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
VOLUME TÉLÉCHARGÉ	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
	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	1890. 89e année. 4e série, tome 5
Adresse	**Paris : Société d'encouragement pour le développement de l'industrie nationale, 1890**
Collation	**1 vol. (858 p.) : ill., pl. 33-57 ; 26 cm**
Nombre de vues	**884**
Cote	**BSPI 89**
Sujet(s)	**Progrès scientifique et technique Innovations -- France -- 19e siècle**
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.89

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. ...
Bibliothèque

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR

L'INDUSTRIE NATIONALE

BSPI - 89

PUBLIÉ

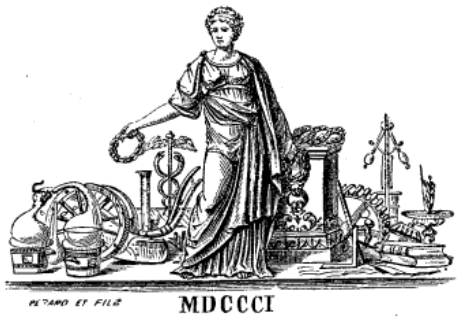
SOUS LA DIRECTION DES SECRÉTAIRES DE LA SOCIÉTÉ

MM. COLLIGNON & AIMÉ GIRARD

QUATRIÈME SÉRIE. — TOME V. — 1890

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

—

1890

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SECRÉTARIAT DE LA SOCIÉTÉ

Communications, dépôts, renseignements, abonnements au *Bulletin*
tous les jours, de 1 à 4 heures.

RÉDACTION DU BULLETIN

Renseignements tous les jours, de 1 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 ET DES MEMBRES HONORAIRES ARRÊTÉE DANS LA SÉANCE DES ÉLECTIONS DU 27 DÉCEMBRE 1889 POUR L'ANNÉE 1890

BUREAU.

Année de l'entrée au Conseil.

Président.

1869. — HATON DE LA GOUPILLIÈRE (O. ✲), membre de l'Institut, directeur de l'Ecole nationale supérieure des mines, boulevard Saint-Michel, 60.

Vice-présidents.

1862. — DE LUYNES (✲), professeur au Conservatoire des arts et métiers, rue de Vaugirard, 61.

1866. — TISSERAND (G. O. ✲), conseiller d'État, directeur au Ministère de l'agriculture, rue du Cirque, 17.

1872. — TROOST (O. ✲), membre de l'Institut, professeur à la Faculté des sciences, rue Bonaparte, 84.

1876. — SEBERT (C. ✲), colonel de l'artillerie de marine, directeur du laboratoire central, inspecteur des fabrications d'artillerie (ministère de la marine), rue de la Cerisaie, 13.

Secrétaires.

1876. — COLLIGNON (Ed.) (✲), ingénieur en chef des ponts et chaussées, inspecteur de l'École des ponts et chaussées, rue des Saints-Pères, 28.

1876. — GIRARD (Aimé) (O. ✲), professeur au Conservatoire des arts et métiers et à l'Institut agronomique, boulevard Henri IV, 44.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

Trésorier.

1868. — GOUPIL DE PRÉFELN (✲), rue des Mathurins, 30.

Censeurs.

1864. — LEGRAND (Al.), vice-secrétaire de la Société des amis des sciences, avenue des Champs-Élysées, 37.
1884. — BORDET, inspecteur des finances, ancien élève de l'École polytechnique, boulevard Saint-Germain, 181.

Membres honoraires du bureau.

1836 — PELIGOT (Eug.) (G. O. ✲), membre de l'Institut, quai Conti, 11. *Secrétaire honoraire.*
1846. — BECQUEREL (Ed.) (C. ✲), membre de l'Institut, professeur-administrateur au Muséum d'histoire naturelle et professeur au Conservatoire des arts et métiers, rue Cuvier, 57. *Président honoraire.*
1864. — LAVOLLÉE (Ch.) (✲), rue de Passy, 78. *Vice-président honoraire.*

Commission des fonds.

1864. — LEGRAND (Al.), vice-secrétaire de la Société des amis des sciences, avenue des Champs-Élysées, 37.
1868. — GOUPIL DE PRÉFELN (✲), rue des Mathurins, 30.
1873. — MENGIN-LECREULX (G. O. ✲), général de division, rue de Vaugirard, 58.
1876. — BISCHOFFSHEIM (✲), ingénieur civil, rue Taitbout, 3.
1879. — FOURCADE (O. ✲), ancien manufacturier, ancien membre de la Chambre de commerce de Paris, rue d'Amsterdam, 67.
1884. — LUTSCHER, ancien banquier, place Malesherbes, 22.
1884. — BORDET, inspecteur des finances, ancien élève de l'École polytechnique, boulevard Saint-Germain, 181.
1887. — PEREIRE (Henry), ingénieur des arts et manufactures, boulevard de Courcelles, 33.
1888. — FOURET, examinateur d'admission à l'École polytechnique, rue Washington, 16.
1889. — KRANTZ (C.), maître des requêtes au Conseil d'État, rue de Turin, 24.

Comité des arts mécaniques.

1867. — LECŒUVRE (P.) (✲), ingénieur, ancien professeur à l'École centrale des arts et manufactures, boulevard Voltaire, 62.
1869. — HATON DE LA GOUPILLIÈRE (O. ✲), membre de l'Institut, directeur de l'École supérieure des mines, boulevard Saint-Michel, 60.
1876. — PIERRE (A.-C.-P.) (C. ✲), colonel d'artillerie en retraite, rue de Varennes, 14.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

1850. — COLLIGNON (Ed.) (✲), ingénieur en chef des ponts et chaussées, inspecteur de l'École des ponts et chaussées, rue des Saints-Pères, 28.
1877. — GOULIER (C.-M.) (C. ✲), colonel du génie en retraite, rue d'Estrées, 6.
1877. — BOUTILLIER (✲), ingénieur en chef, professeur à l'École des ponts et chaussées et à l'École centrale des arts et manufactures, rue de Madrid, 24.
1878. — DE COMBEROUSSE (Ch.) (O. ✲), ingénieur, professeur au Conservatoire des arts et métiers et à l'École centrale des arts et manufactures, rue Saint-Lazare, 94.
1879. — REDIER (O. ✲), horloger-mécanicien, cour des Petites-Écuries, 8.
1881. — SIMON (Ed.), ingénieur, boulevard Montparnasse, 89.
1884. — LÉVY (Maurice) (O. ✲), membre de l'Institut, professeur au Collège de France et à l'École centrale, boulevard Saint-Germain, 258.
1884. — BRÜLL, ingénieur, ancien élève de l'École polytechnique, boulevard Malesherbes, 117.
1885. — TRESCA (Alfred), professeur à l'École centrale des arts et manufactures, professeur à l'Institut national agronomique, rue Turbigo, 57.
1886. — FARCOT (Joseph) (O. ✲), constructeur-mécanicien, avenue de la Gare, 13, à Saint-Ouen (Seine).
1886. — HIRSCH (✲), ingénieur en chef des ponts et chaussées, professeur au Conservatoire des arts et métiers, rue Castiglione, 1.
1887. — GAUTHIER-VILLARS (O. ✲), imprimeur-éditeur, ancien élève de l'École polytechnique, quai des Augustins, 55.
1889. — LEMONNIER (✲), ingénieur-constructeur, rue de Saint-Pétersbourg, 45.

Comité des arts chimiques.

1836. — PELIGOT (E.) (G. O. ✲), membre de l'Institut, professeur au Conservatoire des arts et métiers, quai Conti, 11.
1862. — DE LUYNES (Victor) (O. ✲), professeur au Conservatoire des arts et métiers, rue de Vaugirard, 61.
1872. — TROOST (O. ✲), membre de l'Institut, professeur à la Faculté des sciences, rue Bonaparte, 84.
1876. — SCHUTZENBERGER (P.) (O. ✲), professeur au Collège de France, membre de l'Académie de médecine, rue Claude-Bernard, 53.
1876. — GIRARD (Aimé) (O. ✲), professeur au Conservatoire des arts et métiers et à l'Institut national agronomique, boulevard Henri IV, 44.
1877. — BÉRARD (E.-P.) (✲), secrétaire du Comité consultatif des arts et manufactures, rue Casimir-Delavigne, 2.
1880. — VINCENT (C.) (✲), ingénieur, professeur à l'École centrale des arts et manufactures, boulevard Saint-Germain, 28.
1880. — JUNGFLEISCH (✲), professeur à l'École de pharmacie, membre de l'Académie de médecine, rue des Écoles, 38.
1883. — CARNOT (Adolphe) (✲), ingénieur en chef des mines, inspecteur de l'École nationale supérieure des mines, boulevard Saint-Michel, 60.
1884. — CAILLETET (O. ✲), membre de l'Institut, boulevard Saint-Michel, 75.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

1885. — Le Chatelier (Henri) (✲), ingénieur des mines, professeur à l'École nationale supérieure des mines, rue Notre-Dame-des-Champs, 73.
1885. — Biver (Hector) (✲), administrateur de la Compagnie de Saint-Gobain, rue Meissonnier, 8.
1885. — Poirrier (✲), manufacturier, président de la Chambre de commerce, rue Lafayette, 105.
1887. — Roussin (Z.) (✲), ancien professeur à l'École du Val-de-Grâce, boulevard de la Tour-Maubourg, 48.
1887. — Vée (Amédée) (✲), fabricant de produits pharmaceutiques, rue Vieille-du-Temple, 24.
1889. — Vieille (✲), ingénieur des poudres et salpêtres, quai Bourbon, 19.

Comité des arts économiques.

1840. — Becquerel (E.) (C. ✲), membre de l'Institut, professeur-administrateur au Muséum d'histoire naturelle et professeur au Conservatoire des arts et métiers, rue Cuvier, 57.
1861. — Le Roux (F.-P.) (✲), examinateur d'entrée à l'École polytechnique, professeur à l'École de pharmacie, boulevard Montparnasse, 120.
1862. — Peligot (Henri) (✲), ingénieur, rue Saint-Lazare, 43.
1866. — Bouilhet (Henri) (O. ✲), ingénieur-manufacturier, rue de Bondy, 56.
1876. — Paris (F.-E.) (G. C. ✲), vice-amiral, membre de l'Institut et du bureau des longitudes, au Louvre (musée de la marine), et rue Jacob, 22.
1876. — Rousselle (H.) (O. ✲), inspecteur général des ponts et chaussées en retraite, rue Saint-Guillaume, 21.
1876. — Fernet (E.) (O. ✲), inspecteur général de l'Instruction publique, rue de Médicis, 9.
1876. — Sebert (H.) (O. ✲), colonel d'artillerie de marine, directeur du laboratoire central, inspecteur des fabrications de l'artillerie (ministère de la marine), rue de la Cerisaie, 13.
1883. — Bardy (✲), directeur du laboratoire central des contributions indirectes, rue du Général-Foy, 26.
1883. — Mascart (C. ✲), membre de l'Institut, professeur au Collège de France, directeur du bureau central météorologique, rue de l'Université, 176.
1883. — Laussedat (C. ✲), colonel du génie, directeur du Conservatoire des arts et métiers, rue Saint-Martin, 292.
1885. — Prunier (L.), professeur à l'École supérieure de pharmacie, boulevard de Port-Royal, 119.
1886. — Becquerel (Henri) (✲), membre de l'Institut, ingénieur des ponts et chaussées, professeur suppléant au Conservatoire des arts et métiers, rue Cuvier, 57.
1887. — Carpentier (✲), ingénieur, ancien élève de l'École polytechnique, rue du Luxembourg, 34.
1888. — Raymond (O. ✲), directeur de l'École supérieure de télégraphie, rue de Maubeuge, 23.
1888. — Mayer (O. ✲), ingénieur en chef conseil de la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest, rue Moncey, 9.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

Comité d'agriculture.

1864. — CHATIN (O. ✲), membre de l'Institut, rue de Rennes, 149.
1866. — TISSERAND (Eug.) (G. O. ✲), conseiller d'État, directeur au ministère de l'agriculture, rue du Cirque, 17.
1866. — HEUZÉ (G.) (O. ✲), inspecteur général honoraire de l'agriculture, rue Berthier, 27, à Versailles (Seine-et-Oise).
1869. — HARDY (A.) (O. ✲), directeur de l'École nationale d'horticulture, rue du Potager, 4, à Versailles (Seine-et-Oise).
1876. — PASTEUR (L.) (G. C. ✲), membre de l'Institut, rue Dutot, 25.
1879. — RISLER (O. ✲), directeur de l'Institut agronomique, rue de Rennes, 106 *bis*.
1879. — SCHLŒSING (O. ✲), membre de l'Institut, directeur de l'École d'application des manufactures de l'État, quai d'Orsay, 67.
1880. — RONNA (C. ✲), ingénieur civil, membre du Conseil supérieur de l'agriculture, avenue de l'Opéra, 19, et Schwartzenberg platz, 3, à Vienne (Autriche).
1881. — LAVALARD (Ed.) (O. ✲), membre du Conseil supérieur de l'agriculture, maître de conférences à l'Institut national agronomique, rue Gounod, 8.
1882. — MUNTZ (Achille) (O. ✲), professeur à l'Institut national agronomique, rue de Condé, 14.
1882. — PRILLIEUX (E.) (✲), inspecteur général de l'enseignement agricole, professeur à l'Institut national agronomique, rue Cambacérès, 14.
1884. — MURET (✲), membre de la Société nationale d'agriculture de France, place du Théâtre-Français, 4.
1885. — THENARD (Baron Arnould) (✲), chimiste-agriculteur, place Saint-Sulpice, 6.
1888. — LIÉBAUT (✲), président de la Chambre syndicale des ingénieurs constructeurs-mécaniciens, rue Galilée, 59.
1889. — DEMONTZEY (✲), inspecteur général des Eaux et Forêts, rue Baudin, 24.
N...

Comité des constructions et des beaux-arts.

1876. — BUNEL (H.) (✲), ingénieur, architecte en chef de la Préfecture de police, rue du Rocher, 67.
1876. — DAVANNE (O. ✲), président du comité d'administration de la Société française de photographie, rue Neuve-des-Petits-Champs, 82.
1876. — DUFRESNE DE SAINT-LÉON (comte) (O. ✲), inspecteur général de l'Université, rue Pierre-Charron, 61.
1876. — GUILLAUME (Eug.) (G. O. ✲), membre de l'Institut, rue de l'Université, 5.
1876. — POPELIN (Claudius) (✲), artiste peintre, rue de Téhéran, 7.
1876. — DE SALVERTE (Georges) (✲), maître des requêtes au Conseil d'État, avenue Marceau, 54.
1876. — DUMAS (Ernest-J.-B.) (✲), essayeur du bureau de la garantie de Paris, rue de l'Estrapade, 7.
1876. — HUET (E.) (O. ✲), inspecteur général des ponts et chaussées, sous-directeur des travaux de Paris, boulevard Raspail, 12.
1879. — VOISIN-BEY (O. ✲), inspecteur général des ponts et chaussées, rue Scribe, 3.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

1879. — Rossigneux (Ch.) (✲), architecte, quai d'Anjou, 23.
1884. — Schlemmer (O. ✲), inspecteur général des ponts et chaussées en retraite, boulevard Saint-Germain, 70.
1885. — Armand-Dumaresq (O. ✲), artiste peintre, rue d'Offemont, 3.
1885. — Romilly (Félix de) (✲), rue Bergère, 22.
1885. — Appert (Léon) (O. ✲), ingénieur-manufacturier, rue Boursault, 1.
1887. — Plon (✲), imprimeur-éditeur, rue Garancière, 8.
1889. — Lavastre (O. ✲), peintre en décors de l'Opéra, rue des Trois-Frères, 2.

Comité du commerce.

1856. — Block (Maurice) (✲), membre de l'Institut, rue de l'Assomption, 63, à Auteuil.
1858. — Rondot (Natalis) (O. ✲), délégué de la Chambre de commerce de Lyon, château de Chamblon, près d'Yverdon (Suisse).
1864. — Lavollée (Ch.) (✲), rue de Passy, 78.
1866. — Say (Léon), sénateur, membre de l'Institut, rue Fresnel, 21.
1869. — Christofle (Paul) (O. ✲), manufacturier, rue de Bondy, 56.
1869. — Roy (Gustave) (C. ✲), ancien président de la Chambre de commerce de Paris, membre du Comité consultatif des arts et manufactures, avenue Hoche, 1 *bis*.
1873. — Magnier (E.) (✲), négociant, rue de l'Arcade, 16.
1877. — Daguin (J.-B.-E.) (O. ✲), ancien président du tribunal de commerce de la Seine, rue Castellane, 4.
1887. — Cheysson (O. ✲), ingénieur en chef des ponts et chaussées, boulevard Saint-Germain, 115.
N...

MEMBRES HONORAIRES.

1844. — Cahours (C. ✲), membre de l'Institut, boulevard Haussmann, 40.
1846. — Féray (E.) (C. ✲), sénateur, manufacturier, à Essonnes (Seine-et-Oise).
1856. — Trélat (Émile) (O. ✲), architecte, professeur au Conservatoire des arts et métiers, boulevard Montparnasse, 136.
1871. — Turenne (marquis de) (✲), ancien élève de l'École Polytechnique, rue Vezelay, 9.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ÉTAT FINANCIER DE LA SOCIÉTÉ

RAPPORT DE M. FOURET, MEMBRE DE LA COMMISSION DES FONDS, SUR LES COMPTES DE L'EXERCICE 1888

MESSIEURS,

J'ai l'honneur, conformément à l'article 31 des statuts, de vous présenter, au nom de la Commission des fonds, le résumé des comptes de l'exercice 1888.

Nous passerons successivement en revue les trois parties dont se compose notre comptabilité :

1° Les fonds généraux dont la Société dispose pour son fonctionnement;

2° Les fonds d'accroissement, ou réserves, que la Société a décidé de constituer, pour continuer et développer l'œuvre du comte et de la comtesse Jollivet;

3° Les fondations que la Société a mission de gérer, conformément aux prescriptions des donateurs.

1re PARTIE

FONDS GÉNÉRAUX

Les recettes de l'année 1888 ont été les suivantes :

	fr. c.
1° Excédent de recettes reporté de 1887	14 173,62
2° Cotisations de l'exercice 1888	20 404,70
3° Locations à diverses sociétés	10 607,85
4° Abonnements au *Bulletin*	2 988 »
5° Vente de numéros du *Bulletin*	242,60
6° Intérêts des sommes déposées au Crédit Foncier	146,43
7° Arrérages de rentes	60 389,50
8° Vente de vieux papiers : 664 francs ; de planches de cuivre hors d'usage : 3 560 fr. 20 : Ensemble	4 224,20
TOTAL	113 176,90

Les dépenses se décomposent comme il suit :

1° *Bulletin* tiré à 900 exemplaires : frais de rédaction, d'impression et d'expédition	22 307,50
2° Impressions diverses : annuaire, procès-verbaux, circulaires, etc.	2 823,10
3° Bibliothèque : mise en ordre, reliures et acquisitions	3 063,70
4° Agence et économat : traitements des agents et employés, frais divers	13 429,05
A reporter	41 623,35

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

	fr. c.
Report.	41 623,35
5° Jetons de présence.	5 685 »
6° Hôtel de la Société : travaux d'aménagement, réparations, entretien et acquisitions de mobilier, impôts, assurances, éclairage et chauffage.	12 119,20
7° Prix, médailles et récompenses diverses.	19 749,05
8° Frais d'expériences exécutées par les comités.	84,30
9° Subventions à des écoles et souscriptions à diverses œuvres . . .	440 »
10° Pensions.	4 099,80
11° Grand prix de la Société : annuité prélevée sur les fonds généraux.	1 800 »
12° Fondation Jollivet : cinquième et dernier versement au compte de la réserve de 100 000 francs, instituée par décision de l'assemblée générale du 22 décembre 1882.	16 463,50
13° Fondation Bapst : versement pour compléter les allocations de secours aux inventeurs malheureux.	434,80
TOTAL.	102 499 »
L'excédent des recettes sur les dépenses est par suite de.	10 677,90
TOTAL ÉGAL à celui des recettes. . . .	113 176,90

Vous remarquerez, Messieurs, que le total des dépenses de l'exercice 1888 est un peu supérieur à celui des dépenses de l'exercice 1887. La différence est due à deux causes principales : d'une part, au règlement du solde des mémoires relatifs à divers travaux d'aménagement de notre immeuble, de l'autre à une augmentation des sommes consacrées aux prix et récompenses diverses accordées par notre Société. La première de ces deux sources d'accroissement de dépenses est tout accidentelle; elle a eu d'ailleurs pour résultat d'améliorer les conditions de notre installation et de nous procurer un surcroît de revenus du fait de nos locations. Quant à la seconde, vous penserez comme nous qu'il n'y a pas lieu de la regretter, puisqu'elle nous a permis, dans les limites de nos revenus, de multiplier les récompenses et encouragements que notre Société a pour mission de décerner aux diverses branches de l'industrie nationale.

