précèdent.

Des œuvres comme celle-ci, en faisant connaître et aimer davantage de chacun sa petite patrie, nous forcent à ne pas douter de la grande patrie.

Un pays qui peut s'enorgueillir d'aussi beaux exemples industriels et de si nombreuses vies consacrées tout entières au labeur calme de l'intelligence n'a-t-il pas le droit de conserver les plus grandes espérances pour l'avenir?

L'histoire de la métallurgie de la Loire, dit ailleurs M. Gras, peut servir d'exemple à un point de vue général et élevé, pour montrer qu'une industrie, pour se maintenir, n'a pas de meilleur moyen que de se tenir à l'avant-garde du progrès. [J. G.].

Bulletin scientifique et industriel de la maison Roure-Bertrand fils, de Grasse.

Voilà une publication qui fait honneur aussi bien, à la science et à l'industrie françaises, qu'à l'esprit d'initiative et de progrès de la maison qui l'a conçue et réalisée.

La maison Roure-Bertrand fils est membre de notre Société depuis plus d'un demi-siècle. Il s'est donc créé entre elle et nous des liens de quasi-parenté, et nous sommes d'autant plus heureux et fiers d'avoir l'occasion de dire ici tout le bien que nous pensons de son Bulletin. [J. G.]

Ce Bulletin paraît deux fois par an, depuis 1900. M. Roure-Bertrand fils s'est proposé de fournir le moyen de suivre, sans recherches bibliographiques, l'évolution continuelle que subit l'industrie des parfums et des huiles essentielles. Et la conviction qu'il avait de faire ainsi œuvre utile pour notre industrie n'a pas été trompée.

Le Bulletin comprend trois parties. Dans la première, on trouve l'exposé des recherches très intéressantes effectuées par les chimistes de la maison. La deuxième partie renferme une revue industrielle des perfectionnements de fabrication, et la troisième partie, une revue des travaux récents sur les parfums et les huiles essentielles.

Des deux premières parties, je signalerai plus spécialement les Recherches sur le mode de formation des essences dans les végétaux (mars et octobre 1900); des notes sur les récoltes de fleurs et de plantes aromatiques (oct. 1900 à avril 1906); des recherches sur le rôle de la fonction chlorophyllienne dans l'évolution des composés odorants (mars 1901); des recherches sur le mécanisme de l'éthérification chez les plantes, par MM. Charabot et Hébert (oct. 1901); les recherches chimiques sur la végétation des plantes à parfums, sur la formation, la distribution et la circulation des produits odorants, de MM. Charabot et Hébert (mars 1902 à oct. 1907); les recherches sur la distribution des substances organiques chez les plantes (avril 1903); l'industrie résinière landaise et ses produits, de M. Vèzes (avril 1909); la production et le commerce de l'huile d'olive (avril 1909); de nombreuses contributions à l'étude des huiles essentielles; des notes sur les huiles essentielles des colonies et sur les produits exotiques (oct. 1901 à avril 1902; ainsi que sur les récoltes de fleurs et de plantes aromatiques (oct. 1900 à avril 1906); suivies d'études périodiques sur le marché des essences, et sur les récoltes florales du midi de la France, avec nombreuses photographies.

Mentionnons encore une bibliographie choisie, depuis octobre 1908, en tête de la troisième partie; et depuis avril 1909 un sommaire qui manquait pour chaque numéro.

Le Bulletin paraît en français, en allemand et en anglais. Il est publié par séries de dix numéros. Chaque série forme un volume, avec table des matières et index alphabétique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Histoire de la Manufacture royale de glaces de France, au XVIIe et au XVIIIe siècle, par ELPHÈGE FRÉMY. Librairie Plon-Nourrit et Cie, 8, rue Garancière, Paris (7 fr. 50).

L'histoire de l'industrie des glaces en France était éparse dans des monographies comme celle d'Augustin Cochin, intéressantes mais un peu sommaires ; dans la collection des travaux relatifs à la verrerie, à l'évolution commerciale ou à telle ou telle manufacture envisagée à un point de vue tout à fait local. La solide étude du Cte Elphège Frémy a épuisé, on peut le dire, le sujet. Nous assistons au grand effort initial de Colbert pour surprendre les secrets de la fabrication vénitienne et créer dans le royaume une concurrence dont il ne prévoyait peut-être pas lui-même l'éclatant avenir. La manufacture d'État des glaces, favorisée par un régime d'exception pendant cent cinquante ans, se sépara nettement des tentatives d'ordre similaire et opéra une véritable révolution dans l'ornementation et l'ameublement. Cette évocation d'un noble passé se poursuit jusqu'à la transformation en Société anonyme en 1830, en traversant les curieuses reconstitutions marquées par l'avènement de François Plastrier, par la compagnie d'Antoine d'Agincourt et par l'adoption des privilèges. L'auteur, avec force détails captivants, scrupuleusement contrôlés, a examiné l'institution nationale, dont Saint-Gobain continue les traditions en les modernisant, dans ses rapports avec le pouvoir, dans son administration intérieure, dans la variété de ses procédés. Son livre, très complet, s'appuie sur une documentation précise empruntée aux archives de Saint-Gobain, des départements intéressés, de Venise même, sans oublier nos grandes collections nationales. C'est un monument digne de l'industrie dont il rappelle les avatars, les luttes, les victoires, tous les antécédents glorieux ou simplement instructifs.

Le vol naturel et le vol artificiel, par SIR HIRAM S. MAXIM, traduit de l'anglais par le lieutenant-colonel ESPITALLIER. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1909 (6 francs).

Les succès de l'aviation ont fait éclore toute une littérature spéciale où les uns se contentent de faire l'historique pittoresque des tentatives heureuses des frères Wright et de leurs émules, tandis que autres s'efforcent de soumettre au calcul un problème encore imparfaitement posé, dans ses éléments essentiels.

Ce qui manque le plus, aujourd'hui, c'est une expérimentation méthodique qui permette d'analyser chacun de ces éléments et de déterminer notamment la meilleure forme qu'il convient d'adopter pour les surfaces sustentatrices et pour les hélices. Force nous est encore de nous reporter pour cela aux premières expériences réalisées par O. Lilienthal, Langley, Hiram Maxim. Ce dernier, plus connu par les canons qu'il a inventés, est un véritable précurseur de l'aviation, car ses principales expériences datent de 1889 ; et sur sa grande machine volante, on trouve déjà tous les organes qui constituent l'aéroplane moderne ; le moteur actuel lui manquait, et c'est pourquoi son succès ne fut pas complet. Mais ce qu'il faut admirer, c'est l'esprit de méthode avec lequel sir Hiram Maxim a préparé la construction de cette machine volante par une série d'expériences de détails sur tous les éléments divers qui devaient la composer.

Ces expériences sont analysées avec une sagacité et une précision qui recommandent cet exposé à l'attention de tous ceux qu'intéresse le problème de l'aviation. Les mathématiques abstraites en sont bannies ; mais on y rencontrera tant de renseignements précieux et originaux, tant de conseils pratiques, que c'est rendre service aux spécialistes eux-mêmes que de leur recommander la lecture de cet intéressant ouvrage, qui résume d'une façon claire et complète la question du vol.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les origines du cinématographe, par M. GEORGES DEMENY. Paris, Henry Paulin et Cie, 21, rue Hautefeuille, 1909 (1 franc).

L'histoire du « Cinématographe », les différentes étapes de cette invention sont mal connues du public. M. Demeny est connu depuis longtemps par sa collaboration avec le professeur Marey et ses travaux sur les mouvements et l'éducation physique; il était donc, plus que tout autre, qualifié pour établir l'exactitude des faits, étant donnée la part qui lui revient dans cette invention.

Le Monteur électricien, par BARNI et MONTPELLIER; troisième édition entièrement refondue, par E. MAREC. Librairie J.-Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille, Paris (5 francs).

L'accueil favorable réservé aux deux premières éditions du « Monteur électricien » a montré le grand intérêt s'attachant à un ouvrage élémentaire au point de vue théorique, mais où abondent les renseignements pratiques.

Cet ensemble de connaissances, si nécessaire au personnel chargé du montage et de l'exploitation des installations, pourra, du reste, être également consulté avec fruit par les ingénieurs possédant une instruction théorique approfondie, mais souvent embarrassés par des détails de pratique courante.

Chaque fois que l'occasion s'est présentée, M. Marec, chef d'atelier à l'École supérieure d'électricité, a complété les renseignements pratiques déjà si abondants dans les précédentes éditions.

Le premier chapitre, consacré aux notions préliminaires, présente les principes des phénomènes électriques dans un langage qui est en même temps accessible à tous et rigoureusement exact au point de vue scientifique. Dans les chapitres relatifs aux dynamos à courant continu, M. Marec présente clairement au lecteur le fonctionnement de ces machines. Les nombreuses données pratiques sur les lampes à arc et à incandescence, sur les appareils accessoires de toute installation, sur la construction, l'établissement et les essais de canalisations aériennes et souterraines, extérieures et intérieures; sur les alternateurs mono et polyphasés; sur les moteurs électriques; sur les systèmes de distribution, etc., constituent autant de monographies où le praticien pourra trouver facilement les renseignements dont il peut avoir besoin pour l'exécution des installations, leur mise en service et leur entretien.

Le volume se termine par un exposé des premiers secours à donner aux victimes des accidents.

Exploitation des ports maritimes, par M. DE CORDEMOY (63e volume de la Bibliothèque du Conducteur des travaux publics). Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1909 (relié, 15 francs).

Cet ouvrage fait suite aux deux remarquables volumes de la même collection consacrés à la construction des ports maritimes. Il traite spécialement des ports au point de vue de leur utilisation pratique et de leurs conditions économiques. L'auteur s'occupe successivement des divers régimes appliqués aux ports en France et à l'étranger, des ports francs, des installations permettant de tirer le meilleur parti des ports (hangars, magasins, quais, manutention, machinerie, etc). Il étudie ensuite divers cas particuliers, la réparation des navires (cales, formes de radoub, docks flottants), les droits de port et, après l'examen particulier de quelques ports, termine par les règlements relatifs à la police des ports et à leur exploitation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Irrigations et drainage; l'eau dans les améliorations agricoles, par E. Risler et Wéry, 2e édition refondue. (*Encyclopédie agricole.*) Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille, 1909 (5 fr.).

Ce livre comprend trois parties : 1° l'eau, la plante et le sol; 2° l'emploi de l'eau en agriculture ou les irrigations; et 3° la défense contre les eaux nuisibles ou le drainage.

Les auteurs retracent d'abord le rôle de l'eau dans la vie des plantes. Puis, ils étudient ses relations avec le sol, comment elle y pénètre et y circule, comment elle y est retenue, quels sont les éléments de fertilité qu'elle y peut laisser, ceux qu'elle dissout pour les donner immédiatement aux plantes ou les transporter au loin. Ils consacrent un chapitre au régime des eaux dans les diverses formations géologiques.

MM. Risler et Wéry fournissent d'abord une base scientifique à l'appréciation de l'opportunité de l'irrigation, à celle de son intensité ou, au contraire, à celle de la nécessité du drainage.

Lorsque les pluies qui tombent pendant la période de la vie active des plantes sont insuffisantes à les satisfaire et que, durant l'hiver, le sol n'a pu emmagasiner de réserves, il convient d'irriguer. Mais lorsque la terre, gorgée d'eau par les pluies et les neiges de l'hiver, ne peut s'en débarrasser naturellement, il faut la drainer.

Après avoir étudié les effets de l'irrigation, en insistant sur l'aération du sol, les auteurs décrivent dans la seconde partie de leur livre les différentes méthodes d'arrosage et les conditions de leur emploi. Il faut approprier l'irrigation à la pente du sol, à la nature des plantes, aux quantités d'eau dont on dispose, en recherchant les procédés les plus simples, partant les plus économiques. La technique de l'irrigation est étudiée avec le plus grand soin. Les auteurs achèvent de remplir leur programme en traitant de la création, de l'entretien des prairies irriguées et de leur pratique, de leur arrosage.

La troisième partie de l'ouvrage est consacrée au drainage. En ce qui concerne le drainage moderne, les auteurs recommandent le drainage transversal où les collecteurs sont placés suivant la plus grande pente et les drains en travers. Ce procédé l'emporte tant sous le rapport de l'économie que sous celui de l'énergie de l'effet produit et de la durée des travaux.

La première édition de ce volume a été couronnée par la Société nationale d'Agriculture

Dans l'*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire*, de la maison Gauthiers-Villars, nous avons à signaler :

Calcul et construction des appareils de levage. Treuils et ponts roulants, par Étienne Pacoret.

Cet ouvrage comporte deux parties, dont l'une expose les formules et les données usuelles de construction des éléments mécaniques entrant dans l'établissement des engins de levage, et l'autre les calculs et les modes de construction des opérateurs de levage proprement dits, tant à bras qu'électriques.

De nombreuses applications numériques permettent de tirer le plus utile profit des notions théoriques exposées au cours de l'ouvrage.

Détermination des roches, par Granderye.

Cet ouvrage, suite naturelle et complément du volume *la Détermination des espèces minérales*, conçu dans le même but et d'après un plan analogue, permet de déterminer, au moyen

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des propriétés organoleptiques, physiques et chimiques, les principales espèces lithologiques.

Les procédés optiques et mécaniques de séparation des minéraux constitutifs, l'analyse chimique partielle de la roche, suivis d'un lexique détaillé de 250 roches, tel en est dans ses grandes lignes le contenu.

Service d'études des grandes forces hydrauliques des Alpes. Tome III : *Résultats des études et travaux*, publiés par la Direction de l'hydraulique et des améliorations agricoles du ministère de l'Agriculture. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1909. (Prix : 30 francs.)

La Direction de l'hydraulique et des améliorations agricoles du ministère de l'Agriculture a organisé un service spécial d'études des grandes forces hydrauliques de la région des Alpes. Ce nouveau volume donne le compte rendu des progrès accomplis et des résultats acquis par ce service pendant les années 1906 et 1907.

Cette œuvre, dirigée par M. R. de la Brosse, ingénieur en chef, ne s'est étendue jusqu'ici qu'à la région des Alpes, et l'on peut penser que ce théâtre est suffisamment vaste pour absorber les efforts, même les plus soutenus, d'un service qui ne dispose d'aucun personnel spécial. C'est d'ailleurs la portion du territoire national qui offre de beaucoup les plus grandes ressources en forces hydrauliques et c'est, par voie de conséquence naturelle, celle où leur mise en valeur se développe avec le plus d'ampleur et de rapidité.

Le présent tome ne traite que de la partie septentrionale des Alpes comprise entre le cours du Rhône et la frontière d'Italie d'une part, le lac Léman et le bassin de la Durance d'autre part.

Après un compte rendu d'ensemble des études faites et des travaux accomplis, on trouve, dans ce volume, une étude du contrôle de l'Isère, une autre sur les variations du lit de l'Isère, puis pour chaque bassin considéré : la planimétrie, les profils en long, l'hydrométrie, les jaugeages, des instructions sur l'emploi des moulinets, etc.

De belles cartes en couleurs et de nombreux tableaux et planches complètent cette documentation abondante.

La Téléphonie, 3e édition. Tome I : *Les lignes téléphoniques*, par Émile Pierard. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1909. (Prix : 7 fr. 50.)

M. E. Pierard, directeur de service à l'administration des Télégraphes belges, professeur d'électricité à l'Université libre de Bruxelles, vient de publier le tome I de la 3e édition de son ouvrage sur la téléphonie.

Indépendamment des renseignements essentiels sur les lignes téléphoniques aériennes, ce volume donne des abaques nouveaux sur la variation de la tension des fils aériens avec les modifications de longueur des portées. Les calculs nécessaires pour leur établissement sont très ardus (résolution d'équations du 3e degré) ; ils ont coûté à l'auteur de nombreuses heures de travail ; mais ils ont l'avantage de réduire le calcul des poteaux métalliques à la lecture de deux ordonnées sur une figure.

Ce volume donne aussi une description très complète des canalisations souterraines, sur lesquelles fort peu de renseignements ont été publiés jusqu'ici.

Enfin, l'exposé de la théorie de Pupin, relative à la propagation des ondes téléphoniques sur les longues lignes, qu'aucun téléphoniste ne peut plus ignorer aujourd'hui, fait l'objet de son dernier chapitre. C'est un excellent ouvrage, clair et précis, montrant bien la valeur des formules, et se terminant par divers exemples du calcul de lignes téléphoniques.

En résumé, en plus de la description détaillée des principaux systèmes employés, l'ouvrage développe méthodiquement les théories essentielles. Sa caractéristique est de donner

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des chiffres pratiques, précis, recueillis par un spécialiste qui les a utilisés lui-même. Toute description est immédiatement suivie des conditions imposées par les cahiers des charges, qui constituent, somme toute, la jurisprudence technique sur la matière, de manière à mettre quiconque le consulte à même de dresser un projet avec chiffres et documents probants à l'appui.

C'est un livre original, dont on chercherait vainement l'analogue dans la littérature technique.

Trempe, recuit, revenu, par M. Léon Guillet. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1909. (Prix : 29 francs.)

Extrait de l'avant-propos. — L'ouvrage dont nous publions aujourd'hui le premier volume se rapporte aux différents traitements que peuvent subir les produits métallurgiques. Il comprendra quatre tomes :

1° *Traitements thermiques des produits métallurgiques*, c'est-à-dire la trempe, le recuit et le revenu ;

2° *Traitements chimiques des produits métallurgiques*, c'est-à-dire la cémentation, la fabrication de la fonte malléable, les dépôts directs et électrolytiques, les soudures et les brasures, etc., en un mot, tous les traitements dans lesquels intervient généralement une réaction chimique ;

3° *Traitements mécaniques des produits métallurgigues*, c'est-à-dire le moulage, le forgeage, le laminage, le matriçage, l'étirage, le tréfilage, etc. ;

4° *Applications de ces différents traitements*, c'est-à-dire la description des principales fabrications utilisant ces traitements : fabrication des tôles d'acier (plaques de blindage), de cuivre, de laiton, de nickel, de melchior, d'étain, de zinc, etc. ; fabrication des profils en acier (rails, poutrelles, cornières, etc.), en cuivre, laiton, etc. ; fabrication des fils, des pièces matricées, des tubes, etc.

Les trois premiers volumes seront divisées en deux parties distinctes :

1° *Partie théorique*, donnant avec tous les détails nécessaires les études qui ont conduit aux théories actuelles des différents phénomènes ;

2° *Partie pratique*, qui comportera de nombreux renvois à la partie théorique, sans toutefois que la lecture de celle-ci soit nécessaire.

De plus, ces études traiteront non seulement de l'application aux aciers, mais aussi à tous les autres produits métallurgiques utilisés, métaux industriels ou alliages.

Nous nous efforcerons de condenser, sous forme de règles très simples, le principe des différents traitements que nous aurons examinés et d'indiquer brièvement la variation de ces règles avec les divers produits métallurgiques.

Le volume que nous présentons aujourd'hui est relatif à la trempe, le recuit et le revenu. L'industrie, jusqu'ici, n'utilise guère ces traitements, tout au moins, la trempe et le revenu, que pour les aciers ordinaires et spéciaux. Nous voudrions montrer qu'ils doivent être appliqués aussi à de nombreux autres alliages. A la suite de l'exposé des diverses recherches, nous avons résumé les conclusions théoriques et pratiques auxquelles elles ont conduit.

Nous avons cherché dans ce livre et chercherons dans les autres tomes à montrer que, dans son état actuel, la science permet de conduire d'une façon rationnelle des opérations industrielles de la plus haute importance, diminue ainsi considérablement les déchets et améliore par conséquent les prix de revient.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dictionnaire des brevets français pour les recherches d'antériorité aux inventions, par A.-S. PICARD et G.-T. PÉTROVITCH (*Brevets et certificats d'addition imprimés en 1904*). Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1909. (Prix : 5 francs.)

Ce dictionnaire des brevets et certificats d'addition imprimés en 1904 est une innovation intéressante qui facilitera beaucoup les recherches.

Les auteurs ont adopté une classification mixte par ordre alphabétique des inventions et par classe d'inventions. La *première partie* ou *classification générale alphabétique* reproduit dans un ordre alphabétique tous les mots-souches ou mots typiques obtenus par le dépouillement complets des *titres* des brevets imprimés pendant l'année 1904 et les chiffres placés à côté de chaque objet de l'invention renvoient aux colonnes de la 2e partie. La *deuxième partie* ou *Classification systématique* comporte 74 classes dans lesquelles les brevets se trouvent groupés dans des sous-classes. Les classes sont numérotées de 1 à 74 et se succèdent dans l'ordre alphabétique.

Nous espérons que le public spécial auquel s'adresse cet ouvrage saura gré à MM. Picard et Pétrovitch de leur initiative et de l'effort qu'ils ont tenté et les engagera ainsi à le compléter tous les ans par un nouveau volume.

Compte rendu de la Commission internationale d'analyses au VIIe Congrès international de chimie appliquée, tenu à Londres en 1909. (In-8°, 215 p., Paris, Belin.)

Le quatrième Congrès de chimie appliquée, tenu à Paris, en 1900, sous la présidence du regretté M. Moissan, n'a pas voulu que ces congrès, qui devaient se suivre à trois ans d'intervalle, fussent des manifestations scientifiques isolées, mais qu'ils fussent, au contraire, reliés entre eux par des travaux préparatoires ; il a institué dans ce but la *Commission internationale des analyses*, et l'a chargé d'étudier l'unification des méthodes d'analyse relatives aux produits ayant, au point de vue commercial, un intérêt international. Le président de cette Commission était le professeur docteur Lunge, de Zurich ; nous en étions, M. Thorpe, de Londres et moi, les vice-présidents ; elle a apporté tant au cinquième Congrès, tenu à Berlin en 1903, qu'au Congrès tenu à Rome en 1906, des travaux intéressants et des méthodes unitaires d'analyse qui sont précieuses pour l'industrie et le commerce.

Le docteur Lunge ayant, pour des raisons de santé, donné sa démission de président au moment de la réunion de Rome, j'ai été appelé à diriger les travaux de la Commission, avec *M. Thorpe* et *M. Heinrich Fresenius*, de Wiesbaden, comme vice-présidents. Conformément à la tradition, j'ai présenté au récent congrès de Londres les travaux exécutés par la Commission depuis 1906, et c'est le compte rendu de ces travaux dont je fais hommage à la Société d'Encouragement.

Cette Commission, qui comprenait au début 17 membres, en compte aujourd'hui 72, choisis dans 18 nations différentes ; j'ai dû, en effet, pour résoudre des questions d'ordre très varié, faire appel à de nombreux spécialistes. Comme il est impossible de réunir un si grand nombre de membres en dehors des congrès internationaux, la Commission fonctionne par correspondance. Elle est divisée en autant de sous-commissions qu'il y a de questions posées, et les présidents de chaque sous-commission veulent bien se charger de rassembler les différents documents relatifs à la question traitée, de distribuer même à leurs collègues des échantillons en les priant de les analyser par les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

différentes méthodes proposées; puis il rassemble les résultats, et proclame dans son rapport la supériorité de la méthode qui a donné les résultats les plus concordants. Au moment du Congrès de chimie appliquée, on se réunit, on discute, on adopte définitivement telle ou telle méthode, et on juge quelles sont les sous-commissions qui doivent être considérées comme ayant terminé leurs travaux, quelles sont au contraire celles qui doivent les continuer.

C'est ainsi qu'au Congrès de Londres, la Commission réunie a adopté à l'unanimité les conclusions de *M. Chesneau*, de Paris, relatives au dosage du zinc, de *M. Weinstein*, de Charlottenbourg, relatives à la vérification des instruments destinés à l'analyse volumétrique, gazométrique et des aréomètres, de *M. Sebelien*, de Aas (Norwège), relatives au dosage de la cellulose dans les bois et les pâtes à papier, de *M. Heinrich Fresenius*, de Wiesbaden, relatives à la représentation des résultats d'analyse pour les eaux minérales, de *M. Meunier*, de Lyon, relatives à l'analyse des matières tannantes et des jaunes d'œufs destinés à la tannerie, de *M. Lewkowitsch*, relatives à la prise du titre des suifs, au dosage du non-suif, à la recherche des huiles de poisson dans les graisses industrielles, à la distinction entre les huiles de pétrole et les hydrocarbures provenant de la décomposition du suint, enfin de *M. Menozzi*, de Milan, relatives à l'analyse des tartres.

La Commission a décidé en outre que les sous-commissions présidées par M. Sebelien et par M. H. Fresenius continueraient leurs travaux dans le même ordre d'idées, pour éclaircir de nouveaux points ; il en est de même pour la sous-commission chargée d'étudier la préparation uniforme des réactifs, présidée par *M. Wilhelm Fresenius*, de celle qui est chargée de donner des règles pour l'échantillonnage des produits, présidée par *M. Wiley*, de Washington, et de celle qui est chargée de rechercher une méthode unitaire pour le dosage du coton, de la laine et de la soie dans les tissus mélangés, ainsi que pour le dosage de la soie artificielle dans les passementeries, présidée par *M. Zacharias*, d'Athènes.

Les résultats des travaux que la Commission va entreprendre dès maintenant dans cette direction, seront communiqués au prochain Congrès de chimie appliquée qui se tiendra à New-York en 1902, sous la présidence de M. Nichols.

En même temps que le volume présenté à Londres, et dont je viens de parler, je dépose sur le bureau de la Société un exemplaire du précédent compte rendu, publié, pour le Congrès de Rome, par les soins du docteur Lunge.

L. LINDET.

M. *Tisserand* a présenté les trois volumes des comptes rendus des séances et des rapports du **Congrès international du froid**, tenu à Paris du 5 au 12 octobre dernier et publiés sous la direction de M. de Loverdo, secrétaire général de ce congrès.

Les volumes que je vous présente paraissent six mois après le Congrès. Ils représentent le dépouillement de plus de deux cents mémoires écrits en français, en anglais, en allemand, en danois et en italien, et accompagnés de dessins nombreux et d'intéressantes photographies.

Ces comptes rendus sont un véritable compendium, composé d'environ 3000 pages, dans lequel se trouvent méthodiquement classées toutes les notions théoriques et pratiques que nous possédons sur cette nouvelle branche de l'activité humaine.

Le tome I[er] renferme les renseignements relatifs à la préparation et à l'organisation du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Congrès, le compte rendu sténographique des séances des sections, renvoyant aux tomes II et III pour les mémoires faisant l'objet des discussions, l'énoncé des vœux formulés, et enfin des renseignements relatifs aux statuts et à la constitution de l'Association internationale du froid, créé le 25 janvier dernier, et dont le but est de poursuivre d'une façon permanente l'œuvre inaugurée par le premier Congrès du froid.

En passant, nous croyons utile d'attirer l'attention de la Société sur cette nouvelle Association, qui va commencer ses travaux en installant à Carpentras une station expérimentale du froid, et en entreprenant l'unification des mesures frigorifiques, ainsi que celle des méthodes d'essai des machines à produire le froid.

Les tomes II et III renferment les rapports et communications présentés au Congrès, et classés méthodiquement.

Il serait difficile de donner ici, même courte, une analyse des deux cents mémoires produits, et dont plusieurs ont une importance scientifique et technique considérable.

Nous devons nous contenter de signaler, parmi ceux qui intéressent plus particulièrement l'agriculture, le rapport de Miss Dartonisse Penningtatz sur l'étude histologique, chimique et biologique des volailles traitées par le froid; un autre de M. Richardson, relatif aux viandes; les mémoires de M. Loverdo et de M. Saboraky sur l'industralisation du commerce de la viande; la communication de M. Loizeau sur la conservation des pêches; les rapports de M. Pierre Bergès, relatif à l'industrie du froid dans la République Argentine; de M. de Jong, sur les abattoirs des Pays-Bas; de M. Cooper, sur la conservation des œufs; de M. Bazzi sur les applications du froid en laiterie; de M. Powel, sur la conservation des fruits; du professeur Perrot, sur l'application du froid aux produits coloniaux; de MM. Schwartz et Spalek sur les abattoirs; de M. Botmane, sur la conservation du poisson; de M. Borodine et de M. Solling, sur le même sujet; ainsi que l'intéressante communication de M. Chapuis sur les applications du froid au ravitaillement des armées. Tous ces documents sont de nature à arrêter tout particulièrement l'attention de la Compagnie. A côté de ces rapports intéressant directement l'hygiène alimentaire, il y aurait encore à mentionner toute une série de mémoires présentés par les savants et techniciens français, américains, anglais, allemands, italiens, hollandais, russes, belges, argentins, autrichiens, danois, etc., les plus autorisés sur la question.

Chaque volume comporte des tables de matières et tables de noms d'auteurs, qui facilitent les recherches. Une heureuse innovation consiste en ce que chaque mémoire porte en tête l'indication de la page du volume dans lequel il a été résumé. Ces résumés ont fait l'objet de trois éditions : une française, que j'ai l'honneur de déposer au bureau, une anglaise et une allemande.

Ces volumes forment un véritable monument élevé à la science et à l'industrie du froid, et constitueront, pendant de longues années, le fond d'une documentation sûre et éclairée pour tout ce qui concerne le froid artificiel.

L'Allemagne au travail, par M. V. Cambon, ingénieur des Arts et Manufactures. In-8°, 280 p. Paris, Pierre Roger. (4 francs.)

Ce très intéressant ouvrage présente un tableau saisissant, dans sa brièveté et sa clarté, de l'Allemagne industrielle et commerciale moderne et de son prodigieux développement, guidé et soutenu par deux grandes forces : un gouvernement véritablement national et d'élite, une instruction professionnelle à la fois très élevée et très pratique, vivante et disséminée dans toutes les grandes villes allemandes par des institutions admirablement dotées, libres de leurs programmes et responsables de leurs actes. Rien d'un monopole d'État, inerte, irresponsable et incompétent.

Ce prodigieux développement de l'industrie allemande est bien connu de nos lec-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

teurs. Aussi, ne signalerai-je, parmi tant d'usines, de forges, de mines... décrites par M. Cambon, que deux exemples bien typiques : les établissements Bæyer (matières colorantes) et ceux de Karl Zeiss (instruments d'optique).

Les établissements Bæyer ont des usines à Elberfeld et à Leverkusen en Allemagne, à Flers en France, à Moscou, à Albany aux États-Unis. L'usine de Leverkusen couvre 230 hectares : de quoi loger, au tassement de Paris, une ville de 100 000 habitants. Elle emploie 192 machines à vapeur d'une puissance totale de 13 500 chevaux et une batterie de 140 chaudières d'une surface totale de 128 000 mètres carrés ; sa consommation d'eau est de 60 000 mètres cubes par jour. Mais ce qu'il y a de plus remarquable dans cette grandiose usine, et de bien caractéristique d'ailleurs de toute l'industrie allemande, c'est la part faite à la science : le laboratoire, avec ses 203 chimistes, sa bibliothèque de 12 000 volumes et ses 360 journaux et revues scientifiques. C'est là une sorte de prodigalité scientifique, qu'on se garde bien d'imiter chez nous ; mais en voici le résultat : en 1908, la société Bæyer, au capital de 45 millions, a distribué 11 250 000 francs de dividende, comme si ce laboratoire avait, par hasard, trouvé la pierre philosophale.

Et il en est de même pour les établissements de Zeiss, d'Iéna, avec leurs 2 000 ouvriers, 380 techniciens, 40 docteurs mathématiciens et physiciens, des laboratoires incomparables, qui vendent très cher, et ne peuvent suffire aux commandes, alors que nous n'avons, en France, dans cette industrie scientifique, presque rien. Le fondateur de cette maison, Karl Zeiss, était, en 1846, un pauvre petit réparateur d'instruments de physique à l'Université d'Iéna, et c'est grâce à son association avec le Dr Abbe, professeur à cette même université, et qui se montra un véritable maître dans l'étude scientifique des instruments d'optique et de leur fabrication, qu'il est parvenu à ces prodigieux résultats. Zeiss, puis le Dr Abbe sont morts, et leur usine n'appartient plus à des particuliers, mais à une extraordinaire société comprenant la commune d'Iéna, l'Université, les collaborateurs et les ouvriers de la maison, et régie par un statut, que je ne puis développer ici, mais dont l'application, qui comporte la participation de tous aux bénéfices, a donné, jusqu'à présent, des résultats bien dignes d'attirer l'attention des économistes.

Il y aurait bien d'autres choses à signaler dans ce livre. Le développement extraordinaire des moyens de transport de toutes sortes, et les facilités incomparables que leurs administrations offrent aux industriels et aux commerçants de ce pays singulier, où les fonctionnaires se considèrent, paraît-il, comme « les serviteurs du public qui les paye ». La poste avec ses hôtels magnifiques : celui de Hambourg grand comme notre Louvre (p. 192), ses affranchissements à 5 pfennings pour la ville et 10 pour toute l'Allemagne jusqu'à 20 grammes, et de 20 pfennigs seulement jusqu'à 250 grammes. « Ne voit-on pas, dit M. Cambon, l'avantage de cette tolérance pour l'envoi d'une lettre accompagnée d'un prospectus, d'un dessin, d'un acte, d'une brochure, d'un échantillon ; de plus, le facteur a un seul pli à remettre au lieu de deux, et le destinataire reçoit le tout simultanément. » Puis le service des colis postaux, qui arrivent exactement et vite, et avec des poids allant jusqu'à 50 kilogrammes (p. 195). Le téléphone (un central de 80 000 abonnés à Hambourg) et ses « automat », moitié et même trois fois moins cher que chez nous, et qui marche, comme si la poste avait réellement, en Allemagne, pour objet de servir au mieux et le plus économiquement le public au lieu de lui soutirer, comme par un impôt déguisé, le plus d'argent possible en « gagnant sur ce public » au profit de n'importe quoi dans l'ensemble du budget.