Aux ressources que nous pouvons consacrer annuellement à atteindre ce but, viendra s'ajouter à l'avenir la somme employée chaque année, depuis 1883, à continuer l'œuvre du comte et de la comtesse Jollivet; une dernière somme de 16 463 fr. 50 a été employée en 1888 à doter cette fondation.

Le montant des arrérages de rentes encaissés en 1888 est un peu inférieur à celui qui se rapporte à l'exercice 1887, malgré la capitalisation de trois nouvelles souscriptions à vie. Cette légère diminution de cette partie

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de nos revenus est due à la conversion en 3 p. 100 d'une inscription de 180 francs de rente 4 1/2 p. 100.

2e PARTIE

FONDS D'ACCROISSEMENT

Fondation destinée à développer et à perpétuer l'œuvre créée par le comte et la comtesse Jollivet.

Il avait été décidé, en assemblée générale, le 22 décembre 1882, que pour mieux assurer dans l'avenir la stabilité et le développement de notre Société, on continuerait l'œuvre du comte et de la comtesse Jollivet, en capitalisant, pendant cinquante ans, les intérêts d'une somme de 100 000 francs, empruntée à notre avoir. Mais, pour éviter de réaliser immédiatement cette somme, on a opéré, dans ces dernières années, sur les revenus disponibles de la Société, des prélèvements successifs, destinés à la constituer peu à peu augmentée des intérêts accumulés. Le but se trouve aujourd'hui définitivement atteint à l'aide d'un dernier prélèvement de 16 463 fr. 50, effectué en 1888 sur les fonds généraux de la Société.

La fondation possédait, au 31 décembre dernier, un titre de 4 623 francs de rente 3 p. 100, dont 3 603 francs de rente représentent le produit annuel du capital de 100 000 francs, et le complément, de 1 020 francs de rente, provient des intérêts capitalisés. Il existait de plus en caisse un reliquat de 16 fr. 90.

3e PARTIE

FONDATIONS ET DONS SPÉCIAUX

Nous avons à vous rendre compte, dans cette dernière partie, de la situation que présentait, au 31 décembre dernier, les diverses fondations que la Société a le mandat de gérer, conformément aux intentions des donateurs.

1° Grand prix fondé par le marquis d'Argenteuil.

Le marquis d'Argenteuil, en léguant à la Société une somme de 40 000 francs, a fondé un prix, qui doit être décerné, tous les six ans, à l'auteur de la découverte la plus utile au perfectionnement de l'industrie française.

Le prix, d'une valeur de 12 000 francs, ayant été attribué en 1886, devra l'être de nouveau en 1892.

Les ressources disponibles, au 31 décembre dernier, comprenaient un titre de 1 647 francs de rente, et une somme disponible de 17 867 fr. 70.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° Legs Bapst.

Cette fondation se compose de deux parties. L'une d'elles, destinée à donner des secours aux inventeurs malheureux, possède un titre de 1 565 fr. 20 de rente 3 p. 100.

Le total des secours distribués en 1888 s'étant élevé à 2 000 francs, nous avons dû prélever une somme de 434 fr. 80 sur les fonds généraux de la Société, pour parer à l'insuffisance du revenu de la fondation.

La seconde partie du legs, qui doit servir à aider les inventeurs dans leurs travaux, a fourni à cette destination en 1888 une somme de 2 450 francs. L'excédent de revenu a été employé à un achat de 64 fr. de rente. Le revenu annuel dont jouit cette partie de la fondation, de 594 fr. 80 qu'elle était à l'origine, se trouve actuellement porté, par suite d'accroissements successifs, à la somme de 3 008 fr. 80.

Il restait, en outre, en espèces disponibles, au 31 décembre dernier, une somme de 542 fr. 25.

3° Fondation Christofle et Bouilhet pour la délivrance des premières annuités de brevets.

Il a été accordé en 1888, à l'aide des ressources de cette fondation, treize premières annuités de brevets, représentant, avec les frais, une dépense totale de 1 365 francs. Cette dépense a été couverte par le revenu annuel de la fondation s'élevant à 1 036 francs de rente 3 p. 100 augmenté de la majeure partie d'un reliquat en espèces de 492 fr. 65, provenant des années antérieures.

Il restait en caisse, au 31 décembre dernier, une somme disponible de 163 fr. 65.

4° Fondation de la princesse Galitzin.

La donatrice, en versant une somme de 2 000 francs, a voulu permettre la création d'un prix, à décerner sur la proposition du Comité des arts économiques. Les intérêts ont été jusqu'à présent capitalisés. Une nouvelle obligation de chemins de fer a été achetée en 1888, au moyen des revenus de cette fondation, qui possédait par suite, au 31 décembre dernier, treize obligations produisant un revenu de 189 fr. 15, et une somme en caisse de 155 fr. 40.

5° Fondation Carré.

Instituée pour le même objet que la précédente par le versement d'une somme de 1 000 francs, cette fondation possédait, au 31 décembre 1888, cinq obligations de chemins de fer, rapportant annuellement 72 fr. 75, et un solde de 211 fr. 70.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

6° **Fondation Fauler (industrie des cuirs).**

Cette fondation a pour but de secourir des ouvriers ou contremaîtres malheureux, ayant rendu des services appréciés dans l'industrie des cuirs. Un secours de 200 francs a été accordé en 1888. Les excédents de revenus ont permis, dans le cours de cet exercice, l'achat de deux obligations de chemins de fer, qui ont coûté ensemble 788 fr. 35, y compris les frais.

La fondation possédait par suite, au 31 décembre dernier, quarante obligations de chemins de fer, représentant un revenu annuel de 582 fr., et une somme en caisse de 156 fr. 35.

7° **Fondation Legrand (industrie de la savonnerie).**

Cette fondation est destinée à venir en aide aux ouvriers ou contremaîtres malheureux de l'industrie de la savonnerie, ayant rendu des services appréciés.

Aucun secours n'a été accordé en 1888. La majeure partie du revenu annuel, augmenté du reliquat de l'année précédente, a été employée à l'achat de quatre obligations de chemins de fer, ayant coûté ensemble 1 574 fr. 70.

Les ressources de cette fondation se composaient, au 31 décembre dernier, de cinquante-six obligations de chemins de fer, produisant un revenu annuel de 813 fr. 40. Il y avait en outre, en espèces, une somme disponible de 106 francs.

8° **Fondation Christofle et Bouilhet (en faveur des artistes industriels malheureux).**

De même que les années précédentes, une pension de 300 francs a été accordée à un artiste graveur (1).

Le capital de la fondation se compose de vingt-six obligations de chemins de fer, rapportant annuellement 388 francs. Une somme de 479 fr. 75 restait disponible au 31 décembre dernier.

9° **Fondation de Milly (industrie de la stéarine).**

Cette fondation a pour but de venir en aide à des ouvriers et contremaîtres malheureux, ou ayant contracté quelque infirmité dans l'exercice de leur profession.

Aucun secours n'a été accordé en 1888. Les excédents de revenus disponibles ont été employés à l'achat de quatre nouvelles obligations de chemins de fer; de sorte que la fondation possédait, au 31 décembre dernier,

(1) Par suite d'une erreur d'impression, le montant de cette pension, pour l'année 1887, figure au dernier rapport annuel pour une somme de 900 francs (*Bulletin*, 4e série, t. IV, p. 13).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trente-six obligations de cette nature, représentant un revenu annuel de 523 fr. 80. Un emprunt momentané de 83 fr. 95 a été fait aux fonds généraux, pour compléter la somme nécessaire à l'achat des quatre nouvelles obligations.

10° **Fondation de Baccarat (industrie de la cristallerie).**

Cette fondation, destinée à secourir des ouvriers et contremaîtres malheureux ou infirmes, possédait, au 31 décembre dernier, sept obligations de chemins de fer, produisant un revenu annuel de 101 fr. 85. Il restait en outre une somme disponible de 303 fr. 35.

11° **Fondation Ménier (industrie des arts chimiques).**

Cette fondation a pour but de venir en aide à des ouvriers et contremaîtres appartenant à l'industrie des arts chimiques.

Aucun secours n'ayant été alloué en 1888, la majeure partie des revenus disponibles a été employée à l'achat d'une obligation de chemins de fer.

La fondation possédait, au 31 décembre dernier, dix obligations de chemins de fer rapportant annuellement 164 fr. 90, plus un reliquat en espèces de 87 fr. 20.

12° **Grand Prix de la Société d'Encouragement.**

Notre Société décerne, tous les six ans, un grand prix de 12000 francs à l'auteur de la découverte la plus utile à l'industrie française. Ce prix alterne avec celui, de même importance, fondé par le marquis d'Argenteuil. Il est arrivé à échéance et doit être décerné au mois de mai prochain.

Les ressources de cette fondation sont obtenues au moyen d'une annuité de 1800 francs, prélevée sur les fonds généraux de la Société et placée à la Caisse des dépôts et consignations, où elle s'accroît de ses intérêts capitalisés.

La réserve ainsi constituée s'élevait, au 31 décembre 1888, à la somme de 24496 fr. 45.

13° **Prix de la classe 27 à l'Exposition universelle de 1867 (industrie cotonnière).**

Les exposants de la classe 27, à l'Exposition universelle de 1867, sur l'initiative de M. Gustave Roy, ont fait don à notre Société d'une somme de 13169 fr. 85 pour la fondation d'un prix à décerner, tous les six ans, à celui qui aura contribué le plus efficacement au développement ou aux progrès de l'industrie cotonnière en France.

Une somme de 2000 francs, sur les 4000 francs formant la valeur du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

prix, ayant été allouée, à titre d'encouragement, en 1883, le prix à décerner cette année-ci peut être porté, s'il y a lieu, à la somme de 6000 francs.

Les ressources de la fondation consistaient, au 31 décembre 1888, en quarante-trois obligations de chemins de fer, rapportant ensemble 625 fr. 65 et une somme en espèces de 13438 fr. 75.

14° Prix de la classe 65 à l'Exposition universelle de 1867 (génie civil et architecture).

Les exposants de la classe 65, à l'Exposition universelle de 1867, sur l'intiative de M. Elphège Baude, ont fait don à notre Société d'une somme de 2315 fr. 75, pour fonder un prix à décerner, tous les cinq ans, à l'auteur des perfectionnements les plus importants apportés au matériel ou aux procédés du génie civil, des travaux publics et de l'architecture.

Le prix consiste en une médaille d'or d'une valeur de 500 francs.

La fondation possédait, au 31 décembre dernier, douze obligations de chemins de fer rapportant annuellement 174 fr. 60, plus un solde en espèces de 322 fr. 75. Ces ressources sont largement suffisantes pour permettre de donner le prix en 1890.

15° Prix de la classe 47 à l'Exposition universelle de 1878 (industrie des produits chimiques).

Cette fondation a été instituée, sur l'initiative de M. Fourcade, par les exposants de la classe des produits chimiques en 1878, dans le but de récompenser chaque année, par un prix de 800 francs, un ouvrier de cette branche d'industrie choisi de préférence parmi ceux des donateurs et comptant le plus grand nombre possible d'années consécutives de bons services dans le même établissement.

Le prix a été décerné en 1888 à M. Wallach. Les ressources de la fondation consistent en un titre de 759 francs de rente et une somme en caisse de 192 fr. 05.

16° Fondation du général comte d'Aboville.

Le comte d'Aboville a légué à la Société une somme de 10000 francs qui a été divisée en trois parts, pour fournir, avec les intérêts capitalisés, le montant de trois prix à décerner à trois manufacturiers qui auront employé à leur service, pendant un temps assez long, des ouvriers estropiés, amputés ou aveugles, et les auront ainsi soustraits à la mendicité.

L'un de ces prix, d'une valeur de 3900 francs, a été décerné en 1885. Les deux autres, qui étaient destinés à être décernés en 1887 et 1889, pour-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ront l'être dès que seront présentés au Conseil de notre Société des candidats remplissant les conditions voulues.

La fondation possédait, au 31 décembre dernier, dix-huit obligations de chemins de fer et un solde en espèces de 327 fr. 10.

17° Legs Giffard.

Le revenu du capital de 50 000 francs, légué à la Société par Henri Giffard, devait, suivant les intentions du donateur, être employé pour une part à instituer des récompenses, et pour l'autre à distribuer des secours, dans des conditions qu'il appartenait au Conseil d'administration de notre Société de fixer.

Le Conseil, dans une délibération en date du 27 janvier 1888, a décidé de consacrer la moitié du revenu de la fondation à la création, sous le titre de Grand prix Henri Giffard, d'un prix de 6 000 francs, à décerner tous les six ans, à partir de l'année 1890, à une personne ayant rendu des services signalés à l'industrie française, l'autre moitié devant être employée en secours.

Il a été accordé en 1888 divers secours montant ensemble à 500 francs.

La fondation possédait, au 31 décembre dernier, un titre de 1 949 francs de rente et une somme en caisse de 5768 fr. 20.

18° Fondation Meynot.

MM. Meynot père et fils ont fait don à la Société d'une somme de 20 000 francs, pour la création d'un prix destiné à récompenser les progrès, inventions ou perfectionnements intéressant la moyenne ou la petite culture. Ce prix, d'une valeur de 1 200 francs, doit être décerné, tous les deux ans, à partir de l'année 1889 inclusivement, dans des conditions dont le programme a été arrêté par le Conseil d'administration de notre Société.

Les ressources de la fondation comprenaient, au 31 décembre dernier, un titre de 730 francs de rente et une somme en caisse de 1 595 fr. 20.

19° Fondation Melsens.

M^me^ veuve Melsens, en mémoire de son mari, a fait don à la Société d'une somme de 5 000 francs, pour fonder un prix destiné à récompenser l'auteur d'une application de la physique ou de la chimie à l'électricité, à la balistique ou à l'hygiène. Ce prix, d'une valeur de 500 francs, doit être décerné tous les trois ans, à partir de cette année-ci inclusivement.

L'avoir de la fondation comprenait, au 31 décembre 1888, treize obliga-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tions de chemins de fer donnant un revenu annuel de 189 fr. 15, plus une somme en caisse de 359 fr. 20.

20° Fondation des exposants de la classe 50 à l'Exposition de 1867 (matériel des industries alimentaires).

Le baron Thénard, à la suite de l'Exposition de 1867, avait proposé aux exposants de la classe 50 de faire don à notre Société d'un reliquat de 6 326 fr. 14. Quelques exposants ont expressément adhéré à cette proposition, et nous ont ainsi abandonné une somme de 1 500 francs.

Pour le reste, les intéressés n'ont donné aucune réponse, et leur quote-part devra leur être remise, dans le cas où ils viendraient à la réclamer avant l'expiration du délai légal de trente ans. C'est sous cette réserve que la Société a reçu la somme de 6 326 fr. 14 des mains de M. Savelle, devenu le représentant de la classe 50. Cette somme a été employée à l'achat de seize obligations de chemins de fer, rapportant annuellement 232 fr. 80. Il existait en outre en caisse, au 31 décembre 1888, un solde de 616 fr. 60.

La partie, dès à présent disponible, des ressources de cette fondation a permis au Conseil de créer un prix de 2 000 francs, à décerner, en 1889, à l'auteur du perfectionnement le plus important apporté à la fabrication du sucre de betteraves.

En résumé, les diverses fondations, que notre Société a mandat de gérer, possédaient ensemble, au 31 décembre 1888, un revenu annuel d'environ 17 000 francs. Une partie de ces revenus, s'élevant en nombre rond à 6 600 francs, doit en se capitalisant, au bout de périodes déterminées, servir à décerner divers prix ou récompenses. Le surplus, montant à 10 400 francs environ, doit être employé, suivant les prescriptions des donateurs, à aider les inventeurs et à allouer des secours à des contremaîtres ou ouvriers appartenant à diverses branches d'industrie. Il serait à souhaiter que les ressources destinées à ce dernier objet fussent utilisées d'une manière plus complète. Nous croyons devoir appeler de nouveau sur ce point l'attention des intéressés.

Messieurs, le compte rendu financier qui vient de vous être présenté peut vous donner une idée, bien qu'incomplète, de la tâche qu'impose à notre trésorier le développement progressif de nos opérations. Je suis donc certain de répondre à vos sentiments, en vous proposant de lui exprimer notre vive gratitude pour le dévouement avec lequel il s'occupe des intérêts de notre Société.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les comptes établis par lui, dont nous venons de vous faire connaître le résumé, sont exacts et réguliers : nous vous demandons de vouloir bien les approuver.

Signé : GEORGES FOURET, *rapporteur.*

RAPPORT FAIT PAR M. BORDET, AU NOM DES CENSEURS, SUR L'EXAMEN DES COMPTES DE L'EXERCICE 1888

MESSIEURS,

Conformément à l'article 31 des statuts, nous avons examiné les comptes qui vous sont présentés pour l'exercice 1888, et, ayant reconnu leur exactitude, nous vous proposons de les approuver.

Cette année encore nous avons à constater une diminution dans le nombre des membres de la Société et dans celui des abonnés au *Bulletin;* nous le regrettons d'autant plus que nos dépenses ont une tendance à augmenter chaque année et que, par suite, il importe de maintenir nos recettes au moins à leur niveau actuel.

Jusqu'à présent on a compris parmi les cotisations quelques versements qui sont faits par des membres de la Société en sus de la souscription statutaire. Nous pensons qu'il y aurait lieu de mettre ces libéralités en évidence en les portant dans nos comptes à un article spécial.

Les prix, médailles et récompenses distribués par la Société ont donné lieu en 1888 à une dépense de 19749 fr. 05 ; c'est un total beaucoup plus élevé que tous ceux qui avaient été atteints précédemment, et nous sommes loin de le regretter, car nous voyons là le meilleur emploi des ressources de la Société et une manifestation des services qu'elle rend.

M. le rapporteur de la Commission des fonds a appelé votre attention sur le prélèvement de 16 463 fr. 50 fait au profit de la fondation Jollivet et il a ajouté que cet article de dépense ne se présenterait plus dans nos comptes. — La dotation que vous avez attribuée à cette fondation se trouve en effet complétée par ce dernier versement. — Le revenu annuel est maintenant identique à celui qu'on aurait obtenu, si, dès 1882, on avait placé la réserve de 100 000 francs et capitalisé régulièrement les arrérages; l'œuvre de prévoyance que vous avez instituée, va donc, à l'avenir, fonctionner par elle-même en dehors du budget normal de la Société.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Comme l'année dernière, nous avons constaté que M. le Trésorier apporte dans l'accomplissement de sa tâche le plus grand soin et un complet dévouement; nous sommes heureux de lui adresser des remerciements bien mérités.

Signé : LUCIEN BORDET, *rapporteur.*

Approuvé en séance le 27 décembre 1889.

ARTS MÉCANIQUES

RAPPORT *fait par* M. ÉDOUARD SIMON, *au nom du Comité des arts mécaniques, sur un* SYSTÈME D'INTERRUPTEUR AUTOMATIQUE APPLIQUÉ AUX TRANSMISSIONS ÉLECTRO-MOTRICES, *par* MM. CHAIZE FRÈRES, *manufacturiers, à Saint-Étienne (Loire).*

MESSEURS, MM. Chaize frères ne sont pas des inconnus pour la Société d'Encouragement. Déjà, en 1886, une de nos médailles d'argent consacrait la valeur des *lisses sans nœuds* fabriquées par ces industriels (1).

Aujourd'hui, bien que l'appareil dont nous devons vous rendre compte, semble plutôt du domaine du Comité des arts économiques, il s'agit encore de perfectionnements apportés à l'industrie du tissage et c'est le motif qui a engagé le Comité des arts mécaniques à vous présenter un rapport sur une nouvelle application de l'électricité.

A Saint-Étienne, comme à Lyon, la plupart des fabricants sont négociants plutôt qu'industriels ; ils achètent les matières premières, font teindre, tisser et apprêter *à façon;* les dessins mêmes des étoffes sont composés, *mis en carte, lus* et *piqués* par des spécialistes. En dehors de quelques usines montées pour la production d'articles de fond, le tissage proprement dit est entre les mains de chefs d'atelier, propriétaires d'un petit nombre de métiers.

Par suite des intermittences de la fabrication, de l'habileté traditionnelle d'une main-d'œuvre particulièrement attachée à son indépendance, cette organisation a résisté jusqu'à présent à la concurrence de la Suisse et de l'Allemagne, mais la lutte n'est parfois soutenue qu'aux prix de lourds sacrifices consentis sur les salaires. Ainsi s'expliquent les efforts actuellement tentés en vue de maintenir la démocratisation des ateliers stéphanois et

(1) Voir *Bulletin*, 1886, p. 397.
(2) *Ibid.*, 1887, p. 49.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lyonnais par le concours d'une force motrice distribuée au domicile de l'ouvrier.

Nous n'avons pas à discuter aujourd'hui les avantages et les inconvénients des divers systèmes, proposés ou essayés. Notre tâche se borne à vous faire connaître comment MM. Chaize frères sont arrivés, en étudiant les conditions de l'industrie rubannière : 1° à régulariser la marche de plusieurs métiers actionnés par un même moteur électrique ; 2° à réduire au minimum la consommation de la puissance motrice.

La première question est des plus importantes, car de l'uniformité de la vitesse dépend la régularité du tissage, le battant devant toujours frapper la façure de l'étoffe avec la même force. Si l'on suppose, comme dans l'exemple choisi, un atelier de cinq métiers et trois ou quatre de ces derniers cessant de fonctionner pour diverses causes, la difficulté consiste à soustraire la transmission à l'influence d'une succession d'arrêts et de remises en marche assez brusques. La collection des métiers à tisser la soie exposés dans la galerie des Machines, en 1889, par les ateliers Diederichs, de Bourgoin, et actionnés par un moteur électrique, a précisément fourni la démonstration de cette difficulté et fait connaître l'heureuse solution imaginée par MM. Chaize. Au début et en vue d'atténuer les effets des intermittences de l'outillage, on avait essayé d'introduire dans le circuit électrique des résistances variables, mais il fallait recourir à l'intervention du personnel ; indépendamment d'une sujétion inadmissible en pratique et onéreuse pour les exposants, le remède était inefficace.

MM. Chaize frères, témoins du fait, obtinrent du *Service mécanique et électrique* l'autorisation de placer un régulateur de leur système, déjà expérimenté à Saint-Étienne.

Cet appareil est à force centrifuge et entièrement comparable aux régulateurs à boules en usage sur les machines à vapeur. Lorsque la vitesse de l'arbre de transmission tend à dépasser le nombre de tours normal, l'écartement des boules, au lieu d'agir sur la valve d'une prise de vapeur, actionne un interrupteur du courant électrique. Dès que l'interruption du circuit produit le ralentissement voulu, les boules reviennent à leur première situation et le courant passe de nouveau.

Il existe une grande variété d'interrupteurs, mais les appareils dans lesquels l'arrêt du courant donne lieu à la production d'étincelles, présentent l'inconvénient de brûler les fils conducteurs. MM. Chaize ont eu l'idée aussi heureuse que simple de noyer les contacts au sein d'un liquide. L'appareil très primitif installé dans la galerie des Machines a bien fonctionné depuis

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sa mise en place jusqu'à la clôture de l'Exposition. Une lettre de M. Diederichs à MM. Chaize frères témoigne de la satisfaction du premier et conclut comme suit : « Votre appareil nous a permis de supprimer les rhéostats qui nous servaient primitivement à régler la vitesse du dynamo, ce que nous ne pouvions faire que d'une manière très défectueuse. »

La seconde partie de la communication de MM. Chaize frères vise spécialement l'organisation d'un atelier stéphanois; elle sera facilement comprise par l'inspection du dessin annexé au rapport.

Cinq métiers à rubans, vus en élévation latérale, sont actionnés par une seule dynamo avec régulateur-interrupteur du système ci-dessus décrit.

Le fil du pôle positif va directement de la dynamo génératrice à la réceptrice ; le fil du pôle négatif s'arrête à une certaine distance de la réceptrice et lui est relié indirectement au moyen d'un troisième fil communiquant, par autant de branchements distincts, avec les divers métiers. De plus, sur chaque métier est adapté un commutateur solidaire du débrayage.

D'après ce qui précède, lorsque l'ouvrier arrête un métier, non seulement la vitesse de l'arbre de commande n'est pas accélérée, puisque le régulateur entre aussitôt en action, mais le métier dont il s'agit se trouve simultanément isolé de la source électrique et si les cinq cessent de battre, la dynamo réceptrice cesse spontanément de fonctionner, la transmission de mouvement, de tourner en pure perte.

Il va de soi qu'inversement la mise en marche pour un seul ou pour plusieurs métiers s'obtient avec la même facilité.

En présence des résultats obtenus, le Comité des arts mécaniques vous propose, Messieurs, de remercier MM. Chaize frères de leur très intéressante communication et de voter l'insertion au *Bulletin* du présent rapport, avec une planche de dessins représentant l'installation d'un moteur électrique dans un atelier de tissage et le régulateur-interrupteur, à plus grande échelle, le tout accompagné d'une légende explicative.

Signé : Édouard Simon, *rapporteur.*

Approuvé en séance le 8 *novembre* 1889.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LÉGENDE DESCRIPTIVE DE LA PLANCHE 33 RELATIVE A L'INTERRUPTEUR AUTOMATIQUE POUR TRANSMISSIONS ÉLECTROMOTRICES DE MM. CHAIZE FRÈRES.

Fig. 1. — Vue d'ensemble d'un atelier de tissage avec moteur électrique.

Fig. 2. — Appareil régulateur dit interrupteur de courants électriques.

X, X′, X″,... Métiers à tisser les rubans.

M, Dynamo réceptrice ou moteur électrique.

R, Régulateur.

A, Support évidé du régulateur.

B, B′, Boules du régulateur.

C, Tige intérieure du régulateur.

D, Levier oscillant actionné par la tige C.

E, Récipient contenant de l'eau.

F, Porte-poinçon relié au pôle positif.

G, Contact en forme de poinçon.

H, Contact ou masse noyée, reliée au pôle négatif.

a, Fil conducteur + allant du générateur au récepteur M.

a′ Fil conducteur — limité en P.

a^2, Fil conducteur — relié au fil *a′* par les fils *v*, *v′*, de chaque métier.

r′, *r′*, *r′*,... Commutateurs ou interrupteurs manœuvrés par les barres de débrayage *b*, *b*...

T, Arbre de la transmission générale de l'atelier.

y, Courroie allant du moteur à l'arbre T.

y′, Courroie allant de l'arbre T au régulateur R.

ARTS CHIMIQUES

RAPPORT *fait par* M. H. LE CHATELIER, *au nom du Comité des arts chimiques, sur l'*ACIER-MANGANÈSE *de* M. HADFIELD.

M. Hadfield, directeur de *Hecla Works* à Sheffield, a soumis à la Société d'Encouragement un nouvel alliage de fer et de manganèse qui jouit de propriétés extrêmement remarquables.

L'addition au fer ou à l'acier de métaux étrangers : chrome, tungstène, n'a généralement d'autre effet que de faire varier la grandeur de quelques-unes de leurs propriétés sans en modifier les qualités générales d'une façon bien profonde. Par ces additions, la dureté est augmentée tandis que l'allongement de rupture est plus ou moins réduit, comme cela arrive aussi par l'écrouissage et la trempe. Les additions de manganèse ne dépassant pas

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quelques centièmes produisent un effet semblable : l'acier à 2,5 p. 100 de manganèse est assez dur, mais n'a plus aucun allongement de rupture, ce qui lui donne une fragilité telle qu'on peut le pulvériser dans un mortier. Ces propriétés des aciers au manganèse furent signalées par l'usine de Terre-Noire à l'occasion de l'Exposition de 1878. Un semblable métal n'était susceptible d'aucune application industrielle et les essais entrepris par cette usine en restèrent là.

M. Hadfield a repris récemment ces études et réalisé des alliages contenant des proportions de manganèse variant de 2 à 23 p. 100. Il a reconnu que ces alliages restaient très fragiles et impropres à tout usage tant que la teneur en manganèse reste inférieure à 7 p. 100 environ, mais que vers ce point leurs propriétés changeaient radicalement et qu'aux teneurs de 12 à 14 p. 100 on obtenait un nouveau métal doué de qualités remarquables. Cet *acier-manganèse*, pour se servir du nom assez impropre que lui a donné son inventeur, diffère à tous les points de vue de l'acier proprement dit. Avec une charge de rupture très élevée de 100 kilog. par millimètre carré, il peut donner jusqu'à 50 p. 100 d'allongement, mais seulement lorsqu'il a été trempé ; la trempe a en effet sur lui une action toute spéciale, elle augmente à la fois sa résistance et son allongement et elle le fait d'une façon d'autant plus marquée que le refroidissement a été plus intense. Cela résulte nettement des essais suivants empruntés au mémoire de M. Hadfield :

Nature des éprouvettes.	Charge de rupture en kilog. par millimètre carré.	Allongement p. 100.
	kilog.	
Forgée, non réchauffée	57	1,6
Forgée, réchauffée au jaune et refroidie à l'air . .	75	14,1
Forgée, réchauffée au jaune et trempée à l'huile. .	86	26,6
Forgée, réchauffée au jaune et trempée à l'eau . .	105	44,5

L'allongement se produit uniformément sur toute la longueur des éprouvettes, il n'y a pas de striction.

La trempe restituant au métal ses qualités de résistance et d'allongement, il en résulte qu'une éprouvette ayant subi déjà un allongement de 30 p. 100 par exemple pourra être de nouveau étirée après avoir été réchauffée et trempée. On est arrivé ainsi à obtenir, en sept reprises, un allongement de 190 p. 100.

Cet effet de la trempe, qui, simultanément, fait monter la charge de rupture de 57 à 105 kilog. par millimètre carré et croître l'allongement de 1,56 à 44,44, est la propriété la plus curieuse de ce métal et est jusqu'ici un exemple unique en métallurgie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cet acier-manganèse s'obtient par la fusion au creuset de mélanges en proportion convenable de fer doux et ferro-manganèse ; il est très fluide et donne de beaux moulages sans soufflures. Mais la résistance du métal simplement fondu est peu élevée, elle est seulement le double de celle de la fonte grise et la moitié de celle des aciers moulés proprement dits.

L'acier-manganèse se forge avec la plus grande facilité en donnant un métal dont la cassure à grains fins se rapproche de celle de l'acier trempé ordinaire. C'est seulement après cette opération du forgeage qu'il prend les résistances élevées rapportées plus haut.

Il ne peut pas être travaillé à froid autrement qu'à la meule, à cause de sa trop grande dureté. C'est là un très grave inconvénient qui limitera toujours les applications du nouveau métal et a empêché jusqu'ici son emploi de se répandre aussi rapidement qu'on aurait pu l'espérer, à en juger par ses qualités remarquables de résistance.

Sa composition chimique, d'après une analyse très soignée de M. Stead, serait de :

Fe	86
Mn	12,15
C	1,11
Si	0,52
S	0,07
Ph	0,08
Cu	0,04
	99,97

Il est remarquable de voir qu'une aussi forte proportion de silicium qui suffirait pour altérer complètement un acier ordinaire n'ait aucune action nuisible sur ce produit.

Le rôle du carbone n'a pu encore être parfaitement défini ; mais il semble plutôt nuisible, c'est-à-dire que les efforts et les allongements de rupture seraient d'autant plus élevés que la teneur en serait plus faible ; son influence est, en tout cas, tout à fait secondaire au lieu d'être prépondérante comme elle l'est dans les aciers ordinaires.

Les propriétés physiques de ce nouvel alliage ne sont pas moins remarquables que ses propriétés mécaniques. Malgré sa forte teneur en fer, il n'est pas magnétique, ou du moins l'est si peu que son magnétisme ne peut être mis en évidence que par des expériences de grande précision. L'attraction qu'il éprouve de la part d'un aimant serait environ 8 000 fois moindre que celle qui serait supportée par un morceau de fer doux placé dans les mêmes conditions.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sa résistance électrique est considérable, elle est supérieure à celle de tous les métaux et alliages usuels. D'après les expériences de M. Barett, un fil à 13,5 p. 100 de Mn présente une résistance de $0^{ohm},75$ par mètre de longueur et millimètre carré de section, soit environ 50 fois celle du cuivre pur recuit. L'accroissement de résistance avec la température est par degré centigrade 0,14 p. 100, soit environ le tiers de celui du cuivre et 3 fois celui du maillechort.

La densité de cet alliage est de 7,81 ; son coefficient moyen de dilatation entre 0 et 1 000° est de 0,0000245, c'est-à-dire bien supérieur à celui de l'acier à même teneur en carbone qui est de 0,0000150.

En présence de la nouveauté des faits signalés par M. Hadfield, il a semblé utile à votre Comité des arts chimiques de vérifier directement quelques-uns des résultats annoncés. Le tableau ci-dessous donne le résumé d'expériences faites en présence de votre rapporteur, par les soins de M. Le Chatelier, ingénieur des constructions navales, et avec l'obligeant concours de M. Dupuis, sous-directeur des forges et aciéries de Saint-Chamond :

Composition du métal.	Mn	13,9
	C.	1,36

Épreuves à la traction.

Dimensions de l'éprouvette.	Longueur utile. . .	80 millimètres.
	Diamètre	8 —

	Effort de rupture en millimètre carré.	Allongement p. 100.
	—	—
Éprouvette brute de forge	81,3	1,25
Trempée à l'huile au rouge.	80,9	18,9
Trempée à l'eau au jaune	91,2	35
Trempée au mélange réfrigérant au jaune.	106,9	51,8

Épreuves au pliage par choc.

Dimensions de la barrette . . . . . 70 × 24 × 9 millimètres.

	Angle intérieur de rupture.
	—
Éprouvette brute de forge.	172°
Trempée à l'huile au rouge.	154°
Trempée à l'eau au rouge.	Pliage complet.
Trempée à l'eau au jaune.	Pas de rupture, mais fortement criqué au pliage complet.

Ces résultats d'expériences donnent donc la confirmation complète du fait singulier, annoncé par M. Hadfield, que la trempe donne de la douceur à l'acier-manganèse, augmente l'allongement de rupture comme le fait le recuit avec les autres aciers, tout en augmentant aussi sa résistance, modi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fiant cette propriété dans le même sens qu'elle le fait pour les aciers.

L'emploi du nouveau métal ne semble pas s'être répandu jusqu'ici comme son inventeur était en droit de l'espérer. Sa résistance considérable à la rupture par choc et à l'usure par frottement le rendrait précieux pour un grand nombre d'usages. La difficulté que présente son travail à froid a été le principal obstacle à sa diffusion, mais ce n'est pas là un obstacle absolu. Si l'usage a prévalu dans le commerce des objets en fer de ne mettre en circulation que des produits finis au tour ou à la lime, il n'en a pas toujours été ainsi et pendant longtemps les objets bruts de forge ont été acceptés sans difficulté du consommateur. Il n'y aurait aucun inconvénient à revenir à un ancien usage en faveur d'un métal dont les qualités exceptionnelles compenseraient largement le coup d'œil moins agréable des produits fabriqués. L'emploi de ce métal serait tout indiqué pour les machines agricoles, les roues de wagonnets, les fers à chevaux, les axes de rotation d'un grand nombre d'appareils, etc., et en général pour toutes les pièces exposées à l'usure par frottement ou à la rupture par choc.

Aussi votre Comité des arts chimiques, estimant que le rôle de la Société d'Encouragement n'est pas d'enregistrer seulement les résultats industriels définitivement acquis, mais bien d'encourager toutes les tentatives intéressantes quand elles sont encore dans la période d'enfantement, vous propose d'adresser vos félicitations à M. Hadfield pour la découverte qu'il a faite d'un nouvel alliage de fer et de manganèse jouissant de propriétés aussi intéressantes au point de vue industriel que scientifique et ne se rapprochant d'aucun des métaux fabriqués jusqu'ici par l'industrie.

Il vous propose, en même temps, d'insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Signé : H. Le Chatelier, *rapporteur*.

Approuvé en séance le 22 *novembre* 1889.

ARTS CHIMIQUES

Rapport *fait par* M. H. Le Chatelier, *au nom du Comité des arts chimiques, sur une* communication de M. Henry, relative au ciment de laitier.

M. Henry a introduit le premier en France et notablement perfectionné la fabrication du ciment de laitier. Ce produit s'obtient en mêlant à des laitiers de hauts fourneaux de composition convenable, préalablement trempés à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'eau et finement broyés, une certaine proportion de chaux éteinte. Cette industrie naissante paraît appelée à prendre un développement considérable. Ces nouveaux produits ne peuvent actuellement être mis sur la même ligne que les ciments Portland de première marque, mais ils ont sur ces derniers l'avantage d'avoir un prix de revient beaucoup plus faible, au moins moitié moindre. Cela permet de compenser par un dosage plus riche du mortier l'infériorité des qualités intrinsèques du ciment. On peut obtenir une amélioration notable en ajoutant, comme l'a proposé M. Henry, quelques centièmes de silice précipitée chimiquement.

Vicat avait reconnu les propriétés pouzzolaniques des laitiers de hauts fourneaux, mais les avait classés au dernier rang des produits similaires. Depuis les recherches de cet éminent ingénieur, les laitiers ont à maintes reprises été employées dans les usines pour la confection de bétons ou de briques. Mais ces produits étaient consommés dans un très petit rayon autour du lieu de production et l'importance de cette fabrication restait nécessairement très restreinte.

Un heureux hasard qu'il est intéressant de rappeler a mis sur la voie des perfectionnements qui ont permis d'obtenir avec les laitiers des pouzzolanes éminemment énergiques, supérieures à toutes celles qui étaient connues jusqu'ici. On savait depuis longtemps que les laitiers vitreux seuls jouissent de propriétés pouzzolaniques. Les laitiers cristallisés sont à peu près inertes, qu'ils soient compacts ou fusés, c'est-à-dire pulvérisés par une cristallisation interne postérieure à la solidification. D'autre part, parmi les laitiers vitreux, les plus basiques sont ceux qui possèdent les propriétés les plus énergiques. Il n'y a donc, semble-t-il, pour améliorer ces laitiers qu'à augmenter considérablement leur teneur en chaux et en alumine ; mais on est bientôt arrêté dans cette voie, parce que les laitiers trop basiques cristallisent et redeviennent ainsi totalement inertes. La découverte du ciment de laitier a consisté uniquement à trouver un procédé qui permette de concilier les deux conditions contradictoires de vitrosité et de basicité. On a été mis sur la voie par une circonstance tout à fait fortuite. Les produits hydrauliques obtenus au début avec les laitiers, étant de qualité médiocre, se vendaient très bon marché et ne pouvaient par suite supporter des frais de fabrication élevés. Il ne pouvait être question de broyer sous des meules des laitiers compacts obtenus par refroidissement lent. On s'est servi de laitiers désagrégés par la granulation à l'eau, opération usitée dans un grand nombre d'usines où elle n'avait d'autre objet que de diviser mécaniquement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les laitiers pour faciliter leur enlèvement. Or il se trouve que cette immersion brusque dans l'eau exerce une action chimique importante, une véritable trempe ; elle s'oppose à la cristallisation des laitiers basiques, elle leur conserve l'état vitreux et par suite les propriétés pouzzolaniques corrélatives de cet état.

L'influence de l'état vitreux sur les propriétés pouzzolaniques des laitiers, c'est-à-dire sur leur aptitude à entrer en combinaison avec de nouvelles quantités de chaux, n'a rien qui doive surprendre. Le passage d'un corps de l'état cristallisé à l'état vitreux est toujours accompagné d'une absorption de chaleur, d'une augmentation de son énergie interne et l'on sait qu'à tout accroissement de la qualité de chaleur contenue dans un corps correspond une augmentation de son aptitude à entrer en réaction, de ce que l'on appelle ses affinités chimiques. C'est ainsi que le phosphore blanc qui contient plus de chaleur que le phosphore rouge exerce des actions chimiques bien plus énergiques.

On a été longtemps à reconnaître cette influence capitale de la granulation à laquelle on n'attribuait qu'un rôle purement mécanique. Aussi, tandis que certaines usines à l'étranger fabriquaient déjà des ciments de bonne qualité avec des laitiers granulés, d'autres usines cherchaient inutilement à obtenir les mêmes produits avec des laitiers fusés. Il en est résulté de très grandes inégalités dans les produits désignés sous le nom de ciment de laitier qui se sont trouvés par ce fait injustement discrédités. C'est seulement depuis l'installation de l'usine de M. Henry, à Donjeux, que l'on a admis en France d'une façon définitive, la possibilité d'obtenir avec les laitiers des produits hydrauliques convenables et c'est par ses publications que l'on a été définitivement édifié sur les conditions de cette fabrication, notamment sur l'influence capitale de la trempe.

A la suite des résultats obtenus par l'usine de Donjeux, dont les produits ont été immédiatement classés à côté des véritables ciments de Portland, une usine similaire a été créée dans le Nord-Est de la France ; d'autres sont en projets dans le centre. M. Henry a donc, par son initiative, rendu un réel service à l'industrie française en introduisant dans notre pays la fabrication du ciment de laitier. Votre Comité des arts chimiques vous propose de lui adresser les félicitations de la Société d'Encouragement et d'insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Signé : H. Le Chatelier, *rapporteur*.