Et il en est de même de l'office des brevets, le *Patentamt* de Berlin, qui couvre un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

terrain de 30 000 mètres carrés, avec sa bibliothèque, ses périodiques innombrables, ses laboratoires de mécanique, de chimie et d'électro-chimie, ses 500 bureaux et ses 1 200 ingénieurs, juristes et employés travaillant à la rédaction de ses répertoires, à la classification des documents et surtout à l'examen approfondi de plus de 35 000 demandes de brevets par an. Cet examen préalable, très rigoureux, assure au brevet allemand une valeur telle que la première question que pose, en général, un capitaliste français à l'inventeur qui le sollicite est celle-ci : « Avez-vous le brevet allemand ? » et l'utilité d'un tel examen doit être bien établie car son principe est admis, aujourd'hui, par toutes les grandes nations industrielles : Angleterre, Autriche, États-Unis, Italie, Russie,... sauf la France, en compagnie, il est vrai, du Mexique, de l'Uruguay et de la République de Costa-Rica (p. 155).

L'auteur termine par quelques renseignements sur le magnifique essor de la marine marchande allemande (l'avenir est sur l'eau), indispensable à son expansion commerciale dans le monde entier, et cela avec un développement de côtes insignifiant vis-à-vis de celui de la France, mais où l'on a su créer, au lieu d'innombrables porticules électoraux, des ports comme Hambourg, avec ses 30 kilomètres de quais maritimes et ses 34 kilomètres de canaux.

A cette superbe médaille, il y a forcément un revers : la difficulté, pas même d'étendre encore, mais simplement de maintenir cet effort, la crainte du socialisme, qui n'est pas d'ailleurs particulière à l'Allemagne, l'incertitude de l'avenir en présence du développement économique des États-Unis, de l'Asie et même de la Russie ; qui vivra verra, mais ces difficultés et ces craintes n'enlèvent rien à la triste vérité de cette conclusion de M. Cambon : « Les peuples qui vivent ramassés sur eux-mêmes, dans la « contemplation d'un passé glorieux, la quiétude des richesses accumulées où les « anxiétés d'un présent chargé de nuages, ne se doutent pas de l'état d'infériorité irré- « médiable et définitive que leur inertie leur prépare. »

Souhaitons, avec un peu d'espoir tout de même, que ce cri d'alarme soit enfin entendu, après tant d'autres perdus dans le désert. G. R.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

EN JUIN 1909

Weber (Carl Otto). **Essai d'une théorie de la vulcanisation du caoutchouc.** Traduit par Amédée Fayol. In-12 (19 × 13) de 37 p. Paris, H. Desforges, 1909. **13 691**

Fritsch (J.). **Fabrication des engrais chimiques.** In-8 (23 × 14) de xi-543 p., 69 fig. Paris, H. Desforges, 1909. **13 692**

Granderye (L.-M.). **Détermination des roches** (Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire Léauté). In-12 (19 × 12) de 172 p., 7 fig., Paris, Gauthier-Villars. **13 693**

Pacoret (E.). **Calcul et Construction des appareils de levage. Treuils et ponts roulants** (Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire Léauté). In-12 (19 × 12) de 182 p., 43 fig. Paris, Gauthier-Villars. **13 694**

Risler (E.) et Wery (G.). **Irrigations et drainages**, 2e éd. (Encyclopédie agricole). In-12 (19 × 12) de viii-532 p., 181 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1909. **13 695**

The national physical laboratory. *Report for the year 1908.* **Pér. 62**

The national physical laboratory. *Collected researches. Vol. V. 1909.* **Pér. 62**

Fresenius (R.). **Traité d'analyse chimique qualitative.** Traduit par C. Forthomme, 5e éd. In-12 (20 × 13) de viii-508 p., 47 fig. Paris, F. Savy, 1875. **13 696**

Pisani (M.-F.). **Traité élémentaire de minéralogie.** In-12 (20 × 13) de 407 p., 184 fig. Paris, G. Masson, 1875. **13 697**

Tissot (G.). **Des teintures pour les cheveux, de leurs dangers.** In-8 (24 × 15,5) de 108 p. Henri Jouve, 1898, **13 698**

Grenoble et le Dauphiné. In-8 (24 × 19) de 397 p., xix planches, 14 tableaux. Grenoble, Allier frères, 1909 (Don de M. Jules Garçon, membre de la Société). **13 699**

Grenet (L.). **La trempe et le recuit de l'acier** (*ex* Bulletin de la Société de l'Industrie minérale, avril 1909, 26 p.).

Bouchonnet (A.). **Industries du plomb et du mercure**, 2 tomes (Encyclopédie scientifique du Dr Toulouse). In-12 (18 1/2 × 12), Paris, O. Doin, 1909. **13 700-01**

Guédon (L.), Pierre et Liot (Paul). **Le mécanicien-wattman.** In-8 (21 × 16) de xiv-772 p., 587 fig., iv tableaux. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1909. **13 702**

Bresson (Henri). **La houille verte**, supplément, p. 273 à 335, 1909. **13 056. s.**

Sociétés des anciens élèves des Écoles nationales d'Arts et Métiers. *Annuaire pour 1909.*

Caisse des recherches scientifiques. Année 1908. Rapport annuel. **Pér. 292**

Statistique agricole annuelle (Ministère de l'Agriculture), 1907. **Pér. 242**

Bulletin scientifique et industriel de la maison Roure-Bertrand fils, de Grasse, avril 1909, 2e série, n° 9. **Pér. 179**

De Cordemoy. **Exploitation des ports maritimes** (B. C. T. P.). Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1909. **13 857**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ROLET (ANTONIN). **L'industrie du beurre** (*ex* L'Agriculture au XXe siècle). 2 tomes. Paris, Lucien Laveur. **13 858-59**

GRAS (L.-J.). **Histoire de la quincaillerie et petite métallurgie à Saint-Étienne** et dans la région stéphanoise comparée aux régions concurrentes. In-8 (16 × 25) de XIII-209 p. Saint-Étienne, J. Thomas et Cie, 1904. **13 860**

GRAS (L.-J.). **Histoire de l'armurerie stéphanoise**. In-8 (16 × 25) de IX-287 p. Saint-Étienne, J. Thomas et Cie, 1905. **13 861**

GRAS (L.-J.). **Histoire de la rubannerie et des industries de la soie à Saint-Étienne** et dans la région stéphanoise, suivie d'un historique de la fabrique de lacets de Saint-Chamond. In-8 (16 × 25) de VIII-886 p. Saint-Étienne, J. Thomas et Cie, 1906. **13 862**

GRAS (L.-J.). **Histoire économique de la métallurgie de la Loire**, suivie d'une notice sur la construction mécanique et l'industrie des cycles et automobiles de la région stéphanoise. In-8 (16 × 25) de VIII-622 p. Saint-Étienne, J. Thomas et Cie, 1908. **13 863**

GRÜNER (E.) et BOUSQUET (G.). **Atlas général des houillères.** Bassins houillers de France, Allemagne, Autriche-Hongrie, Belgique, États-Unis, Grande-Bretagne, Pays-Bas, Russie. 1re partie. LXVI planches. Paris, Comité général des houillères de France, 1909. **13 864**

DUBOSC (EDMOND). **Tableaux de filetage au système métrique** indiquant le train d'engrenages (à quatre roues) pour réaliser un pas de vis sur des tours dont la vis-mère aurait 4, 5, 6, 8, 10 ou 12 millimètres de pas. In-4 (22 × 29) de 81 p. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1909. **13 865**

GOODRICH (C. L.) and STANLEY (F. A.). **Automatics screw machines and their tools.** In-8 (16 × 24) de 255 p., 284 fig. New-York, Hill publishing company, 1909. **13 703**

MAXIM HIRAM (S.). **Le vol naturel et le vol artificiel.** Traduit par le l^t-colonel G. Espitallier. In-8 (13 × 23) de XX-239 p., 96 fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1909, **13 704**

DEMENY (GEORGES). **Les origines du cinématographe.** In-8 (13 × 21) de 64 p. Paris, Henry Paulin et Cie. **13 705**

Ministère de l'Agriculture. *Annales. Direction de l'hydraulique et des améliorations agricoles.* Fascicules 35 et 36. **Pér. 9**

BARNI, MONTPELLIER, MAREC (E.). **Le monteur électricien**, 3e éd. (Encyclopédie industrielle). In-12 (12 × 18) de VII-504 p., 286 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1909. **13 706**

FRÉMY (ELPHÈGE). **Histoire de la manufacture royale des glaces au XVIIe et au XVIIIe siècle.** In-8 (14 × 23) de XII-444 p. Paris, Plon-Nourrit et Cie, 1909. **13 707**

Ministère des Travaux publics. *Recueils de lois, ordonnances, décrets, règlements et circulaires.* 2e série. Tome XV. Année 1906. **Pér. 144**

VAILLANT (A.). **Technique de la peinture à l'huile dans les travaux du bâtiment.** In-8 (16 × 25) de XX-215 p., 3 fig. Paris, Ch. Béranger, 1908. **13 708**

FLEURY (PAUL). **La peinture et la décoration du bâtiment.** In-8 (16 × 25) de 183 p., 20 fig. Paris, Ch. Béranger, 1908. **13 709**

HEIL (ADOLF) et ESCH (W.). **Manuel pratique de la fabrication du caoutchouc et des produits qui en dérivent.** Traduit par ACKERMANN (EUGÈNE). In-8 (16 × 25) de 283 p., 100 fig. Paris, Ch. Béranger, 1909. **13 710**

RENOUARD (ALFRED). **Études sur la fabrication des cordes, câbles, ficelles et filins,** 2e éd. (Bibliothèque du Journal « L'Industrie textile »). In-8 (19 × 28) de 512 p., 258 fig. Paris, du Journal « L'Industrie textile », 1909. **13 711**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LITTÉRATURE

DES

PÉRIODIQUES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE DE LA SOCIÉTÉ

Du 15 Mai au 15 Juin 1909

DÉSIGNATIONS ABRÉGÉES DES PUBLICATIONS CITÉES

Ac. . . . Annales de la Construction.
ACE . . . American Society of civil Engineers.
ACP. . . . Annales de Chimie et de Physique.
AIM. . . . American Institute of Mining Engineers.
AM. . . Annales des Mines.
AMa . . . American Machinist.
Ap. . . . Journal d'Agriculture pratique.
APC. . . Annales des Ponts et Chaussées.
Bam. . . . Bulletin technologique des anciens élèves des Écoles des arts et métiers.
BCC. . . . Bulletin du Congrès international des chemins de fer.
CN. . . . Chemical News (London).
Cs. . . . . Journal of the Society of Chemical Industry (London).
CR. . . . Comptes rendus de l'Académie des Sciences.
E. . . . . Engineering.
E' . . . . The Engineer.
Eam. . . . Engineering and Mining Journal.
Elé. . . . L'Électricien.
Ef. . . . . Économiste français.
EM. . . . Engineering Magazine.
Fi . . . . Journal of the Franklin Institute (Philadelphie).
Gc. . . . . Génie civil.
IC. . . . . Ingénieurs civils de France (Bulletin).
Ie. . . . . Industrie électrique.
Im . . . Industrie minérale de St-Étienne.
It. . . . . Industrie textile.
IoB. . . . Institution of Brewing (Journal).
LE . . . . Lumière électrique.
Ms. . . . . Moniteur scientifique.
MC. . . . Revue générale des matières colorantes.
PC. . . . Journal de Pharmacie et de Chimie.
Pm. . . . Portefeuille économ. des machines.
RCp . . . Revue générale de chimie pure et appliquée.
RdM. . . . Revue de métallurgie.
Rgc. . . . Revue générale des chemins de fer et tramways.
Ré . . . . Revue électrique.
Ri . . . . Revue industrielle.
RM. . . . Revue de mécanique
Rmc. . . . Revue maritime et coloniale.
Rso. . . . Réforme sociale.
RSL. . . . Royal Society London (Proceedings).
Ru . . . . Revue universelle des mines et de la métallurgie.
SA. . . . . Society of Arts (Journal of the).
ScF. . . . Société chimique de France (Bull.).
Sie. . . . . Société internationale des Électriciens (Bulletin).
SiM. . . . Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse.
SL. . . . . Bull. de statistique et de législation.
SNA. . . . Société nationale d'Agriculture de France (Bulletin).
StE. . . . Stahl und Eisen.
Ta . . . . Technique automobile.
Tm. . . . Technique moderne.
Va. . . . La Vie automobile.
VDI. . . . Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure.
ZaC. . . . Zeitschrift für angewandte Chemie.
ZOI. . . . Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieure und Architekten-Vereins.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

AGRICULTURE

Accidents agricoles et mutualité. *SNA. Avril*, 378.

Bétail (Alimentation du). Aliments concentrés. Unités nutritives (Grandeau). *Ap.* 27 *Mai*, 653, 3-10 *Juin*, 684, 716.

— Provision d'eau pour les animaux de la ferme (Martin). *SNA. Avril*, 345.

— Évolution du troupeau anglais. (*id.*), 395.

— Animaux de travail dans les exploitations. Ferme de Roye (Ringelmann). *Ap.* 3 *Juin*, 687.

Blés à grands rendements. Valeur boulangère. Expériences de M. Martin. *SNA. Avril*, 350.

Chênes de terres pauvres (Bellair). *Ap.* 27 *Mai*, 660.

Fourrages verts d'automne, préparation du sol. Engrais (Donon) *Ap.* 27 *Mai*. 662.

Fromages de Roquefort et de Laguiole. *Ap.* 10 *Juin*, 726.

Irrigations (perméabilité des terres et l'). (Muntz et Faure). *CR.* 1 *Juin*, 143 P.

Jardinage (École de) à Orly. *Rso.* 16 *Juin*, 786.

Lait. Service international d'informations sur la production et l'utilisation du lait (Paisant). *SNA. Avril*, 392.

— Machines à homogénéiser le lait. *Ap.* 10 *Juin*, 721.

Landes bretonnes (Conquête des) (A. Dumaret). *Ap.* 27 *Mai*, 654.

Machines agricoles au concours de 1909. *Gc.* 22 *Mai*, 72.

Pétrins mécaniques (Les). (Ringelmann). *Ap.* 27 *Mai*, 656.

Plantes vénéneuses. La movelle noire (Frou). *Ap.* 3 *Juin*, 692.

Sériciculture (Retour à la). (A. Dumazet). *Ap.* 10 *Juin*, 718.

CHEMINS DE FER

Chemins de fer chinois (Barry). *SA.* 21 *Mai*, 541. *E.* 21 *Mai*, 700.

— des États-Unis. *G.* 21 *Mai*, 703.

— de Pegu Moulmein (Burmah). *E'.* 4 *Juin*, 578.

— de l'Indo-Chine (Godfernaux). *Rgc. Juin*, 395.

Chemins de fer de Turquie en 1907. *Rgc. Juin*, 456.

— Métropolitain de Paris. Ligne n° 5. *Ac. Juin*, 82.

— *Électriques*. Alternateurs monophasés de traction. Felten et Guillaume. *Elé.* 22 *Mai*, 329.

— — Chemins Suisses. Choix de la fréquence du courant alternatif (Kummer). *Rc.* 30 *Mai*, 392.

— — Fayet-Chamonix. *Rc.* 30 *Mai*, 390.

— — Funiculaire Torrès du mont Ulia-Saint-Sébastien. *Gc.* 5 *Juin*, 105.

— — Problème de la traction électrique (De Traz). *SiE. Mai*, 299.

— — Traction par courant continu à intensité constante. *SE. Mai*, 321.

Automoteurs à vapeur surchauffée de l'État Wurtembergeois. *Gc.* 29 *Mai*, 88.

Gare de Winnipeg. *Rgc. Juin*, 467.

Locomotives à 4 cylindres. *E'.* 4 *Juin*, 583.

— 2 cylindres pour l'Argentine. *E'.* 11 *Juin*, 602.

— Tender articulée pour la Compagnie des nitrates du Chili. *E.* 21 *Mai*, 694.

— Construction en Allemagne, aux États-Unis et en France (L. Le Chatelier). *Rgc. Juin*, 355.

— Réparation des plaques tubulaires au moyen d'agrafes et de bagues filetées (Level et Engrand). *Rgc. Juin*, 389.

Oscillations du lacet des véhicules (Marié). *AM. Fév.*, 77.

Rail. Fabrication d'un (E. York). *AIM. Mai*, 455.

Traverses en acier embouti Breuer Scheumacher. *Gc.* 12 *Juin*, 132.