Approuvé en séance le 22 *novembre* 1889.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BIOGRAPHIE

NOTICE SUR LA VIE ET LES TRAVAUX DE M. ÉDOUARD PHILLIPS, MEMBRE HONORAIRE DU CONSEIL DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT, PAR M. ED. COLLIGNON, DU COMITÉ DES ARTS MÉCANIQUES, SECRÉTAIRE DU CONSEIL.

MESSIEURS,

La Société d'Encouragement vient de perdre un de ses membres les plus éminents, M. Phillips, qui occupait une place considérable dans la science contemporaine. Il appartenait à votre Comité des arts mécaniques, où il avait acquis le titre de membre honoraire, après avoir rempli pendant longtemps les fonctions de membre effectif. J'essaierai de vous présenter dans cette notice un résumé de sa vie et de ses travaux.

Édouard Phillips est né à Paris, le 21 mai 1821, d'une famille anglaise établie en France depuis plusieurs années. Entré en 1840 à l'École Polytechnique sous le n° 8, il montait au n° 2 à la fin de la première année; il sortait en 1842, occupant la seconde place sur la liste des élèves classés dans le corps des Mines. Le chef de sa promotion était Rivot, qui a acquis depuis par ses travaux de docimasie une juste célébrité. Phillips resta son ami tant que Rivot vécut. Si nous suivons Phillips à l'École des Mines, nous le voyons accomplir en 1844 une mission d'études en Hongrie et Transylvanie, et l'année suivante une mission en Angleterre. Les mémoires et les journaux qu'il rapporta de ces voyages lui valurent à deux reprises, en 1845 et en 1846, les prix et les encouragements de l'administration supérieure. Personne n'aurait pu soupçonner à cette époque la voie scientifique que Phillips devait parcourir un jour d'une manière si brillante. Il fut d'abord entraîné par son ami Rivot dans des recherches de chimie minérale. Du reste, la carrière active commençait pour le jeune ingénieur, carrière un peu tourmentée, jusqu'au jour où il abandonna sans retour les fonctions administratives, pour se consacrer tout entier aux recherches scientifiques. Il fut chargé en 1846, étant encore élève-ingénieur, du sous-arrondissement minéral de Carcassonne; puis, cette même année 1846, il est nommé professeur d'exploitation à l'École des mineurs de Saint-Étienne. Nous le retrouvons en 1847 attaché au service des machines à vapeur du département de la Seine; en 1848, secrétaire adjoint de la commission centrale des machines à vapeur; en 1849, chargé de la surveillance de l'exploitation du chemin de fer de Paris à Stras-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bourg. Le 7 juin 1852 il obtient sur sa demande un congé illimité, et passe au service de la Compagnie de l'Ouest, où il remplit les fonctions d'ingénieur du matériel. Pendant deux ans, de 1853 à 1855, Phillips joignit à son service près de la Compagnie un cours de mécanique et de physique élémentaire à l'École des Mines de Paris. On voit qu'à Saint-Étienne d'abord, à Paris ensuite, il avait fait son apprentissage du métier de professeur.

C'est à Combes, l'illustre directeur de l'École des Mines, qui fut longtemps ici secrétaire du Conseil, que Phillips doit d'avoir reconnu sa véritable vocation, et d'avoir dirigé ses recherches du côté de la mécanique, et particulièrement de la mécanique appliquée. Son premier travail scientifique (1852) a pour objet la résistance et la flexion des ressorts de voiture. L'auteur emploie pour traiter la question la plus rigoureuse et la plus savante analyse; mais il n'oublie pas de ramener à la fin les résultats de ses calculs à une forme concrète et pratique, qui fait de son mémoire un guide sûr pour les constructeurs de voitures destinées aux chemins de fer. Bientôt après Phillips se mit à étudier une question nouvelle, pour laquelle la pratique avait devancé la théorie : Stephenson venait d'imaginer la coulisse pour faire varier la détente dans les machines à vapeur. Phillips donna la théorie complète de cet organe, et substitua des tracés rationnels aux tâtonnements qui constituaient jusque-là la seule méthode suivie dans les ateliers. A peu près à la même époque, Phillips présentait comme thèse pour le doctorat ès sciences un mémoire sur le théorème de la moindre action dans le mouvement relatif, et sur les modifications que les forces apparentes doivent faire subir à l'énoncé. A part ce travail de mécanique pure, Phillips a généralement étudié de préférence les questions qui sont susceptibles de recevoir des applications pratiques. C'est ainsi que nous le voyons publier en 1855, dans les *Annales des Mines*, un beau mémoire sur le problème des charges roulantes. La question préoccupait vivement le monde des ingénieurs, depuis que les trains des voies ferrées passaient à toute vitesse sur les tabliers des grands ponts métalliques qu'on venait de construire. En Angleterre, une commission avait été chargée par le Parlement d'étudier le problème à un point de vue pratique. Phillips le reprit au point de vue analytique, et le mena jusqu'au bout. Les conclusions qu'il formula, et que l'observation confirme, sont de nature à rassurer les plus timorés sur l'avenir des grands ouvrages, moins sensibles que les petits aux effets du passage des charges. La solution de Phillips suppose la charge concentrée en un point unique. D'autres analystes, parcourant la voie qu'il avait ouverte, ont été plus loin

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

depuis, et ont traité le cas où des charges roulantes continues s'avancent en couvrant une certaine longueur du tablier.

Nous arrivons au plus important travail de Phillips, celui qui a pour objet l'étude du spiral réglant des montres, et la détermination des conditions qui assurent le mieux l'isochronisme de ses oscillations (1861). Phillips a déterminé théoriquement la courbe de raccordement qui doit terminer le spiral; ce perfectionnement, obtenu *a priori* par l'analyse, est entré dans la pratique, et est adopté aujourd'hui dans la construction des chronomètres. Phillips est revenu à plusieurs reprises sur ces questions de chronométrie. Il a entrepris en dernier lieu des recherches de longue haleine, théoriques et expérimentales, sur l'élasticité des métaux, et sur la meilleure manière de rendre tautochrones les oscillations du pendule circulaire. Il est parvenu à un dispositif simple qui donne au balancier d'une horloge un tautochronisme presque rigoureux, lorsque l'écart maximum ne dépasse pas 1° à 2 .

Ces divers travaux rentrent presque tous, comme on le voit, dans la mécanique vibratoire. Phillips y a fait à plusieurs reprises un heureux usage des principes de la similitude mécanique; guidé par ces principes si féconds, il a parfois donné des solutions rapides et élégantes de problèmes qu'on chercherait vainement à résoudre par d'autres procédés. C'est ainsi, par exemple, que, voulant réaliser en petit, sur le modèle, l'épreuve d'un pont métallique à poutre droite, il imagine de faire tourner la poutre uniformément autour d'un axe vertical auquel elle est attachée par ses deux extrémités à distance invariable. La force centrifuge, réglée d'après le nombre de tours accomplis dans l'unité de temps, remplace la surcharge qui serait produite par la pesanteur, et permet de réduire les forces à l'échelle, comme on l'a fait pour les dimensions de l'ouvrage.

Si les travaux scientifiques de Phillips ont tous, à côté d'un mérite analytique incontestable, un caractère simple et pratique qui en recommande l'application, cela tient sans doute à ce que sa carrière l'a mis de bonne heure aux prises avec la réalité, et lui a fait comprendre l'intérêt des recherches théoriques en dehors des abstractions qui en forment d'ordinaire l'objet exclusif. Son passage à la Compagnie de l'Ouest est pour quelque chose, croyons-nous, dans le choix des sujets qu'il fut conduit à traiter. Phillips resta plusieurs années au service de la Compagnie. Puis il rentra au service de l'État, à titre d'ingénieur en service détaché. C'est dans cette situation qu'il prit successivement ses grades; il avait obtenu le grade d'aspirant en 1847; il parvint à celui d'inspecteur général de 2e classe en 1882. Il prit sa

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

retraite le 21 mai 1886. Il avait été nommé chevalier de la Légion d'honneur le 16 août 1860, et officier le 12 juillet 1880.

En 1864 commença pour lui une nouvelle carrière, celle du professorat. Il fut nommé professeur du cours de mécanique à l'École centrale des arts et manufactures, en remplacement de Belanger (1). Deux ans après, il remplaçait Edmond Bour dans l'une des chaires de mécanique à l'École Polytechnique. C'était pour le professeur une lourde tâche, que celle de mener de front, dans deux grandes écoles, deux enseignements aussi importants. Phillips conserva néanmoins ses cours aux deux écoles, malgré le surcroît de fatigue qui pouvait en résulter pour lui. Il n'a cessé d'enseigner à l'École Centrale qu'en 1875; à l'École Polytechnique, il permuta en 1879 avec Bresse les fonctions de professeur contre celles d'examinateur de fin d'année, et à partir de 1880, il fit passer tous les ans, aux mois de juin et de juillet, les examens de mécanique à 220 ou 230 élèves; Phillips a encore fait ces examens cette année, pour la dixième et dernière fois. La notoriété scientifique de Phillips, résultat bien mérité du caractère à la fois rationnel et pratique de toutes ses productions, l'a fait entrer dès 1868 à l'Académie des sciences, en remplacement de Foucault; il devint le doyen de la section de mécanique à la mort de Saint-Venant. Il fut aussi nommé membre de l'Académie des sciences de Lisbonne.

C'est en 1855 que Phillips entra au Conseil de la Société d'Encouragement, dans le Comité des arts mécaniques. Le *Bulletin* de la Société contient plusieurs de ses rapports : sur le système d'aiguilles et de disque à verrou de M. Vuigner (1856); sur le manomètre métallique de M. Desbordes (1858); sur le compteur d'eau de M. Fatoux (1859); sur le mécanisme de M. Vuigner pour protéger les passages à niveau des chemins de fer (1859); sur le spiral réglant des chronomètres et des montres (1861); sur un mémoire de M. Beau de Rochas traitant de la traction des bateaux fondée sur le principe de l'adhérence (1863). En 1871, nous trouvons une dernière communication de Phillips, extraite des Comptes rendus de l'Académie des sciences, et intitulée : « Résumé des observations faites, dans les sept dernières années, à l'observatoire de Neuchâtel, sur les chronomètres munis de spiraux à courbes finales théoriques. » La participation de Phillips aux travaux de la Société devint, à partir de 1871, de moins en moins active. Il était entièrement absorbé par la préparation

(1) C'est en novembre 1863 que commencèrent les leçons de Phillips à l'École centrale, à la première et à la deuxième division réunies. En 1865, le cours fut dédoublé, et Phillips fit le cours d'hydraulique à la première division seule jusqu'en l'année 1875.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de ses cours. Trop consciencieux pour conserver des attributions sans pouvoir s'acquitter des devoirs qu'elles entraînent, il sollicita et obtint l'honorariat à partir de 1874.

La santé de Phillips, qui n'avait jamais été très robuste, subissait vers cette époque une altération manifeste. Il éprouvait de fréquents retours de douleurs extrêmement aiguës, et plus d'une fois il s'est vu arrêté par des accidents qui inquiétaient vivement son entourage. Tout porte à croire qu'en acceptant l'obligation de faire les deux cours à la fois, il avait trop présumé de ses forces. Son état s'est du reste sensiblement amélioré quand il se réduisit à un cours, puis quand il renonça tout à fait aux fonctions de professeur. Le repos, après une carrière si bien remplie, lui aurait promis une belle vieillesse. Dans les réunions où nous nous rencontrions, au Comité de l'exploitation technique, par exemple, ou aux diverses commissions de l'Exposition universelle, nous avions toujours lieu d'admirer la parfaite netteté de son esprit, la puissance de son attention, l'enjouement particulier de ses propos, où il aimait à introduire parfois quelques innocentes malices. Au mois d'octobre dernier, il était monté avec nous tout en haut de la tour Eiffel, pour examiner les nouveaux appareils de sûreté qu'on venait d'ajouter aux ascenseurs. Tout le monde avait été frappé de son entrain et de sa bonne mine. L'été de 1889 avait été cependant trop lourd pour lui. Les examens de sortie à l'École Polytechnique, la participation aux travaux du jury des récompenses, la présidence d'une foule de commissions créées pour le service de l'Exposition universelle, la présidence de deux congrès qui se succédèrent coup sur coup, celui de chronométrie et celui de mécanique appliquée, auxquels il prit une part personnelle importante, toutes ces occupations si multipliées, si assujettissantes, dépassaient la mesure que la prudence aurait réclamée. Phillips n'arriva que très tard dans la saison à sa terre de Narmont, où il allait chaque année prendre un repos de plus en plus nécessaire. Dans les premiers jours de décembre un refroidissement subit, qu'il ressentit sans pouvoir le combattre, provoqua le soir même une congestion au cerveau et une hémiplégie. Tout espoir de le sauver n'était pourtant pas perdu après cette première attaque; il parlait de son retour prochain à Paris et de la reprise de ses occupations, quand, le 14 décembre, une nouvelle congestion est venue le frapper d'un coup dont il ne s'est pas relevé. Il avait soixante-huit ans.

Phillips n'a pas été seulement un savant distingué, d'une notoriété universelle, et dont la fin prématurée excite d'unanimes regrets. C'était avant tout un homme excellent, très aimé des siens, modeste, affable, serviable,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

toujours prêt à faire la part à tous, aux petits comme aux autres, et n'oubliant jamais que lui seul. Il eut des amis et il leur resta fidèle. Son œuvre scientifique, qui est considérable, préservera son nom de l'oubli, et son souvenir vivra dans le cœur de tous ceux qui l'ont connu.

BIOGRAPHIE

ÉRECTION DE LA STATUE DE J.-B. DUMAS A ALAIS (1)

DISCOURS DE M. PASTEUR, MEMBRE DE L'ACADÉMIE FRANÇAISE, SECRÉTAIRE PERPÉTUEL HONORAIRE DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, PRÉSIDENT DE LA CÉRÉMONIE D'INAUGURATION DE LA STATUE DE J.-B. DUMAS.

MESSIEURS,

La France a eu, depuis dix-neuf ans, un sentiment de gratitude infinie pour ceux qui l'ont consolée et relevée.

Que ce fût un vieillard qui, après avoir accompli sa destinée glorieuse, descendît dans la tombe, ou que ce fût un homme frappé en pleine force emportant avec lui nos regrets et nos espoirs lointains, tous également aimés et pleurés ont reçu à leur mort l'hommage d'une douleur publique. Ces pieuses funérailles n'ont pas suffi à la reconnaissance d'un peuple. Les noms acclamés qui représentaient ou l'intelligence ou le courage ou la bonté — parfois tout cela ensemble — on a voulu qu'ils fussent impérissables. Alors, dans la plupart des villes, des statues se sont dressées. Tout un groupe de morts est ainsi debout au milieu des vivants.

Peu d'hommes ont autant mérité que J.-B. Dumas les honneurs d'un long souvenir. Peu d'existences ont été aussi noblement utiles. Tant de beaux travaux, tant de découvertes fécondes, tant de services rendus vous seront rappelés tout à l'heure. Je ne veux et je ne puis en ce moment que vous adresser quelques mots, moins comme le président de votre comité que comme le disciple et l'ami de celui qui revit devant nous dans son éloquente et sereine attitude. C'est bien là, non seulement le professeur incomparable que nous avons connu, mais l'homme apte à toutes les tâches et dominant toutes les fonctions.

Parmi les hommes supérieurs, il en est qui, s'isolant dans leurs études, ont pour le tumulte des idées une pitié dédaigneuse ou une indulgente

(1) La cérémonie d'inauguration a eu lieu à Alais (Gard), le 21 octobre 1889.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ironie. Ne s'inquiétant pas de l'opinion générale, — que dans leur esprit trop délicat ils confondent volontiers avec l'opinion du vulgaire, — ils ne visent qu'à exercer une influence directe sur un cercle de privilégiés. Si cette élite leur échappait, ils trouveraient encore dans l'activité et le spectacle de leur propre intelligence un intérêt vif et prolongé.

D'autres, emportés au contraire par le besoin de faire triompher leurs idées, se jettent dans les batailles de la vie publique.

Il est enfin un petit nombre d'hommes aussi bien faits pour le travail silencieux que pour les débats des grandes Assemblées. En dehors des études personnelles qui leur assurent dans la postérité une place à part, ils ont l'esprit attentif à toutes les idées générales et le cœur ouvert à tous les sentiments généreux. Ces hommes-là sont les esprits tutélaires d'une nation.

M. Dumas en fut, dès sa jeunesse, un type souverain. S'agissait-il d'une grande école à fonder comme l'École Centrale, ou d'un inventeur à encourager comme Daguerre, par exemple, plus que méconnu dans les premiers temps, M. Dumas était toujours là. Ses avis, pleins d'une douce gravité, pesaient comme des oracles. Outre cette pénétration immédiate qui lui faisait démêler en toute idée neuve ce qui était praticable et durable, il avait pour chaque personne et dans chaque cas particulier le don de conseil. Ainsi, entreprendre un travail qu'il n'eût pas approuvé nous eût semblé, à nous ses élèves, une tentative téméraire et comme un manque de respect.

Pour moi, Messieurs, je puis dire que pendant quarante ans je n'ai cessé de travailler en ayant devant l'esprit cette figure vénérée dont un mot encourageant d'abord, puis mieux, puis plus que je n'osais espérer, étaient une récompense et un honneur qui dépassaient tous les autres. Son enseignement avait ébloui ma jeunesse; j'ai été le disciple des enthousiasmes qu'il m'avait inspirés. Son autorité, son pouvoir d'âme étaient si grands que, quand il me demanda, en 1865, le plus dur des sacrifices, celui d'interrompre mes recherches sur les fermentations pour venir dans votre pays étudier, sans que rien m'y eût préparé, le fléau qui ruinait la sériciculture, je lui répondis ce simple mot : « Disposez de moi. — Ah! me dit-il alors, avec une intonation où éclatait tout son cœur d'enfant d'Alais, ah! partez! La misère dépasse tout ce que vous pouvez imaginer! »

Ce qu'il me fallut d'efforts, durant cinq années, pour triompher de cette maladie des vers à soie qui désolait vos magnaneries, je n'ai pas à le rappeler. Mais dans l'expression de votre reconnaissance dont je suis si profondément touché, n'oubliez pas la part définitive qui revient à M. Dumas.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Je vous remercie, Messieurs, de m'avoir permis de dire une fois de plus, en m'appelant au milieu de vous, le culte que je garde à ce grand homme de science et de bien.

DISCOURS PRONONCÉ AU NOM DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, PAR M. ARMAND GAUTIER MEMBRE DE L'ACADÉMIE

La nature, qui sait former et conserver les races, sait aussi les instruire et ennoblir. Du sein des multitudes qu'agitent les mille besoins de la vie, elle fait surgir, lorsqu'il lui convient, des hommes d'une intelligence rare, d'une passion pondérée, qui, bientôt sûrs d'eux-mêmes et de leur destinée, apportent au pays qui les a vus naître la grandeur de leurs exemples et la force de leur génie.

Jean-Baptiste André Dumas fut un de ces hommes. Esprit lumineux, il s'est élevé dès ses débuts aux plus hautes conceptions de la science pure, il a brillamment éclairé les problèmes les plus secrets de la vie. Écrivain limpide, tour à tour ému et charmant, il a consacré sa plume à la défense des grands initiateurs. Patriote ardent, il a doté notre nation d'institutions auxquelles elle doit une partie de son lustre et de sa force. Homme public, il a consacré son temps et sa science au bien de l'État.

Le génie a pour caractère la puissance. Ce que nul n'a vu, il le voit; il réalise ce que personne n'a su exécuter. S'il se répand, tout semble lui venir en aide et concourir à ses fins. C'est ainsi que Dumas s'est à la fois révélé grand chimiste, émouvant écrivain, habile administrateur; avide de justice autant que de vérité; respectueux des autres nations, mais passionné pour son pays, sa gloire et sa prospérité.

Il était né dans la ville d'Alais le 14 juillet 1800, d'une famille honorable, mais nombreuse et sans fortune. Son père, peintre et dessinateur distingué, après avoir habité Paris quelques années (*a*), de retour dans sa ville natale, fut heureux d'acceper les fonctions modestes de secrétaire de l'Hospice civil (1). Sa femme Madeleine Bastide lui avait donné cinq enfants : quatre garçons et une fille (*b*). Le cadet, Jean-Baptiste, fut mis au collège d'Alais vers 1808. Il y reçut l'éducation littéraire, teintée d'un peu de sciences qu'on recevait généralement à cette époque. Mon père qui entrait comme écolier dans le même établissement, un peu après Dumas, me racontait autrefois le renom que son condisciple y avait laissé et l'espoir qu'on fondait déjà sur lui (*c*). Mais, vers sa seizième année, discontinuant l'étude des langues mortes et de l'antiquité, le jeune Jean-Baptiste, préoccupé des

(1) Pour les renvois en lettres italiques, voir les *Notes explicatives* placées après ce discours.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

charges de sa famille, dut songer à gagner son pain (*d*). La vue des industries du pays : verreries, travail de l'argile, exploitation de quelques veines superficielles de houille, traitement des minerais de fer et de plomb, etc., commençaient à éveiller ses instincts scientifiques. Mais, cherchant sa voie, en attendant mieux, le jeune homme était devenu, grâce aux facilités que lui donnait la situation de son père, l'hôte assidu et solitaire de la bibliothèque de la Ville, de tous abandonnée, même de son gardien. Là, blotti dans l'embrasure d'une fenêtre dont il n'ose ouvrir les volets de peur d'attirer l'attention du dehors, à la demi-clarté d'un rayon filtrant entre les deux ais, curieux et pensif, avide de tout savoir, il entre tour à tour en communion avec les philosophes, les poètes et les savants du siècle dernier, et reçoit, encore inconscient de l'avenir, la précieuse semence qui devait s'épanouir un jour en une si belle et si puissante floraison.

Il fallait cependant prendre un parti, et le père, préoccupé de l'avenir matériel de l'enfant, recourut à l'expérience d'un sien parent, Étienne Bérard, de Montpellier. Il occupait dans cette ville une haute position. Son fils, Auguste Bérard, officier de marine déjà distingué, devenu plus tard correspondant de l'Institut, avait essayé de faire partager à son cousin Jean-Baptiste l'attrait que lui inspirait sa carrière. La vive imagination du jeune Dumas s'était un instant complu à l'idée des voyages lointains : une section du collège d'Alais préparait d'ailleurs spécialement à l'École navale. Mais le père Bérard, savant industriel, ami de Chaptal, fit observer que les goûts du jeune homme semblaient pencher vers les sciences ; il déconseillait toutefois de trop philosopher, car avant tout il fallait vivre. Que ne le faites-vous, disait-il, entrer dans une pharmacie ? C'est une position honnête, quelquefois lucrative. Elle éveille et entretient les instincts scientifiques. On a même vu des chimistes distingués sortir des officines, etc.

Entre les deux avis, le parti fut bientôt pris. Jean-Baptiste entra comme élève dans une pharmacie d'Alais, rue Peyrolerie.

Élève ou garçon de laboratoire : distinguait-on bien alors ? Dès le matin, Dumas ouvrait la boutique ; donnait un coup de plumeau ou de balai ; pulvérisait sa rhubarbe... Plus de trêve, plus de bibliothèque. Le jeune homme avait d'autres aspirations : il sentait l'impérieux besoin de compléter son éducation imparfaite. Aux vitres du laboratoire ses amis de collège souriaient un peu de leur brillant camarade maintenant apprenti apothicaire. Il voulait bien étudier la pharmacie, mais non avoir uniquement la charge des travaux mécaniques de l'officine (*e*).

On en référa au cousin de Montpellier. Bérard avait à ce moment à Genève un compatriote, un ami, M. Le Royer. Émigré en 93, Le Royer avait fait de la pharmacie pour vivre : il avait réussi. Plus tard, entré en aimables relations avec les savants de sa ville adoptive, il s'y était définitivement fixé. Bérard proposa le une homme à Le Royer et quelques mois après, Dumas quittait sa ville natale,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sa chère famille, riche d'espoir et de jeunesse, léger d'argent, le sac au dos. Il partait à pied pour Genève, fort de quelques lettres de recommandation pour Théodore de Saussure, Gaspard de la Rive et P. De Candolle (*f*). Ce mot qu'il avait sur lui, écrit de la main de son père, lui servait de viatique : « Mon fils cadet partit d'Alais pour Genève le 26 avril 1817. Je le recommande à Dieu, souverain protecteur des voyageurs. »

Dur voyage. Partout les tristes vestiges de vingt années de guerre ; la famine dans les campagnes, et par surcroît, des pluies continuelles. Mais le voici dans l'hospitalière maison de Le Royer : il y trouve des figures aimables, une direction intelligente, un laboratoire. des livres. Il se fait vite apprécier de son patron, « son noble maître », comme il l'appelle (*f'*). Et pendant qu'il essaie, tout en étudiant la pharmacie, de compléter courageusement son éducation première, comment occupe-t-il au dehors ses rares loisirs ? Les élèves en pharmacie se réunissent les mardis dans un petit local qui, largement payé, leur coûte, dit Dumas, trois francs par mois. Mais que faire pour occuper le temps? On parle de goûters fins, de châtaignes et de vin blanc. « A mon tour, » écrit Dumas à son père, « je parlai de travail. On se révolta. J'en présentai les avantages. Bientôt j'eus la majorité et, soit honte, soit conviction, tout le monde consentit à s'y livrer entièrement durant la soirée. Me voilà membre de la *Société française*... Nous faisons bon feu, et nous lisons par tour un mémoire de notre composition. C'est là l'objet de nos discussions, qui sont toujours paisibles par la conviction que chacun a de sa faiblesse (*g*). »

Voici donc Dumas Secrétaire perpétuel de la *Société française de pharmacie*. En deux ans il possède tous les secrets pratiques de son art. La générosité de Le Royer lui laisse tous les jours plus de loisirs. Les œuvres de Lavoisier, la *Statique chimique* de Berthollet, les beaux mémoires de Humphry Davy, Berzélius, Gay-Lussac, Thénard, qui paraissent successivement, les *Séances* et *Lectures* de l'Académie de Genève, ses conversations avec les savants auxquels il a été recommandé et qui l'ont hospitalièrement reçu, tout concourt à former et exciter sa pensée. Il étudie les mathématiques dans Bezout, la *Physique* de Biot qui vient de paraître, la *Théorie élémentaire de la Botanique* de Pyrame De Candolle. Il prépare même un petit traité des plantes : il écrit une monographie des Gentianées. Il sent enfin se dissiper peu à peu ce serrement de cœur qu'à son arrivée en Suisse lui causa l'écroulement de l'édifice étroit de son éducation de collège (*h*). « A cette première impression de découragement et de tristesse, dit-il, succéda bientôt une émulation ardente qui ne m'a plus abandonné. Elle m'a fait supporter des veilles forcées, de pénibles études... Ah ! s'il était possible que je perdisse un jour cette avidité de voir et de connaître, cette soif de science que rien ne saurait éteindre, la vie ne m'offrirait plus aucune douceur (1). »

(1) Tous les passages des lettres que je cite, soit dans ce discours, soit dans les *Notes expli-*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Celui qui parlait ainsi, ce jeune homme de dix-neuf ans, va se révéler tout à coup philosophe puissant et grand expérimentateur. Il débute par des recherches sur l'eau de cristallisation des sels et reconnaît pour son compte, après Proust il est vrai, qu'elle obéit aux lois des *Proportions définies*. Il perfectionne les méthodes qui servent à prendre les densités des solides, et, comme il le raconte, il construit pour ses recherches, avec l'aide d'un artiste habile, une balance qui permet d'apprécier le 20e de grain. Puis, par une envolée de son génie naissant, l'étude des densités le conduit à la conception des volumes atomiques et moléculaires. Il devance ainsi de bien des années les travaux de Hermann Kopp sur le même sujet, et fonde, à vingt ans, l'une des bases sur lesquelles reposent nos connaissances modernes relatives à la constitution intime des corps et à l'affinité.

Ces premiers travaux l'entraînèrent bientôt à étudier plus spécialement les densités et la dilatation des liquides, cas particulier où n'interviennent pas les frottements moléculaires, et Dumas choisit les éthers pour essayer de relier leurs volumes spécifiques et leur dilatation à ceux de leurs composants.

C'est ainsi qu'il fut indirectement conduit à s'occuper de cette famille de corps, et qu'en préparant tous ceux que l'on connaissait alors, il entrevit et annonça dès cette époque, comme très probable, la loi qui préside à leur formation, loi fondamentale qu'il devait définitivement établir sept ans plus tard.

A ce moment, nous voyons Dumas se répandre en tous sens. Tout l'attire et l'intéresse à la fois. Il se préoccupe d'hybridité et de géographie botanique; il projette un voyage en Prusse pour comparer la flore alpine à celle des pays du Nord et dégager l'influence de l'altitude. Mais son père désire son retour; il espère le voir s'établir à Montpellier. Dumas demande Paris (*i*). Là, pharmacien dans un hôpital, sa besogne faite, il pourra suivre les cours et les laboratoires. Le père doute encore de sa vocation scientifique, et son fils lui écrit : « Si je pouvais livrer un peu plus de temps à mes études... je réponds sur ma tête qu'avant qu'une année se fût écoulée, ma réputation serait établie (*k*). »

Dumas va faire honneur à cette parole. Il venait de se lier avec le docteur Prévost, parent de Le Royer (*l*). La grande fortune de son ami lui permettait d'entreprendre des travaux considérables, et Dumas nous apprend qu'il prolonge son séjour à Genève pour avoir l'avantage de travailler avec Prévost à des expériences auxquelles ils attachent de l'intérêt.

Ces recherches entreprises en amicale collaboration allaient à jamais unir et illustrer les noms de ces deux jeunes hommes. Ils commencent par l'étude comparée du sang des animaux. Ils transforment et créent les méthodes classiques d'analyse de ce liquide de tous le plus important et le plus complexe. Ils trouvent

catives qui le suivent, sont transcrits d'après les lettres intimes de Dumas, conservées par sa famille qui a bien voulu me les communiquer et à qui j'en exprime toute ma gratitude. Aucune de ces lettres n'avait encore été publiée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la solution pratique de la transfusion, et font cette remarque importante que l'on ne saurait sans grave danger injecter le sang d'une espèce à l'autre.

Ce n'est pas tout. Avec des précautions infinies, à l'abri des regards indiscrets (car Genève possède déjà sa ligue des antivivisectionnistes), à l'heure où les âmes trop sensibles jouissent encore du paisible sommeil de leur conscience tranquille, les deux amis entraînent de pauvres chiens vers un corps de garde abandonné des anciennes fortifications de la ville. Ils lient les malheureux animaux, ils étouffent leurs cris, ils les néphrotomisent. Les reins extirpés, la plaie fermée, les précieuses bêtes soignées comme des enfants, bien enveloppées, bien chauffées, sont nourries de bon lait. Il s'agit de les conserver quelque temps encore, car elles sont désormais devenues les acteurs d'un drame bien autrement émouvant qui s'agite dans le cerveau des deux observateurs. La matière vivante, la substance de notre chair et de notre sang, après avoir accompli ses fonctions, s'écoule au dehors, inutile désormais et inerte, sous forme d'urée, d'eau et d'acide carbonique. Celui-ci s'échappe par le poumon ; l'urée et l'eau, surtout par les reins. Mais les glandes sont-elles les artisans de leurs produits? En particulier les reins fabriquent-ils l'urée? Ou bien partout formée dans l'économie, là où se passe un acte vital, cette urée serait-elle la marque, la preuve, des oxydations intimes des tissus et du sang, et les glandes rénales ne joueraient-elles que le rôle de filtres purificateurs? L'expérience a été bien conçue, bien conduite, elle va répondre : si les reins forment l'urée, on ne doit plus retrouver cette substance dans le sang des chiens néphrotomisés. Avec des précautions infinies on conserve ces animaux quelques jours encore, enfin on analyse leur sang. L'urée y apparaît certaine, abondante, cristallisée! Elle est donc le témoin, le résidu de la désassimilation moléculaire des tissus, et les reins ne jouent plus désormais qu'un rôle secondaire.

Dans ce corps de garde solitaire, l'une des grandes découvertes de la physiologie moderne venait ainsi de s'accomplir (*m*).

Comprenez maintenant la profonde émotion, le sentiment de piété filiale aussi, de Dumas écrivant au même instant à son père qui veut lui voir ouvrir boutique de pharmacien à Montpellier :

« La nature m'a doué d'une activité d'esprit qui ne saurait se restreindre aux manipulations de la pharmacie. Est-ce un bien, est-ce un mal?... Quoi qu'il en soit, comptez sur mon obéissance aveugle à vos volontés, quand même je me trouverais porté à improuver les dispositions que vous trouveriez convenables... Mais vous savez que je n'ai pas beaucoup de temps à perdre, etc... »

Certes! il ne le perd point. — L'origine de la vie, la fécondation, quel mystère! Prévost et Dumas répètent d'abord les expériences de l'abbé Spallanzani sur la fécondation chez les reptiles. Ils retrouvent la segmentation du vitellus de l'œuf des batraciens entrevue par le grand physiologiste italien ; mais surtout ils découvrent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que ce phénomène est le point de départ du développement de l'embryon. Ils annoncent que le cœur bat avant l'apparition du globule rouge du sang. Quelques années après (1824), poursuivant à Paris ces premières études, ils observent dans l'ovaire un petit corps sphérique opaque, analogue pour la forme et la grandeur à la vésicule hyaline qu'ils ont vue passer dans les trompes à certaines époques, et qu'ils reconnaissent être l'œuf du mammifère. Ils établissent que l'évolution embryonnaire de cet œuf ne commence qu'au contact du liquide fécondant. Ils remarquent que la cellule spécifique mâle pénètre dans l'ovule, vérité aujourd'hui démontrée : et leur imagination ardente aidant, ils admettent qu'elle y forme l'axe cérébro-spinal du nouvel être.

C'est ainsi que Prévost et Dumas découvrent l'ovulation chez les mammifères et deviennent ainsi les précurseurs des beaux travaux de Von Baer, de Coste, de Remak, de Barry et de Serres sur cette grande question (*n*).

Les deux jeunes physiologistes étudiaient en même temps la digestion; ils cherchaient à pénétrer le mécanisme de la contraction musculaire; ils examinaient l'influence de l'électricité sur la dissolution des calculs. Associé au Dr Coïndet, Dumas découvrait enfin l'iode dans les éponges marines, et créait avec lui la médication iodurée moderne (*o*).

Ces découvertes successives avaient appelé sur Dumas l'attention des savants. Sa réputation s'était répandue à l'étranger. W.-A. Hofmann a déjà publié l'anecdote à laquelle paraît se rattacher sa résolution définitive d'aller vivre à Paris. Dans sa chambre d'étudiant, Dumas en manches de chemise est occupé à dessiner une préparation microscopique. On frappe doucement à sa porte; distrait, il ne répond point. On ouvre, c'est un inconnu : manteau noisette, habit bleu barbeau, boutons de métal, culottes nankin, bottes à revers; évidemment un étranger de distinction. Dumas s'empresse, s'excuse, offre la chaise qu'il possède... « Point d'autre dérangement, je vous prie, dit l'arrivant; je traversais Genève et n'ai pas voulu passer sans voir vos expériences et vous complimenter. Je suis M. Alexandre de Humboldt. »

Il allait au congrès de Vérone. Durant quelques jours, Dumas devint son guide, un peu son confident. A son départ, Genève parut vide au jeune physiologiste. Il avait été frappé de ce que l'illustre voyageur lui avait dit de la vie parisienne, de ses facilités de travail, de l'heureuse collaboration des hommes de science. Son départ pour Paris fut résolu.

Il y arriva vers la fin de 1822, précédé de sa réputation naissante. S'il avait caressé l'ardent désir de puiser aux sources vives de science et de travail qui, jaillissant de la grande cité, vont autour d'elle porter au loin comme une onde bienfaisante de civilisation et de progrès, certes son espérance fut satisfaite. Nous le voyons, dès ses débuts, accueilli par Alexandre Brongniart, Arago, Laplace, Geoffroy Saint-Hilaire, Thénard. Il fait ses amis du zoologiste Victor Audouin,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'Adolphe Brongniart, le botaniste, de H. Milne Edwards, qui devait plus tard lui dédier son célèbre ouvrage de physiologie et d'anatomie comparées. Dès la fin de 1823, Ampère le fait nommer à la chaire de chimie de l'Athénée Royal, et l'année d'après, sur la présentation d'Arago, le Conseil de l'École Polytechnique lui donne la place de répétiteur du cours de Thénard.

Dumas possède enfin un laboratoire personnel, une chaire publique. Il va reprendre la suite de ses découvertes, et durant soixante années étonner le monde savant de ses idées, éblouir ses contemporains et les convaincre, transformer la science, mettre au service de son pays l'activité de sa vaste intelligence et son infatigable énergie.

Au moment où Dumas allait recommencer ses travaux, la chimie générale venait de s'établir à peine sur les solides bases que lui avait forgées le génie des Lavoisier, des Dalton et des Proust. Depuis un quart de siècle environ on distinguait les *éléments*. Scheele avait découvert le chlore, Priestley l'oxygène. On connaissait la nature de l'air, de l'eau et du feu. A la suite d'un long et mémorable débat avec Berthollet, Proust avait enfin établi que les espèces chimiques résultent de l'union des corps simples ou composés en proportions invariables. La constitution des gaz ou vapeurs et la notion des *poids moléculaires* venait d'être éclairée grâce aux profondes conceptions d'Avogrado et d'Ampère, Gay-Lussac avait découvert, vers 1808, les lois qui président à l'union des gaz entre eux. Il avait fait connaître les combinaisons de l'iode, et terminait ses recherches sur le cyanogène. On commençait à prévoir, à la suite des patientes recherches de Berthollet, les doubles décompositions et les réactions qu'exercent les différentes substances sur les sels. Humphry Davy avait, depuis moins de dix années, décomposé les alcalis et les terres par la pile et extrait leurs curieux radicaux métalliques, Berzélius venait de séparer définitivement les métalloïdes électronégatifs des métaux électropositifs. Depuis Scheele et Fourcroy, un grand nombre d'acides et de corps neutres organiques étaient connus ; Chevreul terminait ses beaux travaux sur les corps gras; Sertuerner découvrait la morphine et l'existence des alcaloïdes; Pelletier et Caventou avaient extrait la quinine des quinquinas. Mais quoiqu'on eût déjà péniblement collectionné nombre de faits, en chimie organique on ne connaissait aucune famille, aucune série naturelle, aucune des lois qui régissent les transformations des corps.

A cette époque, deux hommes jouissaient parmi les chimistes de ce temps d'une autorité universellement reconnue : en Suède, Berzélius; Gay-Lussac, en France. Le premier avait passé déjà vingt années à vérifier ou établir les divers poids atomiques des éléments alors connus. Il admettait que leurs grandeurs relatives sont proportionnelles aux densités de ces corps pris à l'état gazeux. Mais dès 1826, Dumas, avec une perspicacité admirable, observe que ce système est fondé sur une fausse conception des fluides aériformes; que les densités

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gazeuses donnent les grandeurs moléculaires seulement, et non les poids relatifs des atomes ; qu'une molécule est un édifice d'atomes identiques ou dissemblables entre eux, dont rien *a priori* ne fait connaître le nombre ; qu'en un mot les poids dits atomiques et le système de Berzélius reposent sur une base factice. Dumas décrit pour la première fois dans ce beau mémoire sa méthode classique pour prendre les densités de vapeur. Il fait remarquer que « la formule d'un composé doit toujours représenter ce qui entre dans un volume de ce corps pris à l'état gazeux ». Il découvre les densités anomales du phosphore, de l'arsenic et du mercure, etc. Mais la pensée dominante de cet important travail, c'est la complexité des édifices moléculaires des gaz simples ou composés ; elle n'a été bien comprise que dans ces derniers temps. L'école atomique moderne a longtemps partagé l'illusion de Berzélius (*p*).

L'année d'après, Dumas publie, avec son collaborateur Boullay, ses *Recherches sur l'éthérification*. Contrairement aux hypothèses du grand chimiste suédois qui croyait que les éthers composés résultent de l'union de l'alcool à l'acide anhydre, il établit que le phénomène de l'éthérification consiste dans la combinaison de l'alcool à l'acide *l'un et l'autre simultanément déshydratés*, et poursuivant les conséquences de cette conception mémorable, il va nous conduire de découvertes en découvertes.

Si, dit-il, les éthers composés sont construits et formés à la façon des sels, on doit pouvoir par les alcalis en chasser la base, qui n'est autre que l'*éther ordinaire* (l'oxyde d'éthyle moderne). S'il se fait de l'alcool, c'est que les alcalis hydratent cet éther, cet oxyde, qui tend à se former. Dumas est donc conduit à s'adresser au gaz ammoniac, gaz *alcalin* et *anhydre*, pour déplacer la base des éthers composés. Il essaie d'abord avec l'éther oxalique, découvre l'oxamide, généralise cette réaction et crée la famille des *Amides*. Plus tard il reconnaîtra que les sels ammoniacaux sont aptes à former ces mêmes corps par leur déshydratation, et par une extension inattendue de ces premières conceptions, déshydratant ces amides à leur tour, il obtiendra la famille des *Nitriles*, nouveau type de corps qu'il identifie bientôt avec les éthers qu'on prépare en distillant les sulfalcoolates en présence des cyanures alcalins.