Voie. Courbes de raccordement (Hanmold), *ZÖI.* 11 *Juin*, 384.

Wagons de fort tonnage. Réparation à la gare de triage d'Altoona. *Rgc. Juin*, 470.

TRANSPORTS DIVERS

Automobiles. Aciers employés dans leur construction (Mathews). *Fi. Mai*, 379.

— État actuel (Holden). *Ri.* 22 *Mai*, 204.

— électriques, leur décadence, *Va.* 22 *Mai*, 327.

— à pétrole Hotchkiss. *Va.* 29 *Mai*, 346.

— — 40 chevaux Pipe. *Va.* 12 *Juin*, 377.

— — Prédétermination de la puissance

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des moteurs (Carbès). *Ta*, 15 *Juin*, 94.

Automobiles à vapeur White Steam. Essais (Benjamin et Young) *AMa*. 5 *Juin*, 765.

— Essieux fixes. *Ri*. 15 *Mai*, 198.

— Jante amovible Rapid. *Va*. 5 *Juin*, 367.

Tramways électriques à plots Schucostaver. *E*. 28 *mai*, 735.

CHIMIE ET PHYSIQUE

Acides hydronitrique anhydre (Browne et Lundell). *CN*. 28 *Mai*, 254.

— benzoïque, sa recherche dans les aliments (A. Jonescu). *Pc*. 1 *Juin*, 523.

— lactique et glycolique. Réactions très sensibles (Denigès). *Scf*. 5 *Juin*, 647.

Acoustique : les harmoniques graves (Sires et Massol). *CR*. 17 *Mai*, 1318.

Air atmosphérique. Composition (Claude). *CR*. 1er *Juin*, 1454.

Albuminoïdes. Étude des (Damianovich et Guglialmelli). *MC*. 1er *Juin*, 162.

Affinité capillaire et colloïdale (J. Mueller). *ScF*. 20 *Mai*, 472.

Azote atmosphérique. Sa fixation à Notoden. (Eyde). *SA*. 28 *Mai*, 472.

— Procédé de la Badish Anilin. *Electrochemical*. *Juin*, 245.

Azoture d'aluminium. Nouvelle préparation (Sofianopoulos). *ScF*. 5 *Mai*, 614.

Bases organiques. Théorie d'après la viscosité de leurs solutions (Tsakalotos). *CR*. 17 *mai*, 1324.

Bases. Combinaisons avec quelques métaux (Binet de Jasonneix). *AcP*. *Juin*, 145.

Brasserie. Maltase du sarrasin (Huerre) *CR*. 7 *Juin*, 1526.

— Divers. *Cs*. 15 *Juin*, 618.

Camphre artificiel (Colin). *RCp*. 35 *Mai*, 192.

Caoutchouc vulcanisé (Bing). *Cs*. 31 *Mai*, 534. Latex du Funtumia elastica, sa coagulation (Christe). (*id*.), 533.

Carbure de calcium. Fabrication. *E*. 28 *Mai*, 721; 12 *Juin*, 777.

Catalyse par humidité (Meynier). *CR*. 7 *Juin*, 1516.

— Réductions par le palladium colloïdal. *Cs*. 15 *Juin*, 624.

Calcium. Alliages de — comme agents réducteurs (Watts et Suhm). *CN*. 28 *Mai*, 257.

Céramique. Liquéfaction des argiles par les alcalis (Botticher). *Cs*. 31 *Mai*, 523.

— Produits réfractaires (Baraduc Müller). *RdM*. *Juin*, 700.

— Absorption par les argiles (Rolhand). *Cs*. 31 *Mai*, 546.

Cérium pur. Préparation (Nesh). Détermination rapide en présence des autres terres rares (Metzger). *Cs*. 15 *Juin*, 626.

Chaux et Ciments. Divers. *Cs*. 31 *Mai*, 523; 15 *Juin*, 601.

— Décomposition des mortiers par les eaux sulfatées (Beed). *RdM*. *Juin*, 749.

Chlorures. Action sur la fonte (Carulla). *Cs*. 31 *Mai*, 508.

Chocolats. Composition et analyse (Booth et Richards). *Cs*. 15 *Juin*, 620.

Cires des conifères, nouveau groupe de principes immédiats naturels (Bougault et Bourdin). *Pc*. 16 *Juin*, 561.

Corrosion du fer et de l'acier. Théorie électrolytique (Walker). *E*. 21 *Mai*, 683, 708.

— des métaux (Buzenac). *Rmc*. *Mai*, 153.

— Préservation (Cusham) *E*. 21-28 *Mai*, 710, 742.

Cristaux. Section principale des lames cristallines sa détermination (Meslin). *AcP*. *Mai*, 140.

Cyanamide calcique (Escart). *Ie*. 10 *Juin*, 240.

Distillerie. Traitement des vinasses (Verbièse). *Cs*. 15 *Juin*, 619.

Eaux de rivières. Chlorure de sodium dans les (Shelton). *CN*. 28 *Mai*, 253.

— Stérilisation par l'ozone (Roux). *Elé*. 29 *Mai*, 345.

Éducation et recherches en chimie appliquée (Meldola). *Cs*. 15 *Juin*, 531.

Egouts de Londres. *E*. 20 *Mai*, 701. *E'*. 28 *Mai*. 550.

— Nouveaux étalons pour eaux d'égout (Burgess). *Cs*. 15 *Juin*, 622.

— Épuration biologique et rôle des fosses septiques. *SNA*. *Avril*, 360-374.

— Four à incinérer les gadoues. *Ac*. *Juin*, 90. De Newport. *Gc*. 5 *Juin*, 117.

Éléments. Leur harmonisation mathématique. (Loring). *CN*. 21 *Mai*, 24.

Émail. Technologie chimique (J. Gruhnwald). *Ms*. *Juin*, 397.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Évaporation. Application du thermo-compresseur à l' (Rey Prache et Bouillon). *IC. Avril*, 460, 480.

Essences et Parfums. Divers. *Cs.* 31 *Mai*, 541 ; 15 *Juin*, 623.

— Condensations moléculaires par catalyse, nouvelle préparation des acides alcooliques et des cétones (Senderens). *ScF.* 20 *Mai*, 480.

— Chimie des parfums en 1908 (Jeancard et Satie). *RCp.* 16 *Mai*, 173.

— Essence de Cardamme amara (Kuntze). *Ms. Juin*, 401 ; — de Brassia rapa (*id.*). 402. La narcéine (Frend et Oppenheim). *Cs.* 31 *Mai*, 541.

— Élémicine, constituant de l'essence d'élémi (Semmler). *Ms. Juin*, 407.

Fer. Décapage et récupération du sulfate (Charpy). *RdM. Juin*, 697.

Fermentation. Les Enzymes oxydantes (Moore et Whitley). *Cs.* 15 *Juin*, 618.

Gaz. Théorie de van der Waals et ses applications (Goebel). *VDI.* 29 *Mai*, 370. 12 *Juin*, 947.

— Réactions dans les mélanges gazeux à des pressions très élevées. *CR.* 7 *Juin*, 1518.

Gaz d'éclairage. Laboratoire d'essais de l'usine de Vienne. *Ri.* 15 *Mai*, 195.

— Divers. *Cs.* 31 *Mai*, 512.

Graisses, Corps gras. Industrie et analyse (Lewkowitsh). *ScF.* 20 *Mai*.

— Acide linoléique (Erdmann et Bedford). *Cs.* 31 *Mai*, 530.

— Réduction par actions colloïdales des métaux du groupe du platine (Paal et Roth). *Cs.* 15 *Juin*, 611.

— Hydrolyse des huiles et graisses (Kellner). *Cs.* 31 *Mai*, 531.

Laboratoire. Trompe à mercure. Guichard. *Sef.* 20 *Mai* 571.

— Extracteur Auld et Pickles. *CN.* 21 *Mai*, 242.

— Organisation des laboratoires (Baskerwille). *CN.* 28 *Mai*, 259.

— *Analyse.* Alliages d'antimoine (Nicolardo et Krell). *Scf.* 20 *Mai*, 559.

— — Séparation analytique du chrome, du fer, de l'alumine et du zinc dans un mélange (Pozzi Escot). *ScF.* 20 *Mai*, 558.

— — des minerais de tantale (Simpson). *CN.* 21 *Mai*, 243.

Laboratoire. — Analyse des minerais de fer et des produits sidérurgiques. Procédé Rothe (Campredon). *RdM. Juin*, 826.

— Purification de l'oxalate de cuivre en analyse (Gooch et Ward). *American Journal of Science. Juin*, 448.

— *Dosage* de l'acide tartrique total dans les produits tartriques (Charles). *ScF.* 20 *Mai*, 567.

— — des nitrates par la méthode Grandval et Lajoux. (*id.*). 563.

— — Influence des bromures et iodures sur le dosage des nitrates dans les eaux (Farcy). (*id.*). 563.

— — du soufre dans les aciers, fers et fontes (Jaboulay). *RCp.* 30 *Mai*, 160.

— — des matières grasses dans les produits de charcuterie (Perrier). *ScF.* 20 *Mai*, 569.

— — du chlore en présence du brome par l'acide nitrique dilué (Caven). *Cs.* 31 *Mai*, 504.

— — de l'azote dans les matières organiques (Bennet). *MC.* 1 *Juin*, 160.

— — volumétrique des sels de fer : réduction préalable par le cuivre (Birch). *CN.* 4 *Juin*, 273.

— — quantitatif du nickel par la diméthylgloxime (Brunk). *CN.* 4 *Juin*, 275.

— — du nickel en présence du cobalt. (Sanchez). *Scf.* 5 *Juin*, 641.

Laques. Pigments des (Badish. Anilin). *Cs.* 31 *Mai*, 532. Laque du Japon (Majina) (*id.*), 532.

Médiarélisme de la chimie du jour (Hinrichs). *RCp.* 13 *Juin*, 214.

Minium. Recherches physico-chimiques (Milbauer). *Cs.* 15 *Juin*, 612.

Mouvements browniens dans les gaz (de Broglie). *CR* 17 *Mai*, 1315.

Optique. Théorie et pratique de l'éclairage (Rolph). *Fi. Mai*, 362.

— Projecteur automatique. *La Nature.* 22 *Mai*, 387.

— Cercle chromatique selon l'hypothèse de Young (Rosenstiehl). *CR.* 17 *Mai*, 1312.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Optique. Unification des unités d'intensités lumineuses (Janet). *Gc.* 22 *Mai*, 78.
— Collimateur dioptrique Boyelle-Morin. *Gs.* 29 *Mai*, 91.
— Influence de leur état de dissolution sur le spectre d'absorption des teintures dissoutes (Sheppard). *RSL.* 26 *Mai*, 256.
— Étalon de couleur. Difficultés de réalisation (Lovibond). *Cs.* 31 *Mai*, 500.
— Vision cinématographique sans scintillement (Proszynski). *CR.* 7 *Juin*, 1544.

Osmose. La pression osmotique (Berkeley et Hartley). *RSL.* 26 *Mai*, 271.

Papier. Divers. *Cs.* 31 *Mai*, 540.
— d'alfa. *Ef.* 5 *Juin*, 839.
— de bois. Récupération des sous-produits de soude (Falk). *Cs.* 15 *Juin*, 622.

Pétroles. Viscosimètre Ubbelhode. *Cs.* 31 *Mai*, 515.

Photographie (*Revue de*). (Granger). *Ms. Juin*, 361-382.

Phases liquides et solides. Équilibre dans le mélange $NaCl+H^2O$ et fusion de la neige (Matignon). *ScF.* 20 *Mai*, 476.

Poids atomiques (Vraies valeurs des) (Dubreuil). *ScF.* 5 *Juin*, 604-610.
— du phosphore. Densité de l'hydrogène phosphoré (Ter Gazarian). *CR.* 24 *Mai*, 1397.
— de l'argent. Démonstration directe de la valeur 108 de Richards (Hinrichs). *Ms. Juin*, 383.

Points de congélation des mélanges gazeux à très basses températures (Baume). *CR.* 17 *Mai*, 1322.

Pression intérieure dans les fluides (Amagat). *CR.* 24 *Mai*, 1352.
— dans les gaz (Leduc). (*id.*). 1391.

Rayonnement (Lois du) et leur application courante (Féry). *ACP. Juin*, 217.

Radio-activité. Découverte du radium. Son histoire. *Fi. Mai*, 359.
— Dégagement de chaleur des corps radio-actifs (Duana). *CR.* 1er *Juin*. 1448.
— Radio-activité en géologie et dans l'atmosphère (Besson). *IC. Mars*, 325.
— Radium et uranium dans les métaux radio-actifs (E. Glidetsh). *CR.* 1er *Juin*, 1451.
— Mise en liberté de l'helium des minerais radio-actifs par le meulage (Gray). *RSL.* 26 *Mai*, 301.

Résines et vernis. Divers. *Cs.* 31 *Mai*, 532.
— Peintures sous-marines et ignifuges (Coffinier). *RdM. Juin*, 734.
— Colophanes américaine et norvégienne (Frankforter). *Cs.* 15 *Juin*, 613.

Savons. Réaction de l'acide carbonique sur leurs solutions (Fender et Kuhn). *MC.* 1er *Juin*, 106.

Sulfate de plomb. Solubilité (Schnal). *CR.* 26 *Mai*, 1394.

Sucrerie. Divers. *Cs.* 15 *Juin*, 616.
— en 1907-1908 (Roussel). *RCp.* 13 *Juin*, 205.
— Action du ferment bulgare sur divers sucres (Bertrand et Duchacek). *CR.* 17 *Mai*, 1338.
— Perséulose, nouveau sucre cristallisé à 7 atomes de carbone (G. Bertrand). *ScF.* 5 *Juin*, 629.
— Corrections de température au polarimètre à quartz (Browne). *Cs.* 15 *Juin*, 214.
— Décomposition des sucres. Électrolyse des dextroses (Lob). *Cs.* 31 *Mai*, 535.

Soie. Sa formation. Sa composition (Adderhalden, Behrend et Dean). *Cs.* 31 *Mai*, 518.
— artificielle et industries cellulosiques (Beltzer). *Tm. Juin*, 308.

Tannerie. Divers. *Cs.* 31 *Mai*, 534; 15 *Juin*, 615.
— Aspergillus niger des tanneries (Balland et Dizor). *Pc.* 16 *Juin*, 573.

Teinture. Chromate de plomb. Propriétés colorantes (Vignon). 17 *Mai*, 1329.
— Divers. *Cs.* 31 *Mai*, 516; 15 *Juin*, 594, 596.
— Couleurs nouvelles. *MC.* 1er *Juin*, 157.
— Indican (l'). *Cs.* 31 *Mai*, 516.
— Indigotine (Nouvel isomère de l') (Wahl). *MC.* 1er *Juin*, 153.
— Colorants azoïques insolubles (Starck). *MC.* 1er *Juin*, 170.
— Teinture avec colorants substantifs copulables (Caberti et Fornara). (*id.*). 155.
— Bleu Ciba et sels d'indigo (Fehling). (*id.*). 157.
— Rouge anthracane au chrome Casella. *MC.* 1er *Juin*, 158.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Teinture. Rouge turc (huile pour) (Grun et Woldenberg). (*id.*). 160.
— Vert d'alizarine Casella. *MC.* 1er *Juin*, 158.
— Teinture des fibres artificielles (Clément). *MC.* 1er *Juin*, 177.
— Matières colorantes. Sensibilité à la lumière et composition (Gebhard). *MC.* 1er *Juin*, 168.
— Laine chlorée (Pearson). *MC.* 1er *Juin*, 175.

Thorium. Détermination dans les sables de monazite (Borelli). *Cs.* 15 *Juin*, 625.
— (Combinaison du chlorure de avec les chlorures alcalins (Chauvenet). *CR.* 7 *Juin*, 1519.

Tourbe. Carbonisation (Ekenberg). *E.* 28 *Mai*, 737.

Tungstates complexes: boro et métatungstatos (Copaux). *ACP. Juin*, 217.

Uranium (Oxyde d') (de Coninck). *CR.* 1er *Juin*, 1462.

Verre (Altération du) (Mylius). *Ms. Juin*, 389.
— Obtention d'un verre foncé coloré (Jackin). (*id.*). 398.
— Effet de la lumière solaire sur quelques verres incolores (Ross Gortner). (*id.*). 399.

Vins. Influence de l'aldéhyde des vins rouges sur la formation des dépôts (Trillat). *ScF.* 28 *Mai*, 550.

Zirconium. Examen analytique du métal (Wedeking et Lewes). *Cs.* 31 *Mai*, 526.

COMMERCE, ÉCONOMIE POLITIQUE

Alcoolisme (Lutte contre l') (Cheysson). *Rso.* 16 *Juin*, 741.

Allemagne. Production et consommation du sucre. 1893-1906. *SL. Avril*, 481.
— Recensement industriel en 1908. *Ef.* 29 *Mai*, 802.
— Renouvellement du privilège de la Reichsbank. *Ef.* 5 *Juin*, 835.

Angleterre. Budget de 1909-1910. *SL. Avril*, 482.
— Les sans-travail. *E.* 28 *Mai*, 729.
— Industries féminines anglaises. Lutte contre le chômage (Gérard). *Musée social. Mai*, 487.

Belgique. Fortune mobilière. Commerce extérieur, 1907-1908. *SL. Avril*, 486.

Brevets américains. *E.* 11 *Juin*, 794.

Canada comme placement des capitaux anglais (O. Smith). *SA.* 11 *Juin*, 600.
— Développement et perspectives de l'Ouest canadien. *Ef.* 22 *Mai*, 761.

Charges fiscales dans les principaux pays. *SL. Avril-Mai*, 473, 568.
— Commerce. (*id.*). 568.

Chômage (Assurance contre le) (O. Gaillard). *Rso.* 1er-16 *Juin*, 701, 753.

Classes moyennes (Défense des). *Rso.* 16 *Juin*, 741.

Crédit populaire (le) (Rostand). *Rso.* 1er *Juin*, 677.

États-Unis. Conservation des ressources naturelles (Douglas). *AIM. Mai*, 439 (Holmes) (*id.*), 469.
— Fin de la crise. Situation des récoltes. *Ef.* 29 *Mai*, 801.

France. Fraudes dans les sirops et liqueurs. Décret. *SL. Avril*, 401.
— — dans le commerce des beurres en Algérie. (*id.*). 405.
— Contributions directes en 1908. (*id.*). 433.
— Taxes municipales et de remplacement des droits d'octroi en 1908. (*id.*). 450.
— Impôt sur les opérations de bourse. (*id.*). 542.
— Monnaies fabriquées en 1908 et circulation monétaire. (*id.*). 468.
— Fonctionnaires et employés des services publics. Grèves. Statuts. *Ef.* 22-29 *Mai*, 787, 797.
— Budget de Paris. *Ef.* 22 *Mai*, 759; *SL. Mai*, 554.
— Évaluation du revenu net et actuel des propriétés foncières non bâties. *Ef.* 29 *Mai*, 799.
— Impôt sur le revenu. *Ef.* 29 *Mai*, 806.
— Grèves continuelles des marins à Marseille et séquestration de nos colonies nord-africaines. *Ef.* 5 *Juin*, 833.
— Dépopulation. *Ef.* 5-12 *Juin*, 837, 877.
— Plantes textiles des colonies françaises. *Ef.* 12 *Juin*, 870.
— Mouvement des prix en France depuis 1880. *Ef.* 12 *Juin*, 883.
— Nos ports de commerce (Boutillier). *Tm. Juin*, 525.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

France. Droits sur les boissons pendant le 1er trimestre 1909. *SL. Mai*, 529.
— Caisse nationale d'épargne en 1907. *SL. Mai*, 536.
Grèves (Nature du droit de). *Ef.* 22 *Mai*, 765.
— et la défense patronale (Rivière). *Rso.* 1er *Juin*, 727.
Incendies. Risques dans les usines. Décret du 22 mars 1906. *Ri.* 29 *Mai*, 215.
Japon. Monopole du camphre. *SL. Avril*, 508. Situation des commerçants européens au Japon. Statistique agricole. Valeur des produits industriels et agricoles. Le Suicide au Japon. *Ef.* 20 *Mai*, 804.
Maurice (l'île de). *Ef.* 12 *Juin*, 885.
Mutualité et les retraites ouvrières. *Musée social. Mai.*
Norvège. Dette publique. Eau-de-vie. Bière, 1902-1907. *SL. Mai*, 602-604.
Participation aux bénéfices. *E.* 28 *Mai*, 731.
Roumanie. Budget pour 1909. *SL. Mai*, 604.
Suisse. Rachat du Gothard, déficit fédéral. Banque nationale suisse. *Cf.* 12 *Juin*, 880.
Syndicats et Trade Unions. *Ef.* 12 *Juin*, 873.

CONSTRUCTIONS ET TRAVAUX PUBLICS

Ciment. (Résistance du) (Bach) *VDI.* 22 *Mai*, 828.
— *armé*. Canalisations en — construites par segments. *Gc.* 22 *Mai*, 77.
— — Action de la température (Emperger). *ZOI.* 28 *Mai*, 4 *Juin*, 349, 369.
— — Poteaux en béton armé. Résistance au flambage (Mesnager). *APC. Mars*, 106.
— — Dépôt sous-marin en — à Haslar. *E.* 11 *Juin*, 786.
— — Dépôt de charbon à Montréal. *E'.* 11 *Juin*, 604.
Chauffage et ventilation. Essais de chaudières pour le chauffage. *Ri.* 22 *Mai*, 208.
— Calcul des installations de chauffage par l'eau chaude à basse pression. *Ri.* 22 *Mai*, 209; 5 *Juin*, 229, 230.
— Pertes par les parois dans les installations de chauffage. *Ri.* 5 *Juin*, 228.
Chauffage et ventilation. Chauffage de l'air par serpentin de vapeur. *Ri.* 5 *Juin*, 229.
Drague pour le gouvernement cubain. *E'.* 11 *Juin*, 612.
Excavateurs électriques (Richter). *VDI*, 12 *Juin*, 940.
Fermes articulées. Calcul (Landsberg). *VDI.* 5 *Juin*, 901. Type Queen Post. *E.* 11 *Juin*, 775.
Fondation des bâtiments aux États-Unis (Henry). *Gc.* 5-12 *Juin*, 108. 123.
Pilotis en béton (les). Cole. *ACE. Mai*, 428.
Ponts suspendus. Efforts dans les (Chase). *E'.* 21 *Mai*, 518.
— du Kaiser Wilhelm à Wilhelmshafen. *VDI.* 22-29 *Mai*, 809, 867.
— Achèvement du viaduc des Fades. *Gc.* 29 *Mai*, 81.
— sur la Wear. *E'.* 4-11 *Juin*, 588, 602.
— d'Arcia (Parent). *APC. Mars*, 106.
Résistance des terrains et roches aux grandes profondeurs. *Gc.* 12 *Juin*, 134.
Routes. Goudronnage. *ACE. Mai*, 494.
Tremblements de terre. Etude des vibrations (Bergeron). *IC. Mars*, 344. Constructions adaptées (Espitallier, Hennebique, Pillet, Pesce). (*id.*). 363, 386, 400.
Tunnel du Simplon. (Pressel). 201. 11 *Juin*, 38.

ÉLECTRICITÉ

Accumulateurs. Formation des plaques. Société de l'accumulateur l'Énergie. *Re.* 15 *Juin*, 414.
Condensateurs à forte capacité, solution électrochimique (Schultze) *LE.* 29 *Mai*, 279.
— leur étalonnement (Devaux Charbonnel). *CR.* 7 *Juin*, 152.
Champ produit par un oscillateur électrique (Montel). *LE.* 22 *Mai*, 237.
Contacts (les) dans l'appareillage électrique (Meyer). *LE.* 22 *Mai*, 245.
Distributions dans Paris. *Ie.* 25 *Mai*, 230.
— Transmission souterraine à haute tension (Junkersfeeld et Schweitzer). *Re.* 30 *Mai*, 573, 578.
— Lignes à 100 000 volts. *La Nature.* 12 *Juin*, 31; de la Société du Sud électrique. *Elé.* 12 *Juin*, 371.
— Traversée des fleuves (Déthcollaz). *Im. Juin*, 28[illegible]

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dynamos à courant continu série et shunt actionnés à couple constant, propriétés autorégulatrices (Henry). *Ie.* 25 *Mai*, 225.
— Commutation dans les dynamos (Rudenberg). *LE.* 29 *Mai*, 276.
— Couplage en parallèle des alternateurs (F. Lux). *Re.* 15 *Juin*, 413.
— Échauffement des enroulements dans les machines à grande longueur de fer (Arnold). *Re.* 15 *Juin*, 411.
— *Moteurs* polyphasés à collecteur (Roth). *LE.* 23-29 *Mai*, 243, 265.
— — Mesure du glissement; indicateur stroboscopique (Kapp). *LE.* 5 *Juin*, 306.

Électrochimie. Elément alcali-chlore Fi.-ley, son rendement. 704.
— Industrie électrochimie en Suisse (Coppet). *LE.* 29 *Mai*, 284.
— Divers. *Cs.* 31 *mai*, 528.
— Fours électriques; évolution de l'électrode (Bag). *Elé.* 5-12 *Juin*, 358, 379.
— — Phénomène d'aspiration — pinck — dans les (Hering). *Electrochemical. Juin*, 266.

Eclairage. Essais de lampes à incandescence. *Ie.* 25 *Mai*, 221.
— Stabilité des circuits d'éclairage (E. Thomson). *Re.* 15 *Juin*, 415.

Electrons. Théorie électronique de l'électricité (Pellat). *SE. Mai*, 285.

Interrupteurs à haute tension (Henry). *Ie.* 10 *Juin*, 245.

Isolateurs pour lignes au bord de la mer. *Re.* 30 *Mai*, 380.
— à haute tension. *LE.* 5 *Juin*, 295.
— Distribution du potentiel à la surface des isolateurs (Anfossi). *Clé.* 12 *Juin*, 369.

Magnétisme. Influence de la silice sur les propriétés électriques et magnétiques des fers. *E.* 28 *Mai*, 732.

Mesures. Unité pratique de puissance. *Re.* 30 *Mai*, 732.
— absolue d'une résistance en unités électrostatiques.
— Électrodynamomètre absolu Pellat. *Re.* 15 *Juin*, 429.

Parafoudre pour courant alternatif Kermode. *Elé.* 22 *Mai*, 321.

Pianos électriques (Dary). *Elé.* 5 *Juin*, 353.

Shunt universel. Chauvin et Arnoux. *Re.* 13 *Juin*, 431.

Stations centrales de Wangen, sur l'Aar. *Ie.* 25 *Mai*, 221.
— de Buenos-Ayres. *Re.* 15 *Juin*, 409.
— hydro-électriques du Canada (Smith). *ACE. Mai*, 454.
— Économies de combustible (Izart). *Ie.* 10 *Juin*, 263.
— Diagrammes des (Carle). *Power.* 8 *Juin*, 1001.
— Détermination de leur puissance. *Ri.* 12 *Juin*, 234.

Télégraphie sans fil, syntonique (O. Lodge et Muirhead). *RSL.* 26 *Mai*, 227.
— Rôle de la terre (Fleming). *E.* 4-11 *Juin*, 766, 776.
— (Recherches sur la) (Fleming). *E.* 11 *Juin*, 795.

Téléphonie. Communications téléphoniques par les lignes établies sur les supports des conducteurs d'énergie électrique (Laporte). *Ie.* 10 *Juin*, 258.

Transformateurs de grande puissance pour l'électrochimie. *Elé.* 29 *Mai*, 337.

HYDRAULIQUE

Écoulement de l'eau dans les canaux. Formule de Kutter. Solution graphique (Hewes et Roe). *AIM. Mai*, 453.

Chutes d'eau des Alpes et des Pyrénées. Mission d'étude (Levy). *CR.* 1er *Juin*, 1441.
— du Canada (Smith). *ACE. Mai*, 454.
— Perte du Rhône. *La Nature.* 22 *Mai*, 389.

Roue Pelton de 5 500 chevaux. *AMa.* 22 *Mai*, 720.

Turbines. Usines de Notoden. *Gc.* 22 *Mai*, 67.
— Allis et Chalmers. Usine de Sewalls Falls. Concord. *Power.* 25 *Mai*, 928.
— Francis aux États-Unis. *VDI.* 12 *Juin*, 929.

MARINE, NAVIGATION

Barrage mobile de Roanne (Mazoyer). *APC. Mars*, 123.

Canal de la Baltique à la Mer Noire. *E.* 28 *Mai*, 734.
— de la Marne à la Saône. Rigole d'alimentation de Vaucouleurs (Suquet et Changey). *APC. Mars*, 26.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Bateau à faible tirant d'eau pour l'Amérique du Sud. *E'.* 21 *Mai*, 536.
— à roue arrière Axholme. *E'.* 11 *Juin*, 616.
Bac électrique de Godesberg, sur le Rhin. *Gc.* 12 *Juin*, 121.
Compas. Méthode de compensation. Nouveau compas électromagnétique Dunoyer. *ACP. Mai*, 5.
— enregistreur Heit. *CR.* 24 *Mai*, 1386.
Docks d'Emmingham. *E.* 28 *Mai*, 717.
Hélices. Poussières aux paliers. *E.* 21 *Mai*, 706.
Machines marines à gaz. *E'.* 11 *Juin*, 609. *Rmc. Mai*, 249.
— Turbines. *E.* 28 *Mai*, 561.
Marines de guerre. Armement moderne des cuirassés anglais et les colonies. *E.* 11 *Juin*, 791.
— Bateau de sauvetage des sous-marins (marine française). *E'.* 11 *Juin*, 598.
— Leurs puissances. *E.* 21 *Mai*, 703.
Ports d'Anvers. *E'.* 4 *Juin*, 589. *VDI.* 5 *Juin*, 889.
— de la Pointe des galets, à la Réunion (Bedel). *APC. Mars*, 59.
— de Sidney. *E.* 11 *Juin*, 600.
Paquebot australien *Orsava*. *E.* 28 *Mai*, 715. *E'.* 28 *Mai*, 534.
— oriental *Otawy*. *E.* 4 *Juin*, 745.
— Prix des transatlantiques. *E'.* 4 *Février*, 584.
Propulsion des navires. *E'.* 4-11 *Juin*, 576, 614.
Résistance vagueuse des navires (Havelock). *RSL.* 26 *Mai*, 276.
Ventilation des navires. Calcul des installations (Boris). *RM. Mai*, 433-471.
— Chauffage et ventilation système Termilank. *Rmc. Mai*, 329.

MÉCANIQUE GÉNÉRALE

Aéronautique. Aviation (l'). (G. Lavergne). *Ri.* 15, 22, 29 *Mai*, 196, 206, 213; 5, 12 *Juin*, 222, 235.
— Hélices aériennes. Rendement. Sa définition (Chasseriaud). *Gc.* 12 *Juin*, 132.
— Moteurs d'aviation Esnault-Pelterie. *Va.* 5 *Juin*, 360.
— Divers. *Gc.* 5-12 *Juin*, 111, 125.
— Aviation. État actuel (Taris). *APC. Mars*, 7.
— Aéroplane de Chalais-Meudon. *La Nature*. 5 *Juin*, 1.
Aéronautique. Dirigeable Parseval, 1908 (Rumpler). *VDI.* 5 *Juin*, 897.
Air comprimé. Compresseur compound Allen. *E'.* 21 *Mai*, 524. *Ri.* 12 *Juin*, 253.
— — portatif. Hulbert. *E.* 11 *Juin*, 785.
Balance automatique continue Strower. *Gc.* 29 *Mai*, 92.
Changements de marche et de vitesse Renault Hanson.Dennis Foss Grant. Dickinson et Burne, Farkas et Kieffer Hotl, Henriod, Inshaw Moore, Rudge-Whitworth, Taylor, Lodge et Shipley, Riviere, Dieterich,Wonham,De Venle, Magout, Wills et Smythe Bardet, Samain, Manly, Hele-Shaw, Fottinger, Huber. *RM. Mai*, 472-515.
Chaudières surmenées (Remèdes aux) (Dow). *EM. Juin*, 406.
— à tubes d'eau Cosey Heyes. *Power*. 1er *Juin*, 992.
— Corrosions(Résistance aux) (de la Coux). *Tm. Juin*, 279.
— Fumivorité (la) (Coes). *EM. Juin*, 395.
— Acide carbonique et pertes par la cheminée (Steely). *Power*. 8 *Juin*, 1015.
— Grille de l'American Stoker Co. *Power*. 1er *Juin*, 988.
— Surchauffeurs Cruse, Schmidt, Stirling, Spayer, Sugden, Wilkinson. *RM. Mai*, 516.
— Purgeur Bailey. *E.* 28 *Mai*, 561.
— Surchauffe et laminage. *Power*. 25 *Mai*, 925.
— La vapeur d'eau surchauffée (Marchis). *Tm. Juin*, 272.
— Valve réductrice Boiley. *E'.* 28 *Mai*, 561.
Courbes de raccordement (Smith). *E'.* 4 *Juin*, 574.
Dynamomètres. Freins (Izart). *Elé.* 5-12 *Juin*, 362, 576.
Engrenages (les). *E'.* 11 *Juin*, 610.
— en développantes (Tracé des) (Hopp). *Société d'Encouragement de Berlin. Mai*, 245.
Graisseur Ohio. *Power*. 8 *Juin*, 1015.
Indicateurs (les). Izart. *Elé.* 29 *Mai*, 347.
Inertie et masse (Dwelshauvers). *E.* 11 *Juin*, 805.
Levage. Convoyeurs à courroies. *Ri.* 15 *Mai*, 194.
— Ascenseurs du Singer-building. *Ri.* 5 *Juin*, 221.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Levage. Anciennes grues. *E'.* 28 *Mai*, 551.
— Cableways O. Blechert. d'Amélie-les-Bains. *Eam.* 5 *Juin*, 1119.
— Élévateurs de charbon. *E'.* 28 *Mai*, 564.
— Grue marteau de 100 tonnes Appleby. *E'.* 4 *Juin*, 586.
— — roulante Chaplin de 30 tonnes. *E'.* 11 *Juin*, 606.
— Transporteur électrique Roger. *E'.* 4 *Juin*, 580.
— — à secousse. Théorie (Chion). *Im. Juin*, 509.
— Palan triplex Thomine et Rousselet. *Bam. Mai*, 577.