De si beaux travaux avaient, dès 1832, ouvert à Dumas les portes de l'Académie des sciences. Il y remplaçait Sérullas. Son ardeur n'avait fait que s'accroître. De 1832 à 1834, nous le voyons publier 30 mémoires ou rapports sur les sujets les plus variés. Mais voici poindre l'aurore de découvertes plus éclatantes encore.

Depuis Rhasès et les Arabes, avant eux peut-être, on connaissait l'*esprit-de-vin*, l'*alcool*. Dix siècles s'étaient depuis écoulés, et l'on n'eût même pas soupçonné qu'il pût exister des substances alcooliques semblables à cette liqueur qui produit l'ivresse. En 1834, Dumas, aidé de Peligot son élève, démontre que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'*esprit pyroxylique,* l'esprit-de-bois, est essentiellement formé d'un nouvel alcool; qu'il donne un oxyde éthérifiable, des éthers composés, un *vinaigre* qui n'est autre que l'acide des fourmis... Puis avec une perspicacité admirable, dans le *blanc de baleine* si éloigné en apparence de tout ce qui rappelle les éthers alors connus, il va découvrir un troisième alcool. Il engage enfin son préparateur Cahours à examiner à ce point de vue l'huile de pomme de terre, dont ce jeune chimiste retire bientôt un quatrième terme, l'alcool amylique.

Et comme si ces grandes choses n'étaient que les aliments de sa flamme, à mesure qu'elles éclatent, de nouvelles lueurs indiquent déjà qu'un jour plus rayonnant encore va se lever. Le 13 janvier 1835, date mémorable dans l'histoire de la chimie organique, Dumas lit à l'Académie des sciences un mémoire où il démontre que « le chlore possède le pouvoir singulier de s'emparer de l'oxygène et de le remplacer atome par atome » ; et il pose la règle suivante : « Quand un corps hydrogéné est soumis à l'action déshydrogénante du chlore, du brome, de l'iode, de l'oxygène, etc., pour chaque atome d'hydrogène qu'il perd, il gagne un atome de chlore ou de brome ou un demi-atome d'oxygène. » Admirable conception d'un phénomène que tant d'autres avaient vu sans le comprendre!... La loi des substitutions était désormais connue. Dumas publiera un peu plus tard ses recherches sur les dérivés chlorés de l'acide acétique et du gaz des marais et prononcera ce mot, alors si hardi, d'acide *chloracétique*. Il nous apprend que c'est après dix années de tâtonnements et de réflexions qu'il est enfin parvenu à bien saisir la constitution et la composition de cet acide. Il ose annoncer seulement alors que les éléments électronégatifs de Berzélius peuvent, dans les molécules organiques, remplacer un ou plusieurs atomes d'hydrogène sans rien changer au *type*, à la *texture* de la molécule; que les propriétés des corps tiennent moins à leur composition qu'à l'arrangement réciproque de leurs éléments; enfin que, dans l'édifice d'une molécule organique, chaque atome subit de chacun des autres une modification qui vient altérer partiellement ses propriétés fondamentales, tel l'exemple des substitutions chlorées où le chlore perd toutes ses réactions caractéristiques.

C'en était trop pour Berzélius. Voici qu'après avoir corrigé son système des poids atomiques, ébranlé puis démontré l'erreur de ses hypothèses sur la formation des éthers composés, le *jeune chimiste français*, comme il l'appelle, vient battre en brèche, par cette hypothèse des substitutions, sa théorie de la constitution des molécules organiques. Pour Berzélius, tout composé, qu'il soit minéral ou organique, est formé de deux parts douées chacune d'électricités de noms contraires qui s'attirent et se saturent. Qu'un métalloïde s'unisse à un métal, un acide à un sel, l'électricité négative du premier fait équilibre à la positive du second. Dans un édifice organique, l'électricité négative de l'oxygène, ou des éléments analogues, balance et tient en échec la positive de la partie radicale ou

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

spécifique du reste de la molécule. C'est la conception dualistique de Lavoisier, laborieusement généralisée, appliquée par Berzélius aux corps organiques, et savamment reliée par lui aux larges vues de Humphry Davy sur les propriétés électriques fondamentales des éléments, que Dumas prétend remplacer par son système des substitutions, et c'est au plus électronégatif des éléments, le chlore, qu'il voudrait faire jouer le rôle de l'hydrogène!

Je ne vous décrirai point les mémorables débats qui suivirent ce dissentiment: Berzélius, fort de sa haute situation, de l'autorité des grands noms de ses prédécesseurs, luttant avec sa lourde et rude énergie; Dumas, plein de clarté, de modération, de génie, seul d'abord contre tous. Berzélius, toujours plus obscur accumulant un Pélion sur Ossa d'hypothèses, improductif; Dumas multipliant ses preuves et ses découvertes, excitant les travaux de ses élèves, de ses émules : V. Regnault, Malagutti, Laurent... Bientôt Liebig se rangea du côté du chimiste français; et peu à peu délaissé, convaincu malgré lui, l'illustre secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences de Stockholm, acceptant les faits et leur dure logique, sut faire enfin les concessions nécessaires. Il fit mieux, il tendit généreusement la main au jeune victorieux. De ces grandes discussions, il ne restait plus désormais que l'ineffaçable souvenir et la brillante vérité définitivement conquise.

C'était la gloire pour Dumas, mais non le repos. La découverte des alcools lui avait déjà fait clairement distinguer les rapports de propriétés et de composition qui relient ces divers corps entre eux. Leur oxydation et le rapprochement inattendu des acides qui en résultent avec ces autres acides que Chevreul venait d'extraire des graisses et des huiles, provoqua dans l'esprit de Dumas la première conception des classes ou familles naturelles. En 1843, il prononce pour la première le nom de *Série*, et distingue la *série des acides gras* ou *série aliphatique*. Il remarque qu'entre l'acide formique et le margarique se placent régulièrement quinze termes dont neuf sont connus. Il fait observer enfin qu'ils diffèrent les uns des autres par un nombre constant d'atomes de carbone et d'hydrogène. C'était la découverte de la loi fondamentale des classifications en chimie organique, et Gerhardt, généralisant peu d'années après cette idée géniale, n'aura plus qu'à prononcer le mot d'*homologie* (*q*).

En chimie minérale, Dumas classe, vers la même époque, les métalloïdes en cinq groupes naturels. Il prévoit ainsi, prépare et devance de vingt années la découverte de l'atomicité. Mais ce qui l'agite surtout, ce dont il parle pourtant le moins, c'est la grande hypothèse de l'unité de la matière. La prétendue loi de Thomson et de Proust, qui veut que tous les poids atomiques constituent les termes d'une série arithmétique et soient des multiples du plus petit, celui de l'hydrogène, tourmente sa pensée (*q'*). Esprit prudent et clair, bien différent de ces rêveurs qui vaguent dans le pays des subtilités et des ombres, Dumas aborde ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grave problème la balance à la main. Avec son illustre élève Stas, il avait déjà vers 1840 établi le véritable poids atomique du carbone dans un travail mémorable qui servira longtemps de modèle de perfection expérimentale et de critique. Il avait déterminé très exactement le poids équivalent de l'oxygène dans son beau mémoire sur la composition de l'eau. Il entreprit longtemps après une série de recherches analytiques de haute précision pour fixer les vrais poids atomiques d'un grand nombre d'autres éléments. Il établit que ces poids ne sont certainement pas tous des multiples exacts de ceux de l'hydrogène, mais qu'il est certain que beaucoup s'en rapprochent infiniment, ou sont des multiples du demi poids atomique de ce corps. Puis, comme s'il était dit qu'il ne touchera pas aux sujets, même les plus obscurs, sans en faire jaillir une lumière nouvelle, il montre que des rapports simples existent entre les poids des équivalents des corps appartenant à certaines familles, et que ces mêmes rapports se retrouvent entre les termes successifs de familles éloignées que rien n'en avait rapprochées jusque-là. Il fait ainsi, en 1859, les premières observations de *séries périodiques*, et il introduit dans la science cette notion que devait développer plus tard si largement Mendeleeff, et qui nous ouvre un jour mystérieux sur la constitution intime de la matière.

Pourrais-je oublier de citer encore l'analyse de l'air faite par Dumas avec son ami Boussingault, ce travail mémorable où les deux grands chimistes établissent, avec une perfection inconnue jusque-là, non seulement la composition exacte de notre atmosphère, mais son invariabilité avec les lieux, les saisons, l'altitude? C'est ainsi qu'étudiant le mécanisme par lequel la nature transforme la matière sans interruption, et la fait passer de l'état minéral à l'état organique pour la rendre ensuite à la terre ou à l'atmosphère, Dumas enrichissait nos connaissances de la composition classique de l'air; ou bien, qu'à propos d'autres travaux, il transformait les méthodes, perfectionnait l'analyse organique; créait son procédé de dosage de l'azote organique, le seul qui soit encore général et précis, et donnait enfin une série de moyens nouveaux pour doser exactement plusieurs corps simples.

A peine puis-je citer ici en passant ses autres recherches sur les chlorures de soufre, de titane, d'arsenic, de bore, de carbone : le gaz chloroxycarbonique; les phosphures; les sulfocarbonates; l'acide benzoïque, l'essence de cannelle, les huiles essentielles, l'orcine, la naphtaline, l'acide hippurique, le chloral, l'indigo, le camphre, l'urée, l'isomérie..., l'or fulminant, le gaz d'éclairage, le verre, le bronze monétaire, etc... On a relevé ses publications; elles s'élèvent au nombre de 854! Il faut bien s'arrêter et renoncer même à citer des travaux qui suffiraient à illustrer un homme.

A mesure qu'il découvrait ces terres inconnues de la science, l'ardent pionnier formait la génération de ceux qui devaient poursuivre ses conquêtes. Et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quels noms ! Malagutti, Peligot, Melsens, Piria, Favre, Cahours, Henri Sainte-Claire Deville, Victor Regnault, Wurtz, notre Pasteur, et tant d'autres ! C'est dans son laboratoire privé de la rue Cuvier, laboratoire entretenu durant plus de quinze années de ses propres deniers, qu'il a élevé ces hommes, la gloire de la science et de leurs pays. C'est par eux qu'il a partout répandu les idées et l'amour de la patrie française. C'est ce sanctuaire du travail qui devint le premier modèle de ces laboratoires des Hautes Études, créés par un Ministre ami du grand homme, plus encore ami du bien public et des progrès de notre haute civilisation (*r*).

Professeur à la Sorbonne, dont il était doyen, au Collège de France, à l'École Polytechnique, à l'École Centrale, à l'École de Médecine (*s*), Dumas occupa successivement ou simultanément les plus grandes chaires de Paris. Partout il a laissé la tradition d'un talent d'exposition inimitable. Au milieu d'un amphithéâtre envahi, débordant jusque dans ses approches d'une jeunesse avide d'idées et de spectacle, Dumas arrivait, irréprochable de tenue, maître de son émotion, un peu solennel. Le tumulte se figeait aussitôt sur place. Il commençait à voix basse, très basse, et de son auditoire silencieux l'ardente attention montait et s'élevait lentement avec pensée du Maître. Peu à peu sa voix grandissait ; sa parole prenait la couleur et l'éclat ; sa période se déroulait plus large, plus pressante, puis dans un merveilleux tableau portait tout à coup jusqu'au fond des esprits la vision intérieure d'une vérité nouvelle. L'amphithéâtre éclatait en applaudissements. A cette ardeur de la jeunesse, Dumas, s'il l'eût fallu, eût réchauffé la sienne ; mais maître de sa flamme comme de son sujet, brûlant de sa passion contenue, à mesure qu'il parlait les choses s'animaient, se remplissaient de l'émotion, des doutes, du triomphe de chaque inventeur. L'auditoire suivait le drame, attentif, préoccupé et, triomphant à son tour, faisait résonner ses bravos. Qu'une déduction abstraite fût nécessaire, Dumas l'exposait de telle sorte que la solution naissait et se développait peu à peu dans chaque esprit, chacun finissant sa pensée, heureux de l'illusion d'avoir inventé à son tour. Fallait-il une démonstration par les yeux, une expérience élégante ou superbe venait charmer ou convaincre. La brillante leçon se poursuivait ainsi vivante, mesurée, ne développant que l'indispensable, reliant tous les faits à la pensée doctrinale qui en était l'âme, et laissant aux esprits la pleine satisfaction d'une conquête faite. On se donnait rendez-vous à la leçon prochaine ; on voulait savoir la suite et la fin. Mais où est la fin de l'éternelle vérité ? C'était l'histoire de Schéerazade ! — Écoutez cette anecdote bien authentique. Un jeune officier de marine, mort depuis contre-amiral, traverse Paris allant en congé. Le hasard, la curiosité peut-être, le font entrer à l'École de Médecine où Dumas faisait sa leçon. Il écoute ; il sort sous le charme ; la suite qu'il veut connaître lui fait remettre son départ au surlendemain. Il revient en effet, revient encore, oublie ses premiers projets, et reste à Paris jusques au bout de ces leçons qui le captivent et l'enchaînent (*t*).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ah ! la belle tradition que l'on garde dans notre Faculté de Médecine de ce puissant enseignement ! C'est là que de 1838 à 1850, devant un auditoire enthousiaste, il a magistralement développé les lois qui lient les fonctions de la vie aux phénomènes moléculaires primitifs qu'étudie la chimie pure. C'est là qu'il a présenté ces éblouissants tableaux où l'esprit suit de cycle en cycle la matière qui, dans le moule de l'organisation, s'anime, passe d'un règne à l'autre, et revient à l'état de poussière brute pour recommencer ainsi sans arrêt ni fin. Qu'il parle des immortels travaux de Lavoisier sur la respiration et la chaleur animales ; de ses études personnelles autrefois entreprises avec son ami Prévost sur l'origine de l'urée, l'assimilation et la dénutrition, la contraction musculaires, la fécondation ; ou bien de ses recherches plus récentes sur l'air et sur l'eau ; qu'il expose le grand travail qu'il a fait avec Cahours sur la comparaison des matières albuminoïdes dans les deux règnes ; ses expériences en collaboration avec Payen, Boussingault, puis Milne Edvwards, sur l'origine des graisses chez les animaux ; qu'il développe ses recherches sur le sang, le lait, la respiration, l'incubation ; ou bien qu'il fasse cet admirable exposé de la Statistique chimique des êtres vivants, traduit depuis dans toutes les langues... Dumas, dans ses leçons à l'École de Médecine, ne saurait aborder un sujet sans citer ses propres découvertes. Digne continuateur de son noble modèle, Lavoisier, précurseur immédiat des Claude Bernard et des Pasteur, il prépare le règne d'une médecine expérimentale nouvelle. Chacune de ces leçons devient une révélation pour l'ardente jeunesse qui ne sait qu'admirer le plus du physiologiste illustre en train de changer ainsi la face de la médecine, ou du grand chimiste auquel la science générale doit un si puissant développement (*u*).

Ce n'est point tout. Ses découvertes, ses leçons, ses livres ont entraîné à sa suite un monde d'industriels, de capitalistes, d'inventeurs (*v*). Dès ses débuts, Dumas a mesuré tout l'avantage des applications de la science à la production et à la prospérité nationales. Avec ses amis, Théodore Olivier, Eugène Peclet, puis Martin Lavallée, il fonde en 1829 une École d'ingénieurs civils : « Un peu plus d'un demi-siècle s'est écoulé, les élèves de l'*École Centrale* l'ont rendue célèbre. De grands travaux exécutés sur leurs plans leur ont mérité l'estime universelle ; d'innombrables usines fondées de leurs mains ou perfectionnées par leurs soins occupent les premiers rangs de l'industrie nationale (*x*). » Grâce à Dumas et à ses collaborateurs, plus de cinq mille ingénieurs ont honoré et enrichi leur pays. Ils ont répandu dans le monde civilisé le respect de la science française et l'influence pacifique de notre nation.

Vers 1848, Dumas était à l'apogée de sa gloire scientifique. Toutes les grandes Compagnies savantes des deux mondes s'étaient empressées de l'inscrire sur leurs listes. L'Académie de Médecine, qui veut qu'aujourd'hui j'élève aussi la voix en son nom, l'Académie de Médecine était fière de le posséder depuis 1843.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Bientôt l'Académie française allait lui ouvrir ses portes... La révolution de Février éclate, les anciennes institutions disparaissent ou sont ébranlées ; mille questions économiques surgissent et demandent des solutions pratiques ; le pays, inquiet d'une suite de récoltes désastreuses, crie à l'aide. Dumas accepte, en 1849, la députation de Valenciennes à l'Assemblée législative, et la même année le Prince-Président lui demande de diriger le ministère de l'Agriculture et du Commerce.

C'est ainsi qu'il entra dans la vie politique. Député, ministre, sénateur, puis président de la Commission municipale de la ville de Paris, dans toutes ces hautes situations il sut rendre d'éminents services. Mais qui ne se demandera ce qu'aurait produit son génie durant les trente-cinq années que devait l'épargner encore la faux du Temps, s'il n'eût donné à son activité insatiable cette nouvelle direction? Au soir de la vie, Dumas jette en arrière un regard mélancolique et répond ainsi lui-même : « Ma vie s'est partagée entre le service de la science et « celui de mon pays. J'aurais préféré demeurer le serviteur de la science seule; « mais sorti des rangs obscurs de la démocratie, j'ai pensé que mon pays avait « tant fait pour moi que je ne pouvais lui refuser aucun service. Si je me suis « trompé, la science ne m'en tiendra pas pour coupable. En me bornant à des « recherches scientifiques, j'aurais été plus heureux, ma vie eût été moins « anxieuse, et peut-être aurais-je embrassé une vue plus large de la vérité. »

Mais s'il abandonne pour longtemps ses recherches de laboratoire, quel administrateur il va faire! Sa haute culture scientifique, ses relations avec tout ce qu'il y a d'éminent en Europe, son infatigable ardeur, tout va lui permettre de rendre à son pays d'importants services.

Député, il défend l'industrie sucrière; il étudie et discute les méthodes de l'enseignement public. Ministre de l'Agriculture, il règle le commerce des grains, de la boucherie, des engrais; il favorise l'élève du bétail; il encourage et vulgarise les pratiques de l'irrigation et du drainage; il fonde l'enseignement public de l'agriculture; il organise le Crédit foncier, etc. Sénateur, il lit de savants rapports sur l'assainissement des pays marécageux; la loi des brevets d'invention et marques de fabrique; l'exploitation des forêts; celle des eaux minérales. Il organise l'instruction primaire et supérieure; celle de la médecine et de la pharmacie; il éclaire les discussions publiques sur les routes forestières, le reboisement des montagnes, la télégraphie, la refonte des monnaies de cuivre et d'argent. Vice-président et président du Conseil municipal, il contribue à toutes les améliorations de la voirie parisienne; il transforme l'hygiène de la ville, son système d'égouts, son éclairage. Il dote Paris d'eaux de source abondantes. Résultat surprenant! car Dumas avait contre lui le Conseil presque entier, tous les ingénieurs de la ville, sauf Belgrand; plus que cela, la tradition! La nymphe de la Seine plaisait aux Parisiens. Ils oubliaient complaisamment que, sous les ponts

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la Cité, elle recevait volontiers de compromettantes visites. Dumas montrait bien, chiffres en main, que chaque trente mètres cubes d'eau du fleuve en recevait un d'eau d'égout; on pérorait, on pointillait, on hésitait, on invoquait l'usage immémorial. C'est alors que Dumas eut l'idée d'une démonstration topique. Il fait remplir deux grands flacons semblables de dix litres d'eau du fleuve et de dix d'eau de la Dhuis, les fait sceller et mettre sous clef. Un mois après, il déposait ces deux témoins sur la table des délibérations du Conseil. L'eau de Seine était devenue verdâtre, marécageuse, puante. C'est ce que l'on proposait de boire aux Parisiens. L'eau de source était restée claire, limpide, agréable. La Commission municipale comprit enfin cette leçon de chimie à sa portée, le projet Belgrand fut accepté, et la vie de milliers d'hommes épargnée grâce à cette heureuse inspiration.

En 1868, Dumas avait été nommé secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences. Cette haute situation, la renommée universelle de ses grandes découvertes, l'autorité de son caractère, l'urbanité de ses manières, sa modération et son tact exquis dans les discussions, son aptitude aux travaux de l'esprit les plus variés, tout avait contribué à faire de lui comme le représentant et le chef des savants du monde entier. Ils ne tenaient pas en Europe d'assises solennelles que Dumas ne fût appelé, acclamé, à la présidence.

C'est ainsi qu'il dirige successivement les travaux de la Commission pour l'unification des monnaies; qu'il préside le Congrès des électriciens et fait adopter les nouvelles unités modernes. En 1878, il est nommé rapporteur de la Commission internationale diplomatique du mètre, et fait accepter par dix-neuf États sur vingt le principe du mètre et du kilogramme français. Il devient l'âme de l'expédition que la France envoie sur divers points du globe, pour observer, en 1874, le passage de Vénus et rectifier ainsi la grande unité de mesure astronomique, la distance de la Terre au Soleil. Partout Dumas paraît nécessaire; partout on s'incline devant son autorité. Lorsqu'en 1862, les chimistes venus des divers points du monde se réunirent à Carlsruhe en un important congrès de près de deux cents membres pour essayer d'établir les bases d'une nomenclature universelle et de poids atomiques communs, les séances plénières se tenaient au Palais grand-ducal, et jeune, à mes débuts alors, j'écoutais ces brillantes discussions auxquelles prenaient part les plus illustres savants de cette époque, lorsqu'un jour, en plein discours, une porte s'ouvre sur le côté de l'estrade présidentielle. Un homme paraît : sa taille, sa mise, son silence, rien ne semble devoir appeler sur lui l'attention. Tout à coup l'orateur s'arrête, un murmure, un nom, court de bouche en bouche; l'assemblée tout entière se lève respectueusement; le président quitte son fauteuil, s'incline, et l'offre à Dumas qui simplement remercie d'un geste et d'un sourire, s'assied et prend la direction des débats.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette royauté, cette grandeur scientifique, Dumas la met au service de son pays, de sa prospérité, de ses gloires nationales. Il fait connaître hebdomadairement les travaux qui se publient à l'Académie des sciences et signale les hommes nouveaux. Avec le même cœur il défend la mémoire de Lavoisier, les inventions de Leblanc, les découvertes de Daguerre; il plaide aussi la cause des petits, des imprévoyants et, par la *Société des Amis des sciences,* il vient à leur aide. « Ces « talents trahis par le sort, » s'écrie-t-il, « ces inventeurs imprudents, ces génies « imprévoyants, tous ces généreux insensés qui, s'oubliant eux-mêmes, n'ont « pensé qu'à la grandeur et à la prospérité de leur pays, ont droit à notre pro- « tection... Ne répudions point ce devoir sacré (x'). »

Mais en même temps sa prudente pensée reste préoccupée de la puissance de sa patrie, de ses forces, de ses ressources agricoles. Il fait commencer une analyse générale et détaillée du sol de la France parallèlement aux travaux de la Carte géologique. Poursuivant le grand projet qu'il a su réaliser autrefois de l'étude des eaux potables de notre pays, il en fait analyser toutes les eaux minérales, et dresse ainsi à la Science un monument nouveau, dont mieux que personne il mesure la portée et l'intérêt à venir (x''). Il s'inquiète des sources de la richesse nationale qui semblent se tarir, et dans les désastres publics, seul quelquefois, il ne sait pas désespérer, car il se souvient de ce mot aussi vrai que superbe, qu'il a dit un jour : *La Science ne recule jamais.*

Pourrais-je, dans ce pays du ver à soie et de la vigne, oublier de parler de ce qu'il fit pour nous préserver des deux terribles fléaux qui menaçaient notre agriculture? Les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* témoignent des inquiétudes de Dumas relativement à la production de la soie. En 1857, ses études, ses rapports se succèdent (y). Mais on sait peut-être moins que c'est sur l'insistance touchante de son ami que M. Pasteur voulut bien examiner de près nos vers malades de la pébrine et de la flacherie, et que, prête à périr, cette belle industrie dut son salut à l'union patriotique de leurs communes préoccupations.

Un nouvel ennemi nous arrivait un peu après du fond de l'Amérique du Nord, un imperceptible insecte, dont les légions innombrables se cachent, foisonnent sous le sol, et dévorent les racines de nos vignes françaises. Le précieux arbuste a bientôt disparu de Vaucluse. Le Gard et l'Hérault sont atteints; vingt autres départements menacés. Les régions viticoles, le pays tout entier voit apparaître le fantôme de la ruine; c'est près de douze cents millions qu'il en coûterait chaque année à la France si les ravages de cet infime animalcule, qui pullule et se défend mystérieusement dans les profondeurs du terrain, ne sont pas enrayés à temps.

Mesurant la portée de ce nouveau fléau national, Dumas se met à l'œuvre. A l'Académie des Sciences, une commission scientifique permanente est nommée. Il envoie dans les départements envahis de savants délégués qui, sous sa haute

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

direction, étudient sur place la nouvelle maladie. Il réussit à faire voter par l'État et les grandes Compagnies les fonds nécessaires pour les premiers essais de défense. Bientôt, du haut de la tribune académique, il proclame la valeur de la méthode de la submersion et fait récompenser son auteur. Enfin, comme on ne peut tout submerger, il préconise le sulfure de carbone signalé par P. Thénard; il découvre l'action des sulfocarbonates, et crée l'industrie de la fabrication de ces sels qui ont sauvé ou longtemps conservé nos vignes partout où la submersion est impraticable.

Tant que nos *Comptes rendus de l'Académie* seront consultés, les cent volumes qui constituent les Annales de la science française de 1834 à 1884 témoigneront de l'activité infatigable de ce grand homme. Il y expose ses idées, ses travaux, ceux de ses élèves et des élèves de ses élèves, aujourd'hui légion. Il y défend les droits des savants oubliés ou méconnus. Ou bien, partant des Notes soumises chaque lundi au jugement de l'Académie, il improvise de brillants développements qui nous font assister au mouvement scientifique ou industriel de cette époque. Du haut de son fauteuil de Secrétaire perpétuel, il exerce une véritable magistrature, bienveillante, discrète, acceptée des savants du monde entier, grande de la noble préoccupation du bien public; car, ainsi que l'a dit l'homme illustre qui nous préside aujourd'hui, « derrière les individus, il voit toujours la France et sa véritable grandeur (*z*) ».

Dans l'histoire scientifique de notre nation, nul autre que Lavoisier ne laissera un souvenir plus haut, une trace plus large, une figure plus sereine. Presque aussi propre que lui à tout éclairer de son génie, on dirait que Dumas a pris ce grand esprit pour modèle, qu'il hante continûment sa pensée. Il devient son panégyriste, son apôtre. Il élève à sa mémoire le beau monument de ses *Œuvres complètes*, ce livre que la mort, la mort violente avait, encore inachevé, arraché des mains de la grande victime. Comme Lavoisier, Dumas fait deux parts de sa vie : savant, il marche de découvertes en découvertes; administrateur, il éclaire les plus importantes questions économiques de son temps. Tous les deux, jeunes encore, sont amenés à reconstruire l'édifice scientifique de leur époque, à combattre les hommes qui détiennent la tradition et l'autorité; tous les deux convainquent lentement leurs contemporains, et tous les deux imposent à l'étranger les idées françaises. Comme Lavoisier, Dumas dans ses multiples travaux sait aborder tantôt la chimie pure et ses lois, tantôt la chimie appliquée aux arts industriels; tantôt il devient comme lui l'un des plus grands physiologistes de son temps. Comme son noble modèle, Dumas, en nous dévoilant les phénomènes les plus secrets de l'organisation, aime à faire parcourir à notre esprit ce cycle éternel suivant lequel la matière brute passe de la plante à l'animal, et par lui revient à l'état de matière brute, suivant un harmonieux balancement que la nature arrêta d'avance. Comme Lavoisier, écrivain clair et pathétique, Dumas

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

devient le défenseur du petit, de l'imprévoyant, de l'inventeur méconnu. Comme à lui, les grandes questions d'intérêt public inspirent d'admirables études. Comme Lavoisier, Dumas a vu l'étranger fondre sur la patrie, l'ennemi à nos portes ou dans nos provinces, la France diminuée, menacée de décadence, et comme lui il a pu douter un instant de l'avenir. Mais, plus heureux que Lavoisier, Dumas s'est vu épargner par les révolutions de son pays : sa mort n'a pas taché d'une marque sanglante, ineffaçable, les pages du livre qu'il avait reçu mission d'entr'ouvrir. Vous élevez aujourd'hui à son génie un monument que la mémoire de Lavoisier attend encore!

Puisse cette statue perpétuer le souvenir glorieux de celui que je viens de louer! « Honorons, » vous dirai-je avec lui, « honorons nos grands hommes. Gardons avec un soin religieux la tradition des services rendus par nos prédécesseurs, par nos ancêtres. Toute nation manquant à ce devoir prépare sa ruine intellectuelle et matérielle. » Mais ne comptons point sur ces grandes ombres pour nous glorifier et nous défendre. Les générations qui passent poussent partout celles qui ont passé. La souveraineté de la grandeur de la force présentes pèse seule dans la balance des peuples. Pressés de vivre, ils regardent vers l'avenir. Pour assurer leur continuité et sauvegarder leur puissance, ils pressentent qu'ils ne sauraient attendre de ceux qui ne sont plus que cet héritage d'habitudes morales, et d'aptitude au travail et aux œuvres de l'intelligence que leur transmettent la tradition, les mœurs et le sang. Que ces caractères des fortes races lentement conquis par le temps viennent à disparaître, rien ne sera plus que médiocrité, impuissance et bassesse.

Sachons donc conserver ces qualités qui font les nations puissantes et préparent les génies qui défendent leur prospérité. Forts des grands exemples qu'ils nous ont donnés, laissons à nos enfants cette religion qu'ils ont tous servie : le culte de la vérité, la grandeur morale, l'amour de la patrie.

NOTES EXPLICATIVES

Page 36 (*a*). — Le père de J.-B. Dumas était venu à Paris comme secrétaire particulier du marquis de Calvières. Il avait accepté cette position dans le but de continuer ses études artistiques. Mais il n'en fut pas longtemps satisfait et rentra bientôt dans son pays.

Page 36 (*b*). — La mère de J.-B. Dumas, Marie-Madeleine Bastide, sortait aussi d'une famille d'Alais. C'était une femme d'apparences un peu communes, mais pleine d'énergie et de calme, fort intelligente. Plus tard elle vint à Paris avec son fils et y vécut jusqu'en 1842. Plusieurs de ses enfants, frères de Dumas, étaient morts jeunes. Jean-Baptiste-André était le second. Il survécut à tous ses frères. Le dernier dirigeait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une teinturerie à Paris et fut tué dans sa fabrique par une explosion de machine à vapeur.

Page 36 (*c*). — J.-B. Dumas avait été remarqué au collège, surtout comme littérateur. Un de ses discours : *Discours au Roi à l'occasion de sa rentrée en France* (1815), avait tellement frappé ses maîtres qu'il resta longtemps affiché dans le salon d'honneur du collège d'Alais. Dumas faisait vite sa besogne, souvent aussi celle de ses camarades qui l'aimaient beaucoup. L'un d'eux fut le célèbre prestidigitateur Philippe, qui depuis fit fortune à Paris.

Du collège d'Alais sont sortis des hommes remarquables ou fort distingués. Nous citerons entre autres : le mathématicien Monge; le ministre de la Restauration, de Villèle; Vauvenargues; le marquis de la Fare, célèbre par ses poésies cévenoles; M. Maret, ancien doyen de la Faculté de théologie à la Sorbonne, etc.

Page 37 (*d*). — Les études classiques de Dumas ne furent pas terminées. Les écoliers avaient un jour profité de l'absence momentanée du maître pour faire du tumulte en classe; Dumas, pensif et absorbé, suivait sur la carte de France la marche des armées romaines, les *Commentaires de César* à la main, lorsque, attiré par le bruit, le Principal du collège arriva effaré, et saisissant le premier élève qu'il rencontra, le seul qui fût debout, le frappa violemment à la tête de son trousseau de clefs. C'était Dumas. Blessé au sang et innocent, il sortit aussitôt du collège et refusa d'y rentrer, malgré les supplications et les excuses qui furent faites par le directeur au père et à l'enfant.

Puisqu'il est ici question des études et succès littéraires de Dumas, on apprendra sans doute avec surprise (il l'a caché toute sa vie) que Dumas fut poète comme Humphry Davy. Faire des vers était pour lui un besoin, un repos nécessaire à certaines heures. Il jetait ces poésies dans un vieux meuble et les brûlait régulièrement chaque cinq ou six ans. On n'a conservé qu'une pièce de cent à cent cinquante vers qui fut faite dans les circonstances suivantes. Dumas avait l'habitude de se délasser en lisant à haute voix, en famille, les productions littéraires nouvelles. Un soir, dans son salon, il faisait ainsi aux siens la lecture du poème de *Jocelyn* de Lamartine, qui venait de paraître. Chacun donnait tour à tour son avis : les dames surtout de s'exclamer sur la beauté, la grâce poétique de l'œuvre. Dumas alors, analysant chaque vers, faisait ses réserves, trouvait quelquefois une comparaison forcée, une image excessive, une pensée douteuse, un mot impropre... Comme on ne paraissait pas ce soir-là de son avis, il ferme le livre et sort. Une heure après il était de retour et reprenait la lecture de *Jocelyn*. Bientôt de nouvelles exclamations sur la beauté de l'œuvre venaient encore l'interrompre : « C'était sublime, admirable! Comme c'était bien là le cachet de la véritable inspiration poétique! » Dumas alors, souriant un peu, ferma son livre et fit passer à son auditoire la feuille de papier qu'il avait griffonnée et sur laquelle il venait de lire ces beaux vers qu'il avait composés durant sa courte absence et qu'on admirait tant.

Le frère aîné de Dumas avait aussi montré une grande aptitude aux œuvres poétiques.

Page 37 (*e*). — Tous ces faits sont authentiques. Je les tiens soit de Dumas lui-même, soit d'hommes qui ont vécu dans son intimité, tels que M. Ferdinand Roux, d'Alais, ancien directeur de l'école de Cluny; Wurtz; P. Bérard, ancien préparateur de Dumas, petit-fils d'Étienne Bérard dont il est plus haut question, qui eut lui-même pour fils le contre-amiral Auguste Bérard et Jacques-Étienne Bérard, ancien doyen de la Faculté de Montpellier, collaborateur de Delaroche et préparateur de Berthollet à la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Société d'Arcueil. Alors que j'étais moi-même préparateur de J.-Etienne Bérard, à Montpellier, il m'a raconté une partie de ce que je reproduis ici, entre autres que J.-B. Dumas pilait, lavait les vitres et balayait la pharmacie Bourgogne, rue Peyrolerie, à Alais, où il entra d'abord comme apprenti. Dumas fait du reste une charmante allusion à ses humbles débuts au cours de son *Éloge de Balard*.

Dumas n'avait jamais sérieusement songé à l'École navale. Une section spéciale du collège d'Alais préparait d'ailleurs complètement aux examens du *Borda*. Une École de marine existait même dans cette maison avant la Révolution. A l'époque de Dumas, elle était dirigée successivement ou simultanément par des prêtres et des laïques.

Page 38 (*f*). — Ces lettres de recommandation lui avaient été données par Étienne Bérard, président de la Chambre du commerce de Montpellier, et par M. le baron d'Hombres-Firmas, alors maire d'Alais. C'est à lui que peu de temps après, l'illustre botaniste Pyrame De Candolle écrivait : « Votre jeune protégé nous donne les plus « grandes espérances. »

Page 38 (*f'*). — Le nom de Le Royer est digne d'être ici conservé. C'est à cet excellent homme que Dumas dut, en partie, ses premiers succès, la possibilité de terminer son éducation littéraire et le temps de faire son éducation scientifique, la facilité de commencer ses recherches personnelles dans le laboratoire assez bien outillé de sa pharmacie. C'était là que Tingry avait, fort peu de temps avant Dumas, travaillé et préparé ses leçons. Dans une lettre de Genève, datée de 1820, Dumas parle ainsi de M. Le Royer :

« Heureusement que les liens d'amitié qui m'unissent à M. Le Royer, mon noble « maître, me permettent de mettre à profit tous les instants de liberté que me laisse « le travail de la pharmacie, et de faire usage des instruments du laboratoire, sans « gêne ni contrainte. Nous partageons nos travaux, nos plaisirs et nos peines avec la « plus parfaite égalité... S'il me convient de faire une absence, il me remplace dans « tous les détails de la vie. Au sein de sa famille, je trouve une amitié douce et préve- « nante... Je ne connais dans le monde qu'un seul asyle où je pourrais me flatter « d'une existence plus heureuse, et cet asyle, vous savez où j'irais le chercher, « mon père ! »

Page 38 (*g*). — La lettre d'où nous extrayons ce passage est écrite à son père en 1817. Dumas continue plus loin :

« Voilà l'état de mes facultés intellectuelles. Quant à la partie animale de mon « être, elle va mieux que jamais, soutenue par un renfort de pommes de terre dont on « mange ici raisonnablement. C'est la nourriture la plus légère qu'on puisse imaginer ; « la digestion en est facile, et trois livres par jour nous suffisent pour remplacer le « pain. Je m'engraisse, dit-on, ce n'est pourtant pas faute de soucis ; jamais je n'en « eus tant. »

Page 38 (*h*). — La lettre de Dumas à son père que nous citons ici est du 8 novembre 1818... Voici les quelques lignes qui précèdent celles que nous transcrivons :

« Mon bon père... Pendant la première époque de ma vie, pendant cette époque « de bonheur que j'ai passée près de vous, la littérature seule m'occupait, elle embel- « lissait mes jours et ne me laissait pas même soupçonner l'existence des hautes « sciences auxquelles je me livre aujourd'hui avec un enthousiasme sans bornes. « Combien j'étais loin de soupçonner, lors de mon départ, qu'un horizon aussi vaste « déploierait à mes yeux toute sa magnificence ! Quel serrement de cœur j'éprouvai « lorsque je sentis toute ma nullité ; lorsque je vis en un seul instant s'écrouler l'édifice

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« étroit et borné de mon éducation de collège ! etc. » — Il continue ensuite comme dans le texte (page 6). Et il ajoute : « Quelles voluptés, quelles douceurs accompagnent « le plein exercice de nos facultés intellectuelles ! Il en est sans doute du savoir comme « de la puissance : c'est le banquet des Dieux. »

Page 39 (*i*). — Lettre du 3 novembre 1819. Dumas écrit à son père :

« D'un autre côté je me demandais s'il ne serait point possible de trouver dans mes « études elles-mêmes des ressources qui, sans me mettre à la charge de personne, me « permettraient de continuer les mathématiques, la physique, la chimie et la botanique. « Car, afin que vous ne soyez pas surpris de me voir attacher autant d'importance à « ces sciences, je vais m'expliquer à leur égard : On ne peut être pharmacien sans être « chimiste, sans connaître l'ensemble des sciences naturelles, et sans avoir étudié la « marche générale de la médecine. — Et, je vous prie, serait-ce en roulant des pilules « que je pourrais parvenir à ces connaissances ?... Je devais donc faire en sorte de me « placer à Paris, dans un hôpital où mes occupations, resserrées dans un court espace « de temps, me permissent de livrer une partie de la journée à suivre les leçons « publiques.

« C'est à cela que je tends, et pour y parvenir d'une façon plus sûre, je cherche à « me recommander par quelque travail utile. Un petit ouvrage de botanique m'aurait « paru très propre à remplir ce but, aussi m'y suis-je livré si vivement que, dans le « courant de l'été prochain, il sera prêt à paraître. Comme cet écrit concerne des végé- « taux qui ne croissent que dans les régions septentrionales ou alpines, je projetais un « voyage à Berlin qui m'aurait fourni les moyens de comparer la végétation de nos « glaciers avec celle d'une contrée beaucoup plus rapprochée du pôle. »

Page 39 (*k*). — Lettre à son père datée de 1820 :

« Il est bien facile de concevoir que, pour atteindre une certaine supériorité dans « notre art (la pharmacie), il faut se livrer à l'étude de la chimie et à celle de l'histoire « naturelle. L'expérience est parfaitement conforme au raisonnement, et tous les phar- « maciens qui ont su parvenir à la fortune par des moyens honnêtes ont acquis dans « les sciences une réputation méritée... Vauquelin, Pelletier, Planche, Boullay, Bouil- « lon-Lagrange de nos jours ; Cadet, Baumé, Rouelle, Darcet, plus anciennement, ont « tous primé dans Paris. La chimie seule leur avait valu cette supériorité, etc.

. . . . . .