Machines-outils. Atelier d'armurerie Maxim. *E'.* 4 *Juin*, 573.
— — Travail à la machine-heure, répartition des frais généraux (Smith). *EM. Juin*, 384.
— — Commande électrique, *Ri.* 12 *Juin*, 238.
— Alésoir vertical double de Grafenstaden. *Ama.* 5 *Juin*, 809.
— Cisailles commande électrique des) (Wiley). *Re.* 30 *Mai*, 385.
— Étaux limeurs. Essais. *AMa.* 22 *Mai*, 732.
— Fraises (Considérations sur les) (Howarth). *Ri.* 22 *Mai*, 201.
— Fraiseuses (montages pour). *AMa.* 22 *Mai*, 747.
— Limes tournantes allemandes. *AMa.* 29 *Mai*, 731.
— Micromètre Curtis. *AMa.* 22 *Mai*, 767.
— Outils en acier. Rapide contrôle thermique de leur traitement (Necker). *EM. Juin*, 373.
— Essais et résultats (Herbert). *AMa*, 12 *Juin*, 822, 847.
— Montages divers. *AMa.* 12 *Juin*, 815, 839.
— Perceuses Pollard. *E.* 28 *Mai*, 725.
— Presse à bomber les bords des boîtes rondes Bliss. *Ri.* 29 *Mai*, 213.
— Tour à plateau Wilkinson, *E.* 28 *Mai*, 728.
— — diviseur Gribben. *AMa.* 5 *Juin*, 780.
— Travail des outils (Friederich). *VDI.* 29 *Mai*, 869.
— Trusquin télescopique de Dugar. *AMa.* 29 *Mai*, 727.

Machine à bois universelle Walkin. *AMa.* 5 *Juin*, 769.
— Garde pour moulureuses Ransome. *E'.* 11 *Juin*, 613.

Moteurs à gaz. Grands moteurs pour stations électriques. *Power.* 25 *Mai*, 917.
Station de 3000 chevaux des pompiers de Philadelphie. *Power.* 1er *Juin*, 971.
— Coût de la force motrice petite et moyenne. Moteur Bollinckx. *Ru. Avril*, 38.
— Vitesse de détonation et rendement (Lessard). *Ta.* 15 *Juin*, 81.
— Gazogène Morton pour charbon bitumineux. *E.* 11 *Juin*, 786.
— — Riché à double combustion. *Pm. Juin*, 87.
— *à pétrole.* Evaluation de leur puissance (W. Beaumont). *E'.* 21 *Mai*, 534.
— — Marin Blakstone. *E.* 4 *Juin*, 756.
— — Rendement thermique. Essais Watson. *E.* 4 *Juin*, 763.
— — pour aviation. *Gc.* 5 *Juin*, 111.

Moteurs à vapeur rapides (évolution de) (Sweet). *Power.* 1er *Juin*, 956.
— demi-fixes Wolf à vapeur surchauffée. Essais Guttermulh. *RM. Mai*, 472.
— Condenseurs, théorie. *E'.* 21 *Mai*, 520.
— — à surface, leur évolution (Ozzok). *Power.* 1er *Juin*, 959.
— Distribution Corliss ; Franklin. *Power.* 1er *Juin*. 990. Twiss. (*id.*). 8 *Juin*, 1035.
— *Turbines* Curtis de 2590 chevaux. *Power.* 25 *Mai*, 900.
— — Westinghouse de 3 500 chev. *E.* 11 *Juin*, 799.
— — Histoire de leur développement. *E'.* 29 *Mai*, 546.
— — (Réparations des). *E'.* 11 *Juin*, 616.
— — à basse pression aux mines de Harpen et d'Osterfeld. *Em. Mai*, 279, 281.
— Volants. Variations cycliques des (Horne). *E.* 28 *Mai*, 719.
— — Calcul des volants à voile pour grandes vitesses (Legros). *Ru. Avril*, 13.

Moulins à vent pour électricité (Berthier). *Cosmos.* 16 *Juin*, 688.

Pendule de 400 jours Grivolas. *Cosmos*, 16 *Juin*, 688.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Résistance des matériaux. Machine à essayer Avery de 300 tonnes. *E'.* 21 *Mai*, 532.
— Résistance d'un prisme à la torsion (Goetzke). *VDI.* 12 *Juin*, 935.
— Dureté des métaux. Mesure à chaud et à froid (Robin). *IC. Avril*, 433.
Roulements sur billes. Dwf. *Va.* 22 *Mai*, 329.
Textiles. Textiles du Tran Nench. *It.* 15 *Juin*, 206.
— Métier continu à filer. Commande électrique. *It.* 15 *Juin*, 221.
— Gazage des fils. *It.* 15 *Juin*, 225.
Ventilateurs (Installation des) (Bavier). *VDI.* 29 *Mai*, 849.

MÉTALLURGIE

Alliages de cuivre spéciaux ; bronzes et laitons au manganèse, au silicium, chrome, tungstène, vanadium (Escart). *Gc.* 22-29 *Mai*, 74, 85.
— Influence du traitement thermique (Portevin). *RdM. Juin*, 814.
— Laitons et cuivre. Étude micrographique (Girard). *Im. Juin*, 289. (Chimie des) et leur industrie (Lewis). *Cs.* 15 *Juin*, 584.
Cuivre. Fusion des mattes en Norvège, procédé Knudsen. *Eam.* 20 *Mai*, 1080.
Étain. Bessemérisation des résidus de fusion (Lewy et Ewen). *Cs.* 15 *Juin*, 606.
— Grillage et fusion combinés, procédé Fink. *Electrochemical. Juin*, 286.
Métallographie (Bernard). *Tm. Juin*, 289.
— Application à l'industrie (Révillon). *RdM. Juin*, 819.
Sidérurgie. Traitement thermique des aciers Bessemer Mac William. Metet Barnes. *E.* 4 *Juin*, 770.
— Décarburation des alliages fer-carbone. *E.* 11 *Juin*, 801.
— Économies dans la fabrication du fer et de l'acier (Waterbouse). *EM. Juin*, 361.
— Aciers spéciaux industriels (Guillet). *RdM. Juin*, 840.
— Aciéries Beardmove à Parkhead-Glasgow. *E.* 21 *Mai*, 688; 4 *Juin*, 51; de Gary. *Ru. Avril*, 87.
— Alliages ferro-métalliques (Chaplet). *RdM. Juin*, 739.
Sidérurgie. Ferro-manganèse sans carbone Wraight. *Cs.* 15 *Juin*, 603.
— Coke; captation des fumées des fours. *Gc.* 12 *Juin*, 133. Fabrication (Say). *Im. Juin*, 351.
— Fabrication automatique des rails d'acier. *AMa.* 22 *Mai*, 679,
— Fours à tremper (Scott). *AMa.* 22 *Mai*, 694. Électrique Sabersky et Adler. *Ri.* 22 *Mai*, 293.
— Gazogène S. F. H., décrassage par fusion des cendres (Sepulchre). *RdM. Juin*, 730.
— Hauts fourneaux de Gary. Soufflerie par moteurs à gaz. *AMa.* 29 *Mai*, 723.
— Laminoir. Travail du laminage (Groeek). *VDI.* 22 *Mai*, 822.
— — des aciéries de Bochum. *SuE.* 26 *Mai*, 769.
— — électrique de Duisbourg. *SuE.* 9 *Juin*, 854.
— Poche de fonderie électro-hydraulique de 30 tonnes. *E'.* 21 *Mai*, 523.
— Presse de 5000 tonnes pour la compression de l'acier par tréfilage Harmet. *Pm. Juin*, 82.
— *Électrosidérurgie* (L'). *Electrochemical. Juin*, 245. Fours Rochling Rodenhauser. *E.* 21 *Mai*, 685, 690. *E'' Juin*, 617. *Tm. Juin*, 305.
— — État actuel (Clausel de Coussergues). *RdM. Juin*, 589.
— — Hauts fourneaux électriques. *E'.* 28 *Mai*, 558.
— — Fonderie. Manutention du sable à Manheim (Henning). *SuE.* 2 *Juin*, 840.
— — Coulée dans des moules d'acier (Trenheit). (*id.*). 827.
— — Fonderie nouvelle. Caspary. *SuE.* 2 *Juin*, 819.

MINES

Amatrice. Nouvelle pierre précieuse de l'Utah. *Eam.* 22 *Mai*, 1038.
Argent. Plombs argentifères de Sveiberg. *Eam.* 15-22 *Mai*, 987, 1029.
— Mines du Mexique. *AIM. Mai*, 477.
Australie (Concessions de mines en). *Eam.* 5 *Juin*, 433.
Cuivre à Chillagoe, Queensland. *Eam.* 5 *Juin*, 1125.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Déhouilleuses diverses; comparaisons (Walker). *Eam.* 22 *Mai*, 1042.

Diamants. Gisements de Bahia. *Eam.* 15 *Mai*, 981.

Étain au Queensland Nord. *Eam.* 29 *Mai*, 1092.

Électricité. Mise en train pour moteur Peyrolle. *E.* 21 *Mai*, 707.

Épuisement. Choix des pompes souterraines. *Im. Juin*, 358.

Explosifs. Accidents dans les mines de Belgique de 1893 à 1907. *Im. Mai*, 292.

— Cordeaux détonants et le nouveau procédé d'amorçage des mines (Chalon). *Ru. Avril*, 1.

Filons. Formation au Nicaragua. *Eam.* 5 *Juin*, 1130.

Houillères. Laverie nouvelle de la Link Belt C°. *Eam.* 15 *Mai*, 993.

— Secours contre accidents dans les mines d'anthracite de Pennsylvanie (Stock). *EM. Juin*, 321.

— . Explosion de Norton Hill. *Eam.* 15 *Mai*, 994.

— . Poussières de houille (Daniel). *AM. Fév.*, 142.

Houillères. Question des poussières en Angleterre. *Eam.* 29 *Mai*, 1084.

— Charges financières. *E'.* 21 *Mai*, 519.

Magnésite dans l'Inde (Dawis). *Cs.* 31 *Mai*, 503.

Or dans l'est Sibérien. *Eam.* 22 *Mai*, 1034.

— en France (Strap). *RdM. Juin*, 823. A Madagascar (Marquet). *IC. Avril*, 417.

— dans l'Ouest Africain. *Eam.* 22 *Mai*, 1037.

Perforatrices. Concours du Transvaal. *Eam.* 15 *Mai*, 998.

Pétroles nouveaux de l'Utah. *Eam.* 15 *Mai*, 989.

— Appointage des fleurets à Calumet and Hecla. *Eam.* 29 *Mai*, 1073.

— Injection d'eau dans le fleuret. *EM. Mai*, 267.

— Marteau à air comprimé (Brocard). *EM. Mai*, 409, 254.

— Pompe de puits Leinweber. (*id.*). 1001.

Phosphates de la Floride. *Im. Mai*, 297.

Préparation mécanique. Séparateurs magnétiques (Stone). *AMa.* 22 *Mai*, 688. *Ri.* 5 *Juin*, 224.

Tungstène à Boulder County, Colorado. *Eam.* 22 *Mai*, 1055.

Zinc. Gisement de Zoplin. *Eam.* 22 *Mai*, 1049.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LISTE DES NOUVEAUX MEMBRES

ADMIS, PENDANT LE 1er SEMESTRE DE L'ANNÉE 1909,

A FAIRE PARTIE DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

MM.

Anciens Établissements Mouchel (Compagnie générale d'Électricité), 5, rue Boudreau, Paris.

Barbereau (Alfred), Industriel féculier à Montereau (Seine-et-Marne).

Bardeau (Albert), Ingénieur des Arts et Manufactures, 33, rue Dautancourt, Paris.

Cellerier (Fernand), Ancien élève de l'École polytechnique, Directeur du laboratoire d'essais du Conservatoire National des Arts et Métiers, 292, rue Saint-Martin, Paris.

Combemale (Jules), Chimiste, 94, boulevard Flandrin, Paris.

Compagnie anonyme française pour la fabrication des roulements à billes D. W. F., 2, rue G. H. Marsaud, à Gennevilliers.

Coquet (Lucien), avocat, secrétaire général du Comité commercial franco-allemand, 24, rue Montenotte, Paris.

MM.

Cordier (Gabriel), Administrateur délégué de la Société Énergie électrique du littoral méditerranéen, 90, rue de la Victoire, Paris.

David (Louis-F.), Ingénieur civil des Mines, 8, rue Léonce-Reynaud, Paris.

Engel (Alfred), Le Chênois, par Belfort.

Flamant (Pierre), Ingénieur civil des Mines, 158, boulevard Pereire, Paris.

Fochier (Émile), Ingénieur des Arts et Manufactures, chef technique des usines Zedel à Pontarlier (Doubs).

Frois (Marcel), Ingénieur civil des Mines, Inspecteur du travail dans l'industrie, 25, rue de Navarin, Paris.

Giraud (Jean), Ingénieur-Constructeur, 42, rue du Louvre, Paris.

Giros (Alexandre), Ancien élève de l'École polytechnique, Ingénieur-Constructeur, 69, rue de Miromesnil, Paris.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MM.

JARRIANT (Joseph), Fabricant de fils et câbles pour l'électricité, 233, rue Croix-Nivert, Paris.

LOSSIER (Henry), Ingénieur, ancien professeur agrégé à l'École polytechnique de Zürich, 110, rue Denfert-Rochereau, Paris.

LOUCHEUR (Louis), Ancien élève de l'École polytechnique, Ingénieur-Constructeur, 90, avenue Malakoff, Paris.

MALLÈVRE, Professeur à l'Institut National agronomique, 16, rue Claude-Bernard, Paris.

MM.

MARCILLAC (A. DE), Président de l'Union des Syndicats agricoles du Périgord et du Limousin, château de Mallet, par Beauregard (Dordogne).

NICOLARDOT (capitaine), Chef du laboratoire de chimie de la Section technique de l'artillerie, 1, place Saint-Thomas-d'Aquin, Paris.

Société anonyme des ateliers Thomson-Houston (anciens établissements Postel-Vinay), 219, rue de Vaugirard, Paris.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES

NOMS DES AUTEURS MENTIONNÉS

DANS LE PREMIER SEMESTRE DE LA CENT HUITIÈME ANNÉE DU BULLETIN

(JANVIER-JUIN 1909)

(La lettre (**P**), à la suite d'un article, indique qu'il ne s'agit que d'une présentation.)

A

Agostini. Traitement des filins et tissus, 461.

Alland. Gommes du Soudan, 795.

Allen. Condenseurs, 1025.

Alfassa. Impérialisme économique en Grande-Bretagne. 101, 351,, 563, 969.

André. Planètes et leur origine, 841.

Arnodin. Lutte économique des transports, 209.

Arnold. Acier à outils, 425.

Armstrong. Contrôle de la consommation du charbon, 506.

Astier et Cuminal. Enseignement technique, 203.

B

Balland et Droz. Fermentations des jusées, 1218.

Backeland. La bakélite, 996.

Barbet. Industries chimiques agricoles. 391.

Bardet. Inventions diverses, 480; pince, 607.

Baricand et Marre. Calibre pour vis, 1240.

Barne et Montpellier. Monteur électricien, 1267.

Baxter. Ascenseurs américains, 167.

Benjamin. Machines à essayer les plats des roues, 616.

Bennett. Cuir à l'écorce de mimosa, 165. — Dosage de l'azote dans les cuirs, 999.

Bertrand. Ferments solubles, 1001.

Blanc. Camphre artificiel, 992.

Blondel. Éducation économique du peuple allemand, 1048.

Bolling. Silundum, 161.

Bordas et Touplain. Diastases du lait, 1000.

Bosse et Coward. Synthèse du méthane, 163.

Boudouard. Altérations des houilles à l'air, 758.

Bouilhet. Orfèvrerie française en 1900, 186.

Boulanger. Épilage au jus, 996, 1036.

Boutaric. Solubilité du caoutchouc, 791.

Bowman. Fibre de la laine, 440.

Boyer-Guillon. Projet et programme d'expériences d'hélices aériennes (pli cacheté), 187. — Tarage des compteurs, 188.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Bresson. La houille verte, 1183.
Briggs. Constitution de la cellulose, 996.
Brochet. Chlore et soude électrolytiques, 153.
Brull. Condenseur capillaire Lawrence, 12.
— Gazogènes Letombe. 473.
Brumer et Durand. Effluves et ozone, 989.
Brunswich et Alliame. Construction des induits à courant continu, 635.

C

Cambon. L'Allemagne au travail, 1272.
Carles. Acide carbonique volcanique, 378.
— Fluor dans les vins, 393.
— Intoxication par l'émaillage des vases culinaires, 597.
Cauchemont. Fumivore, 619.
Chaar. Essai du plâtre.
Champly. Force motrice et eau à la campagne, 438.
Chaplet et Rousset. Soies artificielles, 437.
Chapmann. Palier à billes, 820.
Charpentier. Les microbes, 629.
Chassevent. Décors, 1036.
Chastin. Trusts et syndicats de producteurs, 185.
Chesneau. Verres incassables, 380.
Coeffignier. Solubilité des copals, 791.
Cognet. Lavage des laines, 797.
Collette. Extraction du jus des betteraves, 468.
Cordemoy (de). Ports maritimes, 1267.
Courcelle et Ricard. Fraudes alimentaires, 841.
Courmont et Noguer. Stérilisation du lait, 554.
Crevat. Irrigation rationnelle, 40.
Curie. Œuvres, 836.

D

Damour. Expériences sur les boues de Colombes, 92.
— Destructeurs d'ordures ménagères, 713.
Danlos et Frémont. Explosion d'une bouteille d'acier, 994.
Darling. Essai de soupapes de sûreté, 611.
Darzens. Extraction chimique, 636.
Decker. Tanin d'eucalyptus, 998.
Delage. Chauffage au gaz, 32.
De Laroque. Riz en Camargue, 1003.
Delshau. Roulement à billes, 824.
De Martone. Géographie physique, 837.
Demeny. Origine du cinématographe, 1267.
Dempster, Smith et Poliakoff. Expériences sur les forets, 1012.
De Nansouty. Le machinisme, 437.
Dibos. Dissipation des brouillards, 425.
Dœbter. Résistance des couleurs à la lumière, 1217.
Duclaux. Colloïdes, 378.
Ducompex. Peinture en bâtiment et décors 208.
— Défauts des vernissages, 792.
Duparc. Essences d'absinthe, 383.
D. W. F. Roulements de billes, 823, 827.

E

Effront. Présure, 1000.
Ehrngurber. Roulement à billes, 821.
Ekenberg. Charbon de tourbe, 1250.
Ellis. Carbone réduit, 155.
Eloeser. Courroies en acier, 182.
Erban. Livre de laboratoire, 633.
Estevaner. Jante universelle (pli cacheté), 1030.

F

Fabre. Alimentation du bétail, 1232.
Farcot. Moteurs légers, 17.
Fellinger. L'aluminium, 789.
Fery et Cheneveau. Température de fusion du platine, 586.
Figuier et de Nansouty. Merveilles de la Science, 209.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Finzi. Nitro-celluloses et poudres sans fumée, 1249.
Flammarion. Initiation astronomique, 636.
Fleury. Peinture du bâtiment, 1261.
Fontaine. Conjoncteur-disjoncteur Gabreau, 489.
Fontaine. Ouvrage de M. Rosset sur l'accumulateur, 36.
Fraser. L'Amérique au travail, 1046.
Frémont. Résistance des pièces rivées, 654.
— Essieu coudé, 857.
— Essais mécaniques de la fonte, 943.
Frémy. Manufacture de glaces de France, 1266.
Frois. Poussières industrielles, 26.

G

Gabreau. Conjoncteur-disjoncteur, 489.
Gallon. Sertisseur pour tubes de chaudières, 280.
Garçon (J). Notes de chimie, à tous les bulletins.
— Encyclopédie des industries tinctoriales, 436.
Giraud. Étain à Perak, 789.
Gobby. Filtre, 990.
Godfernaux. Éclisse, 864.
Gorbatshen. Or en Russie, 383.
Gorgen. Machines-outils, outillage, 634.
Gouin et Andouard. Alimentation du bétail, 1229.
Granderye. Détermination des roches, 1268.
Gras. Industries de Saint-Étienne, 1262.
Grazzi. Température du sol agraire, 605.
Greiller. Industrie de la porcelaine en Limousin, 435.
Griffin. Échantillonnage, 595.
Guillard. L'Autruche, 1093.
Guillet. Trempe. Revenu. Recuit, 1270.
Gutmann. Les explosifs, 594.
Guyot. Cours de droit forestier, 1047.

H

Haeder. Moteurs à gaz (traité des), 443.
Haton de la Goupillière. Surfaces nautiloïdes, 200.
Haugh. Géologie, 837.
Heil et Esh. Fabrication du caoutchouc, 1260.
Hess. Roulement à billes, 824.
Higgins. Théorie et pratique de la teinture, 589.
Hinart. Analyse des laits, 185.
Hitier. Notes d'agriculture, 134, 395, 599, 803, 1003.
— Agriculture en Russie, 493.
Hopflinger. Roulement à billes, 824.
Hospitalier et Roux. Formulaire de l'électricien et du mécanicien, 1047
Hyros Rak, Diffuseur continu, 626.

I

Imbs. Machine à griller les filés de M. Petitalot, 1080.
Izart. Canots automobiles, 635.

J

Jacob (Martial). Tournevis, 193.
Jauch et Masmejean. Chaudières marines et accessoires, 637.
Job. Méthode en chimie, 206.
Joly. Sabres japonais, 1211.

K

Klepstein. Extraits de Quebracho, 999.
Koebel. L'Argentine moderne, 631.
Komppa. Camphre artificiel, 992.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L

Ladenburg. Développement de la chimie depuis Lavoisier, 204.
Laisant. Initiation mathématique, 636.
Lambert. Sablière pour locomotives, 293, 1029.
Lawrance. Condenseur capillaire, 12.
Le Chatelier (H.). Travaux du capitaine Nicolardot, 24.
Lecornu. Moteurs Farcot, 17.
— Inventions de M. Bardet, 480.
Lee. Grille, 828.
Letombe. Gazogènes, 473.
Lewkowitsh. Technologie des huiles, graisses et cires, 437.
Lindet. Procédé Colette pour l'extraction du jus des betteraves, 468. Commission internationale d'analyses, 1271.
Livache. Ouvrage de M. Frois sur les poussières industrielles, 26.

M

Malette. Éléments de physique et de chimie, 839.
Mallet. Locomotives, 67, 69, 1045.
Marre. Pierre ponce, 380.
Marteil. Fonderie, 838.
Martineaud. Les oxydants, 377.
Martin. Produits médicaux, jurisprudence, 802.
Masson. Bascule automatique de la Société d'horlogerie de Béthune, 1065.
Mathieu. Autoclaves de saponification, 386.
Matignon. Fusion de la neige, 585.
Mauclère. Rapport sur les autobus, 1030.
Maxim. Vols naturel et artificiel, 1266.
Ménard. Vie privée des anciens, 201.
Merrywether. Conduites en ciment armé, 188.
Metin. Traités ouvriers, 838.
Meunier et Segewetz. Théorie du tannage, 591.
Meurisse. Chaudières, 190.
Moody et Leyson. Solubilité de la chaux, 152.
Moride et Varenne. Traité de savonnerie, 835.
Muntz et Gaudechon. Diffusion des engrais salins dans la terre, 599.
— et Lainé. Épuration des eaux d'égout sur lits bactériens de tourbe, 721.

N

Nathan. Coton-poudre, 595.
Neukirch. Roulement à billes, 824.
New Departure. Roulement à billes, 820.
Nicholson. Dynamomètre pour le travail des outils, 420.
Nicolardot. Ses travaux, 24.
— Recherches sur les cuirs et peaux, 593.
Nicou. Sidérurgie en Suède, 158.
Nowak. Poudre-éclair, 164.

O

Olsen. Machines à essayer les colonnes, 617.
Otto. Industrie des parfums, 438.
— Les autobus, 1030.

P

Pacoret. Treuils et ponts roulants, 1268.
Paquet, Docquin et Montpellier. L'Électrotechnique, 605.
Petitalot. Machine à griller les filés, 1080.
Picart et Colomb. Micromètre, 194.
Picart et Petrowitch. Dictionnaire des brevets, 1271.
Pictet et Finkelstein. Laudanosine, 991.
Piedolu. Le chamoisage, 594.
Pierond. Le téléphone, 1260.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Piesse. Chimie des parfums et essences, 208.
Planat. Art de bâtir, 439.
Pluvinage. La cyanamide, 540.
Post et Neumann. Analyse chimique appliquée aux essais industriels, 207.
Procter. Dosage du tannin. Caractérisation des extraits sulfitiques, 999.
Proszinsky (de). Cinématographe, 1085.
Prudhomme. Rapport sur le procédé de traitement des filés et tissus de M. Agostini, 461.

R

Ravaz. Influence de la couleur du sol sur la végétation de la vigne, 604.
Renard. Conférences sur l'aviation, 72, 300, 755, 1112.
Rennerfelt. Roulements à billes, 818.
Résal. Cours de ponts métalliques, 201.
Rey (Jean). Essais, 205.
Richard (G.). La mécanique en 1908, 42.
— Notes de mécanique. Littérature des périodiques et Revues de la quinzaine, à chaque Bulletin.
Riehle. Machine à essayer les billes, 811.
Ringelmann. Dynamomètre, 427.
Risler et Wéry. Irrigations et drainage, 1268.
Robertson. Décomposition de la nitrocellulose, 1219.
Roger. Lampe à pétrole, 29.
Rosset. Ouvrage sur les accumulateurs, 36.
Rossi et Carbone. Rouissage bactériologique, 388.
Roure-Bertrand. Bulletin, 1265.
Rousseaux et Biron. Pouvoir absorbant de dissolution du sol, 600.
Ruhmer. Téléphonie sans fil, 632.
Ryan. La tourbe, 798.

S

Sartory. Stérilisateur, 620.
Sauvage. Essieu coudé Frémont, 857.
— Éclisse électro-mécanique, 864.
— Moteur Ixion, 21.
— Patin hydraulique Théryc, 876.
— Sertisseur pour tubes de chaudières Gallon, 280.
— Sablière pour locomotives Lambert, 293.
Schmitt. Ionothérapie, 800.
Schoch. Passivité du fer, 155.
Schreiber. Roulement à billes, 825.
Schryver et Lessing. Désinfectants, 595.
Schutz. Roulement à billes, 825.
Schwalbe. Hydrates de cellulose, 387.
Sellers. Machine à essayer les sabots de frein, 614.
Sidersky. Consommation des chaudières, 634.
— Polarisation et saccharimétrie, 635.
Shuman. Moteur solaire, 1245.
Shupert. Foyer de locomotive, 1254.
Siedler. Zéolythe artificielle, 1220.
Sisley. Soies chargées, 590.
Smith. Empoisonnement par le ferro-silicium, 596.
Soliman. Étirage, tréfilage, 634.
Spring. Action détersive des savons, 793.
Standart Roller Bearing Cº. Roulement à billes, 821.
Stilz. Moteur à pétrole, 1027.
Stromeyer. Coups d'eau dans les tuyauteries, 829.

T

Théryc. Patin à frottement hydraulique, 876.
Thomson (Elihu). Soudure électrique, 409.
Toulon. Cinématographe de Proszinsky, 1085.
Townsend. Riveuse, 432.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Traquair. Éthers d'amidon, 995.
Turpain. Télégraphie sans fil, 632.

V

Vaillant. Peinture en bâtiment, 1261.
Vallot. Levés à la planchette, 1046.
Vaulabelle et Hemardinquer. La science au théâtre, 443.
Veitch. Matières premières des papiers, 390.
Veres et Bredon. Essences de térébenthine, 384. — et Sans. Saponification de la colophane, 385.
Vermorel. Agenda agricole, 207.
— et Danty. Arseniate ferreux comme insecticide, 392.
Vernon. Essais de fraiseuses, 1022.
Vilmorin. Manuel de floriculture, 209.
— Les fleurs en pleine terre, 210. Dégradation des murs, 1222. Culture des blés, 1260.
Vinsonneau. La route moderne, 438.
Violle. Lampe à pétrole Roger, 29.
— Chauffage au gaz Delage, 32.
Vogt et Wieg. Sels de potassium en Alsace, 379.

W

Warcollier. Pomologie et cidrerie, 434.
Warson. Rendement des moteurs à pétrole, 1236.
Weiss. Pince, 607.
Werner et Schwartz. Valence de l'atome, 988.
Wery. Travaux de M. Crevat sur l'irrigation, 40.
West. Fonderie en Amérique, 840.
Wilsee. Moteur solaire, 1247.
Wologdine. Porosité, conductibilité et perméabilité des matières réfractaires, 879.

Z

Zacharewicz. Emploi des engrais chimiques dans la culture de la lavande, 605.
Zowski. Turbines américaines, 403.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE ALPHABÉTIQUE ET ANALYTIQUE

DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE PREMIER SEMESTRE DE LA CENT HUITIÈME ANNÉE DU BULLETIN

(JANVIER-JUIN 1909)

A

Absinthes. Essences d' (DUPARC), 383.
Acide carbonique volcanique (CARTER), 378.
Acier. Constituant de l' (ARNOLD), 425. Aciers spéciaux, acier Invar, 1208. Au manganèse, 1210.
— Fabrication au four électrique, 1297.
— Suppression des tapures, brevet du Creusot, 1043.
Agriculture (*Notes d'*) (HITIER). 134, 395, 599, 1003, 1225.
— *Alimentation du bétail*. Emploi des pulpes et de la mélasse, 1225, 1228. Des grignons d'olive, 1234. Recherches de MM. GOUIN et ANDOUARD, 1229. Valeur alimentaire du marc de raisin (FABRE), 1232.
— *Main-d'œuvre* agricole dans l'Ile-de-France, 134.
— *En Russie* (HITIER), 493.
— *Industries chimiques agricoles* (BARBET), 391.
— Irrigations agricoles (MUNTZ et FAURE), 1219.
— Diffusion des engrais salins dans la terre (MUNTZ et GAUDECHON), 599.
— *Engrais*. Diffusion des engrais salins dans la terre (MUNTZ et GAUDECHON), 599. Emploi des superphosphates (DUMONT), 1220.
— *Lavande*. Emploi des engrais chimiques pour sa culture (ZACHAREWICZ), 605.
— Pouvoir absorbant de dissolutions du sol (ROUSSEAUX et BEROUX), 600.
— Température du sol agraire (GRAZZI), 605.
— *Vigne*. Influence de la couleur du sol sur sa fructification (RAVAZ), 604. Production des vins en 1908, 802.
Allumettes. Monopole des —, 787.
Aluminium (FILLINGER), 789. Soudure, 994.
Arseniate ferreux comme insecticide (VERMOREL et DANTY), 392.
Ascenseurs à pistons américains (BAXTER), 167.
Autobus. État actuel, 1030.
Autruche. Création de son élevage dans le Sud Algérien (GUILLARD), 1093.
Aviation. *Leçons de M. le commandant* RENARD, 72, 300, 755, 1112.
Azote atmosphérique (MORDEN), 151.

B

Bakelite. Substitut du celluloïd, 996.
Bascule à curseur automatique de la *Manufacture d'horlogerie de Béthune*. Rapport de M. MASSON, 1065.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BIBLIOGRAPHIE.

Ouvrages reçus à la Bibliothèque : à la fin de chaque Bulletin.

Poussières industrielles. Captage, évacuation et utilisation (FROIS), 26.

Accumulateur au plomb ordinaire et allotropique (G. ROSSET), 36.

Trusts et Syndicats de producteurs (CHASTIN), 185.

Analyse des laits (HINARD), 185.

Orfèvrerie française à l'Exposition de 1900 (BOUILHET), 186.

Dictionnaires technologiques en six langues, 200.

Surfaces nautiloïdes (HATON DE LA GOUPILLIÈRE), 200.

Ponts métalliques. Cours de (RESAL), 201.

Vie privée des anciens (MÉNARD et SAUVAGEOT), 201.

Enseignement technique en France et à l'étranger (ASTIER et CUMINAL), 203.

Forces productives de la France, 204.

Développement de la chimie depuis LAVOISIER (LADENBOURG), 204.

Essais de JEAN REY, 205.

Méthode (la) en chimie (A. JOB), 206.

Travaux pratiques de chimie organique, manuel (DUPONT), 206.

Agenda agricole et viticole de 1909 (VERMOREL), 207.

Peinture en bâtiments et décors. Traité pratique (DUCOMPEX), 208.