« Je suis à Genève dans une position extrêmement flatteuse pour mon âge et mon « éducation. Si je pouvais livrer un peu plus de temps à mes études, il me serait facile « d'entrer en relations avec tous les savants de cette ville et de suivre les importants « travaux qui s'y exécutent. Dans ce cas, je réponds sur ma tête qu'avant qu'une « année se fût écoulée, ma réputation serait établie. Soyez sûrs, mes bons parents, « que la science est le seul chemin qui puisse conduire un pharmacien à la fortune. « Notre réputation est le seul élément de gain que nous possédions, et soit qu'on « regarde le savoir comme le but, soit qu'on le regarde comme le moyen, il est tou- « jours indispensable. »

Page 39 (*l*). — Lettre du 3 novembre 1819 à son père :

« Mais il est un point sur lequel j'insiste d'une manière très particulière : je « demande avec insistance que vous m'accordiez une liberté entière pour des études « que je me propose de faire (ses travaux avec Prévost) et que, sous aucun prétexte, « on ne me gêne dans la direction que je prétends leur donner. Il est peu de jeunes « gens qui sentent aussi vivement que moi l'importance des sciences exactes dans la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« pratique de la médecine, aussi en est-il peu qui leur donnent le même soin et le « même intérêt. Depuis que j'étudie, je n'ai rencontré qu'une personne de l'art dont « les idées fussent dirigées dans le même sens. C'est le Dr Prévost, jeune et savant « médecin qui vient de parcourir la France et l'Allemagne, après avoir fait de bril- « lants examens à Édimbourg, Dublin et Londres. Sa fortune lui permet d'entrepren- « dre des travaux considérables en rapport avec les vastes connaissances qu'il possède « et je puis vous citer comme une des principales raisons qui m'ont porté à prolonger « mon séjour à Genève le plaisir et l'avantage de travailler avec lui à des expériences « physiologiques qu'il poursuit depuis quelques années. Il est parent de M. Le Royer « et d'un caractère si communicatif que son savoir m'a déjà souvent été d'un grand « secours. »

Page 40 (*m*). — Genève, 16 novembre 1821. Lettre de J.-B. Dumas à son père :

« J'ai lu hier à la Société de physique un mémoire dans lequel nous avons établi « la découverte des principes de l'urine dans le sang indépendamment de l'action des « reins. »

Page 41 (*n*). — La découverte de l'ovulation chez les mammifères est si importante que j'ai voulu m'entourer de toutes les preuves avant de l'attribuer à Prévost et Dumas. D'une part, j'ai interrogé directement à ce sujet W.-A. Hofmann qui, dans sa biographie si complète et si intéressante de J.-B. Dumas publiée en 1880, attribue aussi au savant français et à son collaborateur Prévost cette belle découverte. Hofmann m'a assuré n'avoir avancé cette affirmation qu'après enquête et particulièrement sur l'autorité de son compatriote, le physiologiste du Bois-Reymond. — D'autre part, j'ai consulté sur ce même point l'homme le plus compétent, je pense, en Europe, M. Balbiani, qui a bien voulu me répondre à ce sujet une intéressante lettre dont j'extrais le passage suivant :

« Il est certain que, dans les recherches que Dumas a faites avec Prévost (de « Genève), ces deux observateurs ont vu, les premiers, l'ovule dans l'intérieur des « vésicules de Graaf, chez la chienne. Ils le décrivent comme un petit corps sphérique « d'un millimètre de diamètre; mais ils n'osèrent pas affirmer définitivement que ce « corps fût l'ovule, parce qu'il différait des ovules qu'ils avaient observé dans les trom- « pes, par sa transparence qui était beaucoup moindre. Il serait donc nécessaire, « disent-ils, de rechercher avec soin quel est le rapport qui existe entre les vésicules « de l'ovaire et les ovules des cornes. (IIIe mémoire sur la *Génération, Annales des « sciences naturelles*, 1825.)

« Deux ans après, en 1827, Von Baer réussit à isoler ces vésicules sur la chienne, « mais il ne se laissa pas arrêter par le défaut de transparence, pour y voir l'œuf véri- « table, parce qu'il avait observé dans les oviductes des ovules plus jeunes que ceux « aperçus par Prévost et Dumas et qui avaient encore leur opacité. M. Coste n'hésite « pas à considérer Prévost et Dumas comme les véritables auteurs de cette décou- « verte. » (*Embryogénie comparée*, 1837, p. 58.)

« Mais si l'on peut discuter sur la priorité de Dumas relativement à la découverte de « l'ovule *dans la vésicule de Graaf*, sa part et celle de son collaborateur Prévost reste « tout entière dans la démonstration de la nécessité du contact direct des spermato- « zoïdes avec l'œuf pour que la fécondation ait lieu. C'est à eux que revient, sans con- « teste, l'honneur de la grande découverte de la segmentation du vitellus, faite dès « 1824, sur la grenouille. » (*Annales des sciences naturelles*, t. II; Paris, 1824.)... *Balbiani*.

En parlant des recherches de Prévost et Dumas, Serres écrit : « Ce travail, dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« lequel *tant d'embryogénistes modernes ont puisé sans le citer,* eût rendu de plus grands « services encore, si son achèvement n'eût été empêché par des circonstances indé- « pendantes de la volonté des deux physiologistes. » (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. XVI, p. 718.)

Page 41 (*o*). — Lettre de J.-B. Dumas à son père. Genève, 1820 : «... Nous avons « mis (avec le Dr Coindet), dans le *Journal helvétique,* un article sur notre remède « contre le goitre. *C'est la première chose que j'imprime sous mon nom.* »

Page 43 (*p*). — Voir le mémoire de Dumas : *Sur quelques points de la théorie atomistique* (*Annales de chimie et de physique ;* 2e série : t. XXXIII, p. 338 et 339). Voir aussi sa *Philosophie chimique*, 2e édition, p. 285, 287 et 315.

Page 45 (*q*). — Voir les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. XV, p. 934.

Page 45 (*q'*). — Voir sur l'hypothèse qu'on attribue généralement à Proust, la *Chimie appliquée aux arts* de Dumas, t. I, Introduction, p. XLVIII.

Page 47 (*r*). — Ce laboratoire particulier était rue Cuvier, n° 24. La puissance de travail de Dumas, son urbanité, son imperturbable égalité de caractère, sa générosité à répandre ses idées et à livrer ses propres travaux à ses élèves en faisaient un maître, un chef d'école incomparable. Dumas ne travaillait jamais qu'avec des appareils élégants, montés avec un soin extrême, et dans un milieu d'une propreté irréprochable. Son habileté expérimentale extraordinaire n'avait d'égale que sa conscience. En voici une preuve que je tiens de M. Stas lui-même. Lorsqu'en 1881 l'étalon type, le kilogramme international fut terminé, M. Stas fut chargé par la Commission internationale du mètre de la tâche délicate d'en préciser le poids exact, dans le vide, au 100e de milligramme. Après bien des études et des calculs, ce poids fut définitivement fixé par lui. Mais Dumas, qui présidait la Commission, avant que de prendre la responsabilité complète de cette donnée fondamentale et de viser de sa signature le travail si consciencieux de l'homme qu'il considérait depuis longtemps déjà comme le chimiste le plus précis de l'Europe, voulut répéter lui-même les mesures. Il le fit (et son collègue et illustre ami a conservé le carnet de ces expériences), il le fit avec une telle dextérité, une telle habileté que M. Stas en restait émerveillé. L'exactitude des déterminations de Dumas fut si parfaite que, tous calculs faits, le nombre qui résultait de ses pesées concorda exactement avec celui de M. Stas au centième de milligramme. Qu'on songe que Dumas avait alors quatre-vingt-un ans !

Dumas, satisfait de la création des laboratoires de recherches, dont celui de Wurtz, son élève le plus illustre, fut après le sien l'éclatante copie, heureux de voir enfin s'élever après trente années d'attente ces laboratoires des Hautes Études fondés par M. Duruy et dont il avait donné, en France, le premier modèle, s'en explique ainsi dans son *Éloge de Pelouze :* « C'est un fait actuellement reconnu : les laboratoires où « les chimistes vont s'instruire sont dignes des encouragements de l'État. *Les écoles « mutuelles de chimie où professeurs et élèves interrogent la nature de concert ont accompli « en cinquante années l'œuvre de plusieurs siècles,* etc. »

Page 47 (*s*). — Dumas fut nommé professeur à la Sorbonne en 1832 ; il y succédait à Gay-Lussac, démissionnaire. Il fut remplacé en 1868 par H. Sainte-Claire Deville, qui le suppléait déjà depuis longtemps. Il fit ses leçons à l'Athénée dès 1823 ; à l'École Centrale, à partir de la création, 1829 ; à l'École Polytechnique et au Collège de France, en 1835 ; à l'École de Médecine, de 1838 à 1850.

Page 47 (*t*). — C'est le contre-amiral Salmon dont il est ici question. — On raconte volontiers dans la famille de l'illustre chimiste l'histoire d'un ami qui, invité un soir à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dîner chez Dumas, passe l'habit noir, et ne trouve rien de mieux à faire, en attendant, que d'entrer à la Sorbonne pour l'entendre et l'accompagner à sa sortie. Mais, pris dans la mêlée, venu en frac, il sortit en veste. Les basques de l'habit noir étaient restées aux mains des admirateurs trop ardents de l'éloquent professeur.

Page 48 (*u*). — Dumas, depuis longtemps déjà membre de l'Institut et l'un des chimistes les plus illustres de l'Europe, avait concouru publiquement pour la chaire de Chimie organique de la Faculté de médecine de Paris. Son concours fut un véritable triomphe.

L'on peut dire que c'est surtout à la Faculté de médecine qu'à la fois porté sur les ailes de la chimie et de la physiologie générales, Dumas est arrivé à donner à sa pensée toute sa hauteur et sa plénitude, à sa parole toute son éloquence. La grandeur des sujets échauffait le professeur d'une flamme intérieure et son enthousiasme contenu éclatait dans son auditoire profondément remué par ses grandes vues d'ensemble. C'est là peut-être que Dumas professa le mieux. Faisant sans doute allusion à ces belles leçons et aux sentiments de cette période de sa vie, il nous dira plus tard : « Quiconque s'est vu entouré d'une jeunesse attentive, s'enflammant aux accents du « maître, vibrant à ses émotions, s'élançant pleine de foi vers les conquêtes signalées à « son ardeur, celui-là, croyez-le bien, a connu les plus nobles jouissances de l'âme « humaine. »

Dumas avait depuis des années modifié sa première manière un peu lente, un peu trop solennelle. Au cours de ses leçons de début à l'Athénée royal de la rue de Valois, Dumas écrit à son ami Prévost de Genève pour lui faire part de ses impressions. Il lui demande conseil, il craint d'avoir *ennuyé* son auditoire, et Prévost lui répond comme il suit :

« A. J.-B. Dumas. — Genève, 1er janvier 1824. — Je suis bien aise que vous ayez un « peu ennuyé votre auditoire, puisque cela vous a fait apercevoir que votre débit est « réellement ennuyeux. Lorsque nous discutions ensemble, vous mettiez sur le compte « de mon impatience d'écouter ce qui n'était dû qu'à votre lenteur à émettre vos « idées. *Maintenant vous vous corrigerez et deviendrez un très habile professeur*... En con- « servant l'abondance méridionale, gardez-vous de la verbosité du pays, etc... »

Page 48 (*v*). — En 1824, déjà Dumas fondait, avec ses amis V. Audouin et A. Brongniart, les *Annales des sciences naturelles*. — En 1828, il fait paraître le premier volume de son grand *Traité de chimie appliquée aux arts* qui ne fut complété qu'en 1846. — Ses brillantes *Leçons de philosophie chimique* furent données en 1836 ; — son *Précis de l'art de la teinture*, en 1846. Durant quarante-cinq années, Dumas est resté rédacteur et collaborateur des *Annales de chimie et de physique* qui, fondées en 1790, sont peut-être le seul recueil scientifique qui ait à cette heure cent années d'existence consécutives. Les Discours, Éloges, Rapports de Dumas ne peuvent être ici même cités ; ils sont trop nombreux. On consultera utilement à ce sujet la brochure de M. Maindron : *l'Œuvre de J.-B. Dumas*, Paris, 1886.

Page 48 (*x*). — Citation presque textuelle de Dumas dans son discours à l'École Centrale lors de la célébration du *Cinquantenaire* de la fondation de cette célèbre école, le 21 juin 1878.

Page 51 (*x'*). — Voir son beau rapport sur l'œuvre de Nicolas Leblanc et la découverte de l'industrie de la soude artificielle (*Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, t. XLII, p. 553).

Page 51 (*x''*). — Le grand travail de l'Analyse générale des eaux minérales de la France a été exécutée avec un soin rigoureux et une conscience au-dessus de tout éloge,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par M. Wilm, aujourd'hui professeur à la Faculté des sciences de Lille, ancien préparateur de Dumas et de Wurtz.

Page 51 (*y*). — Voyez ses Rapports *sur l'amélioration des graines de vers à soie et le Mémoire d'André Jean.* — *Sur la maladie des vers à soie.* — *Sur l'Analyse de l'air des magnaneries*, etc., dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. XLIV, p. 132 et 807; t. XLV, p. 281. Voir aussi son Rapport au Sénat sur l'*industrie séricicole* (séance du 9 juin 1865).

Page 52 (*z*). — Dans cet Éloge historique de J.-B. Dumas nous n'avons eu à parler de l'écrivain que très sommairement. Il est jugé à ce point de vue dans le discours prononcé à la même solennité, au nom de l'Académie française, par M. Gaston Boissier. Mais si l'on veut se rendre directement compte des qualités de son style, et de la forme qu'il sait donner à sa pensée, toujours élevée, souvent charmante ou dramatique, il faut lire ses *Leçons de Philosophie chimique* et ses *Discours et éloges académiques* (Paris, Gauthier-Villars éditeur, 1885). Partout, dans ses moindres discours à la Chambre, au Sénat, aux distributions de prix, dans ses Rapports à l'Académie, à la Société centrale d'agriculture, dans ses lettres intimes, etc., Dumas garde toujours ses qualités : la limpidité, la sobriété, souvent l'éloquence.

Il sera peut-être intéressant pour le lecteur, de connaître les opinions philosophiques et religieuses de Dumas. Elles éclatent un peu partout dans ses Œuvres et ses Éloges. Il était spiritualiste. Je me bornerai ici à une citation, extraite de son *Éloge de Guizot* (Discours de réception à l'Académie française, 1er juin 1876). Ces quelques lignes donneront aussi une idée de son style.

« L'homme, s'étudiant lui-même, reconnut bientôt qu'au delà des organes, il y a « une volonté; au delà des sens, un esprit; au-dessus de l'argile dont son corps est « pétri, une âme dont il ignore la nature, l'origine et la destinée. Quand le matérialisme déclare qu'il n'y a rien dans l'intelligence qui n'ait été, d'abord dans la sensation, Leibnitz peut lui répondre : *Si ce n'est l'intelligence elle-même, source de la puissance.* Dès que l'homme pense, le sentiment de l'infini lui est révélé, et l'infini se montrant inaccessible, sa pensée s'arrête au bord du gouffre de l'inconnu..... L'espace, le « temps, le mouvement, la force, la matière, la création de la nature brute, demeurant autant de notions primordiales dont la conception nous échappe. La physiologie « ne sait rien de la nature et de l'origine de cette vie qui se transmet mystérieusement « de génération en génération, depuis son apparition sur la terre. D'où elle vient? la « science l'ignore. Où va la vie? la science ne le sait pas. Et quand on affirme le contraire en son nom, on lui prête un langage qu'elle a le devoir de désavouer.

«..... Naître sans droits, vivre sans but, mourir sans espérance, telle serait notre « destinée, suffisante peut-être à la satisfaction de ces rares esprits qui traversent le « monde, soutenus par la curiosité ou la satisfaction de la difficulté vaincue par l'orgueil peut-être, mais dont l'ensemble des hommes ne se contente plus.

« La religion, la morale, la civilisation reposent sur la base ferme du droit de tous « les hommes à la justice, à la sympathie, à la liberté, œuvre du christianisme. Ceux « qui possèdent ces grands biens les conserveront, ceux qui en sont encore privés en « seront dotés à leur tour par le vrai progrès de la politique. En même temps la fièvre « passagère de la pensée scientifique, en travail d'enfantement, qui menace ces fortes « doctrines et qui n'a rien pour en tenir lieu, s'apaisera comme elle s'est apaisée en des « temps éloignés. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DISCOURS DE M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE, MEMBRE DE L'INSTITUT, AU NOM DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

MESSIEURS,

Une grande dette resterait en souffrance, si la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale n'apportait au pied de cette statue l'expression de sa reconnaissance pour celui qui a présidé si longtemps à ses destinées, et ne venait se mêler avec bonheur au triomphe que reçoit aujourd'hui ce grand homme, en ce lieu qu'il eût certainement préféré à tout autre.

Quand la moisson est aussi abondante, l'orateur doit se limiter. Après les éloquentes paroles que vous venez d'entendre, il ne me reste qu'à vous dire quel rôle fécond et tutélaire Dumas a su, pendant le cours d'une vie si glorieuse, remplir à l'égard de la Société d'Encouragement.

Il a appartenu à notre Compagnie de 1829 jusqu'à sa mort, c'est-à-dire pendant cinquante-cinq ans. D'abord membre adjoint de son Conseil d'administration, il en devenait membre titulaire en 1837, vice-président en 1841, président en 1845. Il a occupé pendant quarante-quatre années consécutives ce fauteuil dans lequel il n'avait eu que deux prédécesseurs : Chaptal de 1801 à 1832, et Thénard depuis lors.

Ces deux hommes illustres avaient contribué à asseoir sur de fortes bases la Société. Dumas mit la dernière main à l'œuvre. Son jugement droit et pénétrant, son caractère bienveillant, plein de tact et de charme, imprimèrent aux délibérations un esprit de suite et de mesure auquel ont unanimement rendu justice plusieurs générations de collègues. Il aimait la Société d'Encouragement; il lui était profondément dévoué et lui donnait une grande part de lui-même. La Société rendait à son Président un sentiment profond de respect, de confiance et d'affection.

Avec une admirable clarté, il résumait les questions et précisait les discussions difficiles. Son universelle érudition ajoutait d'intéressants compléments aux communications présentées dans nos soirées par des savants ou des industriels. Son esprit pratique, ses relations si étendues dans les ateliers contribuaient puissamment à fournir des aliments à nos travaux.

Au moment opportun, Dumas a su provoquer et mener à bien une importante réforme du statut qui nous régit. Sous son inspiration, le principe de la nomination à vie des membres du Conseil a communiqué à ce puissant régulateur de la Société d'Encouragement une stabilité et un esprit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de tradition bien nécessaires pour une institution appelée à jouer un grand rôle national, et à répandre autour d'elle, au mieux de l'encouragement de l'industrie, les capitaux importants qui lui ont été confiés par de généreux donateurs en vue de cette destination si élevée.

C'est donc, Messieurs, avec une légitime fierté d'avoir, à un tel point, incarné en elle une existence aussi glorieuse, que la Société d'Encouragement vient apporter ici l'hommage de son admiration et de sa reconnaissance envers cet enfant d'Alais qui a su se faire de si grandes destinées.

MÉCANIQUE ET ÉLECTRICITÉ

UNITÉS ADOPTÉES EN MÉCANIQUE ET ÉLECTRICITÉ DANS LES CONGRÈS DE 1889

Congrès international de mécanique appliquée. — Notice de M. Phillips (1). — Le Congrès de mécanique appliquée, qui vient de se tenir au Conservatoire des Arts et Métiers, a discuté des questions de grand intérêt et au sujet desquelles j'ai l'honneur de donner à l'Académie quelques renseignements.

Parmi ces questions, l'une des plus importantes se rapporte aux laboratoires d'essais, principalement de ceux relatifs à la résistance des matériaux employés pour la construction des pièces de machines et autres, laboratoires qui, dans ces dernières années, ont pris une grande extension, en France et à l'étranger, et qui rendent journellement des services considérables.

A ce sujet, le Congrès a émis le vœu que le gouvernement français prenne auprès des gouvernements étrangers l'initiative de la réunion d'une commission internationale ayant pour mission de choisir les unités communes destinées à exprimer les différents résultats des essais de matériaux et d'introduire une certaine uniformité dans les méthodes d'essais.

A ce même sujet, le Congrès a en outre émis le vœu qu'il y a d'encourager, par tous les moyens possibles, la création et l'extension de laboratoires d'essais de matériaux et de machines, aussi bien dans les grandes écoles du gouvernement, dans les grandes administrations gouvernementales ou privées que dans les établissements d'utilité publique, tels, par exemple, que le Conservatoire des Arts et Métiers.

Le Congrès a pensé aussi faire une œuvre utile en s'efforçant d'introduire une précision, qui trop souvent fait défaut, dans le vocabulaire mécanique en usage dans l'industrie. A cet effet, il a formulé le vœu que le langage de la mécanique arrive à se préciser de la manière suivante :

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, séance du 23 septembre 1889.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1° Le mot *force* ne sera plus employé désormais que comme synonyme d'effort, sur la signification duquel tout le monde est d'accord. On proscrit spécialement l'expression *transmission de force* qui se