Parfums et essences (chimie des) (PIERRE), 208.

Merveilles de la Science. (FIGUIER et DE NANSOUTY), 209.

Lutte économique des transports (ARNODIN), 209.

Floriculture (VILMORIN), 209.

Fleurs de pleine terre (VILMORIN), 210.

Pomologie et Cidrerie (WARCOLLIER), 434.

Caoutchouc et amiante, leurs industries, 435.

Porcelaine. Industrie en Limousin (GREILLIER), 435.

Industries tinctoriales. Encyclopédie (GARÇON), 436.

Machinisme dans la vie quotidienne (DE NANSOUTY), 437.

Soies artificielles (CHAPLET et ROUSSET), 437.

Huiles, graisses et cires. Technologie. Analyse (LEWKOWITSH), 437.

Parfums (Industrie des) d'après les théories de la chimie moderne (OTTO), 438.

Route moderne (la) (VINSONNEAU), 438.

Force motrice et l'eau à la campagne (R. CHAMPLY), 438.

Art de bâtir (PLANAT), 439.

Laine. Structure de sa fibre et ses rapports avec les applications techniques (BOWMAN), 440.

Grèves et arbitrages en 1907, 441.

Moteurs à gaz (les) (HAEDER), 443.

Science au théâtre (DE VAULABELLE et HEMARDINQUER), 443.

Microbes (les) (CARPENTIER), 629.

Industries à domicile en Belgique, 630.

Construction des machines et appareils électriques, 631.

Argentine moderne (l') (KOEBEL), 531.

Télégraphie sans fil (la) (TURPAIN), 632.

Téléphonie sans fil (RUHMER), 632.

Livre de laboratoire (FRANZ ERBAN), 633.

Ballons dirigeables (GÉRARD et ROUVILLE), 633.

Machines-outils. Outillage (GORGEU), 634.

Étirage. Tréfilage. Dressage des produits métallurgiques (SOLIMAN), 634.

Consommation des chaudières à vapeur, et économie du combustible (SIDERSKY), 634.

Polarisation et saccharimétrie (SIDERSKY), 635.

Construction des induits à courant continu (BRUNSWICK et ALIAMET), 635.

Canots automobiles (IZART), 635.

Électrotechnique (l') (PAQUET, DOCQUIN et MONTPELLIER), 605.

Initiation mathématique (LAISANT). Chimique (DARZENS). Astronomique (FLAMMARION), 636.

Machines marines (Cours de) (JAUCH et MASMÉJEAN), 637.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Savonnerie. Traité pratique (Moride et Varenne), 835.
Curie. Œuvres, 836.
Géologie (Traité de) (Haug), 837.
Géographie physique. Traité (de Martonne), 837.
Traités ouvriers (Metin), 838.
Fonderie de fonte (Marteil), 838.
Methods of textile chemistry (Dannerth), 839.
Physique et chimie (Éléments de) (Molette), 839.
Fonderie en Amérique (West), 840.
Sociétés commerciales (Lagarde et Batardon), 840.
Fraudes alimentaires. Traité (Courcelle et Ricard), 841.
Planètes et leur origine (André), 841.
Levés à la planchette en haute montagne (Vallot), 1046.
Amérique au travail (l') (Fraser), 1046.
Formulaire de l'électricien et du mécanicien (Hospitalier-Roux), 1047.
Droit forestier (Cours de) (Guyot), 1047.
Éducation économique du peuple allemand (Blondel), 1048.
Blés d'hiver et de printemps, culture des principales variétés (Vilmorin-Andrieux), 1260.
Caoutchouc et dérivés : Manuel pratique de leur fabrication (Heil et Esh), 1260.
Peinture à l'huile dans les travaux de bâtiment (Vaillant).
— et décoration du bâtiment (Paul Fleury), 1261.
Industries de Saint-Étienne. Quincaillerie, petite métallurgie. Rubanerie. Cycles et automobiles (J. Gras), 1262.
Bulletin scientifique et industriel de la maison Roure-Bertrand, 1265.
Histoire de la Manufacture de glaces de France aux XVIIe et XVIIIe siècles (E. Frémy), 1266.
Vols naturel et artificiel (Maxim), 1266.
Monteur électricien (Barne et Montpellier), 1267.
Origines du cinématographe (Demeny), 1267.
Ports maritimes. Exploitation (de Cordemoy), 1267.
Irrigations et drainage (Risler et Wéry), 1268.
Treuils et ponts roulants (Pacoret), 1267.
Détermination des roches (Granderye), 1267.
Grandes forces hydrauliques des Alpes. Service d'étude des —, 1268.
La Téléphonie. Lignes (E. Pierard), 1269.
Trempe, recuit et revenu (Guillet), 1270.
Brevets français et recherches d'antériorité. Dictionnaire (Picard et Petrowitch), 1271.
Commission internationale d'analyses au VIIe Congrès international de chimie appliquée à Londres (Lindet), 1271.
Congrès international du froid. Compte rendu, 1272.
Allemagne au travail (l') (Cambon), 1273.
Billes. *Roulements*. Machine à essayer Riehle, Roulement de Chapmann, Dwf, New Departure, Standard, RBC, Hess, Delshau. Neukirch. Hopflinger, Wertebbe, Ransome, Schultz, Schreiber), Société d'Ivry, 811, 829.
Boues de Colombes (Expériences sur les). (Damour), 92.
Bouteille en acier pour hydrogène. Explosion, 994.
Brouillards. Dissipation des (Dibos), 424.

C

Cableway pour terrassements, 1038.
Canots de sauvetage à pétrole, 1043.
Carbone réduit, 155.
Carburendum (Le) (Baraduc-Muller), 383.
Cellulose (Hydrates de) (Schwabbe), 387.
Chaudières à tubes d'eau (Meurisse), 190.
— Schimdt, 43.
— Grille Lee, 828.
— Coups d'eau dans les tuyauteries (Stromeyer), 830.
Caoutchouc (Industrie du) (Boutaric), 791.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Camphre artificiel (Komppa-Blanc), 992.
Cellulose (Constitution de la), 996.
Chaux. Solubilité (Moody et Leyson), 152.
Changement de vitesse de M. Bardet, 483.
Charbons. Altération à l'air (Boudouard), 587.
— Explosions de poussières, 588.
Chemins de fer *électriques*, 55, 625.
Chauffage au gaz par incandescence Marcel Delage. Rapport de M. Violle, 32.
Chlore et soude électrolytiques (Brochet), 153.
Cinématographe de M. de Proszinsky. Rapport de M. Toulon, 1085.
Coke, sous-produits (Say), 1213.
Colloïdes. Classification (Duclaux), 378.
Condenseurs capillaires Lawrence. Rapport de M. Brull, 12.
Copals (Solubilité des) (Coffignier), 791.
Colophane. Saponification (Vères et Sans), 385.
Conseil d'administration de la **Société d'Encouragement** pour l'année 1909, 3.
Contrôle de la consommation de charbon, 586.
Conjoncteur-disjoncteur Gabrau. Rapport de M. Fontaine, 489.
Conduites en ciment armé, Merrywether, 188.
Corrosion du fer, 155.
Courroies en acier Eloeser, 182.
Coton-poudre (Nathan), 595.
Cuir à semelles à l'essence de mimosa (Bennett), 165.
— et peaux. Recherches (Nicolardot), 593.
— Épilage au feu de M. Boulenger, 997, 1036.
— Tannin d'eucalyptus, 998.
— Dosage de l'azote dans les cuirs, 999.
— Prix de la Chambre syndicale des négociants en peaux et poil, 1223.
Cyanamide. Fabrication française. Rôle agricole (Pluvinage), 549.

D

Désinfectants (les) (Schryver et Lessing), 595, 1091.
Diastases du lait (les) (Bordas et Touplain), 1000.
Diffuseurs continus Collette. Rapport de M. Lindet, 468. Hyros Rak, 626.
Distributions d'électricité, 622.
Dynamomètre Ringelmann, 427.

E

Eaux (Épuration des), 1001.
Échantillonnage. Théorie, 584.
Éclairage. Lampes au pétrole et à incandescence Roger. Rapport de M. Violle, 29.
— Lampes à incandescence, 423.
— au gaz. État de l'industrie, 161.
Effluves et ozone (Brenner et Durand), 989.
Éclisse électromécanique. Rapport de M. Sauvage, 864.
Égouts. Boues de Colombes. Analyses et expériences (Damour), 92.
— (Épuration des eaux d') sur lits bactériens de tourbe (Muntz et Lainé), 721.
Électrochimie (l') (Dony Henault), 373.
Émaillage des vases culinaires. Intoxication (Carles), 597.
Essences de térébenthine (Veres et Bredon), 384.
Essieux coudés de M. Frémont. Rapport de M. Sauvage, 857.
Étain. Récupération, 381.
— de Pérak (Giraud), 789.
Éthers d'amidon (J. Traquair), 995
Explosifs (les) (Guttmann), 594.
Explosions de poussières de charbon, 588.

F

Fer. Corrosion du, 156. Décapage, 1027. Industrie en 1908, 1201.
— galvanisé, 790. Attaque par les chlorures, 1208.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ferments solubles. Ferment bulgare, 1001.
Ferro-silicium comme poison, 197, 596.
Fibres végétales et animales. Leur distinction (MANCA), 1218.
Fonte. Essais mécaniques de la (FRÉMONT), 943.
Filtre GOBBI, 990.
Filés et tissus. Traitement par le procédé AGOSTINI. Rapport de M. PRUDHOMME, 461.
— **Machine à griller les filés** de M. PETITALOT. Rapport de M. IMBS, 1080.
Fleurs. Matières colorantes des, 798.
Forets hélicoïdaux. Forces agissant sur les (D. SMITH et POLIAKOFF), 1012.
Fourrure artificielle. Préparation (LENDRET), 797.
Fraiseuses. Essais de (VERNON), 1022.
Freins, appareil SELLERS à essayer les sabots de, 614.
Fumivore CAUCHEMONT, 619.
Funiculaire du Wetterhorn, 1249.

G

Gommes du Soudan (ALLAND), 795.

H

Hydraulique. Enquête sur la houille verte (BRESSON), 1183.

I

Impérialisme économique en Grande-Bretagne (ALFASSA), 101, 351, 563, 968, 1188.
Insecticides arsenicaux, 392; (les) (TRUELLE), 799.
Invention de M. Bardet. Rapport de M. LECORNU, 480.
Irrigations rationnelles, Travaux de M. CREVAT. Rapport de M. WERY, 40.
Ionothérapie (SCHMITT), 800.

L

Lait. Pasteurisation, 1222.
Laines. Production et commerce (HITIER) et sous-produits, lavage des (COGNET), 797.
Lampes au tungstène, 1253.
Laudanosine, 991.
Limes tournantes de la D. W. F., 1255.
Locomotives articulées MALLET de l'Hedzaz, 69; américaines, 67; du Southern Pacific, 1045.
— Foyer SHUPERT, 1254.
— **Sableuse pour roues** de LAMBERT. Rapport de M. SAUVAGE, 293, 1029.
— **Sertisseur de tubes** GALLON. Rapport de M. SAUVAGE, 280.

M

Matières réfractaires. Conductibilité, porosité et perméabilité (WOLOGDINE), 879.
Mécanique en 1908 (G. RICHARD), 42.
Membres de la Société d'Encouragement. Nommés pendant le 1er semestre 1909, 1289.
Mercerisage (le) (HUBNER et POPE), 797.
Methane. Synthèse du (BONE et COWARD), 163.
Micromètre (PICART et COLOMB), 194.
Mines. Explosions de poussières de charbon, 588.
Monnaie d'aluminium, 382.
Moteurs à gaz.
— **Ixion**. Rapport de M. SAUVAGE, 21.
— **Gazogènes** LETOMBE. Rapport de M. BRULL.
— Gaz de fours à cuivre, 620.
— de haut fourneau en Angleterre, 1037.
Moteurs à pétrole. Rendement thermique (WARSON), 1236.
— FARCOT. Rapport de M. LECORNU, 17.
— STILZ à combustion, 1027.
Moteurs à vapeur. Demi-fixes. ESTERER, LANZ, WOLF, 47.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

— **Condenseur capillaire** Lawrance, 12.
— Pompes et turbines pour — Allen, 1025.
— Distributions. Bollinckx, Ruston, Pioctor, Van den Kerkhove, 44.
— Surchauffe, 43.
Moteurs solaires Shuman et Wilsee, 1245.
Murs. Dégradation par le lierre (Vilmorin), 1222.

N

Neige. Sa fusion, 385.
Niagara congelé, 1041.
Nitrocelluloses et poudres sans fumée. Inflammation (Finzi), 1249.
Nitroglycérine. Sa décomposition (Robertson), 1219.

O

Or en France, 1211. En Guyane, 1210. En Russie, 383.
Ordures ménagères. Destructeurs et incinération (Damour), 713.
Outils. Travail du dynamomètre Nicholson, 420.
Oxydants (les) (Martinaud), 377.
Oxygène, préparation industrielle, 788.

P

Papiers (Matières premières des) (Veitch), 390.
Patin à frottement hydraulique de M. Théryc. Rapport de M. Sauvage, 876.
Peintures sous-marines (Coffignier), 1216.
Pétroles. Clarification, 589.
Phosphates, production et consommation, 385.
Photographie. Le pyramidol vindonissa. Nouveau révélateur (Clerc), 1220.
Photométrie, 164.
Pierre ponce (la) (Marre), 380.
Pinces (Weiss et Bardet), 606.
Platine, température de fusion (Féry et Cheneveau), 586).
Plâtre (Essai du) (Chaar), 790.
Potasse (gisement de sels de) en Alsace, 379.
— Sels potassiques, 993.
Poudres éclair, 164.
Présures (Effront), 1000.
Prix et médailles pour 1908, 229.
Produits médicamentaux et la jurisprudence (Martin), 802.

R

Remèdes secrets, 598.
Résistance des matériaux. Machines à essayer en longues colonnes, 617.
— des pièces rivées (Frémont), 654.
Riveuse Townsend, 432.
Riz. Culture en Camargue et en Italie (De Laroque), 1003.
Roues de wagons (Appareil Benjamin à étudier les plats des), 616.
Rouissage bactériologique (Rossi et Carbone), 388.

S

Sableuses pour roues de locomotives Lambert. Rapport de M. Sauvage, 293.
Sabres japonais. Technique des montures (Joly), 1211.
Saponification (Autoclaves de) (Mathieu), 386.
Savons (Valeurs des), 387.
— Action détersive (Spring), 793.
Sertisseurs de tubes de chaudières Gallon. Rapport de M. Sauvage, 280.
Shérardisation, 994.
Sidérurgie en Suède (Nicou), 158.
Silundum, 161.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sirops et liqueurs. Fraudes. Décret, 1002.
Soies chargées (Sisley), 590.
Soudure électrique (Élihu Thomson), 409.
— De l'aluminium, 994.
Soupapes de sûreté, essais (Darling), 611.
Sucrerie, Procédé Collette. Rapport de M. Lindet, 468.
— *Extracteur continu* Hyros Rack, 626.
Stérilisateur Sartory, 620.

T

Tabacs (Monopole des), 788.
Tannage. Théorie (Meunier et Segewetz), 591. Recherches (Nicolardot), 593.
— Réduction des tannins, 591.
— Fermentation des jusées (Balland et Droz), 1218.
— Le chamoisage, 594.
— Tannin d'eucalyptus (Decker), 998.
— Dosage du tannin, 999.
— Extraits de Quebracho, 999. Essence de mimosa, 165.
— Caractérisation des extraits sulfitiques, 999. Dosage de l'azote dans les cuirs, 999.
Teinture. Théorie et pratique (Higgins), 589.
— Résistance à la lumière, 590. Aux radiations ultraviolettes (Doebter), 1217.
— Pour cheveux, 591.
Tantale (le), 1042.
Températures. Leur évaluation, 1206.
Thorium (le), 789.
« Times » (le) de l'Empire day, 1244.
Tourne-vis Martial Jacob, 193.
Transformateurs. Séchage de leur huile, 624.
Tourbe (la) (Ryan), 798. Charbon de. Procédé Ekenberg, 1250.
Turbines américaines à grande vitesse (Zowski), 402.
Tuyauteries de haute pression. Joints, 609.

V

Valence et coordinance des atomes, 988.
Vanilline artificielle, 991.
Vernis. Pouvoirs rayonnants (Schmidt), 1216.
Vernissages (Défauts des) (Ducompex), 792.
Verres incassables, 380.
Vins (Fluor dans les) (Carles), 393.
Vis. Calibre vérificateur Bariquand et Marre, 1216.

Z

Zéolythe artificielle Siedler, 1220.

Le Gérant : Gustave Richard.

Paris. — Typ. Philippe Renouard, 19, rue des Saints-Pères. — 48835

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires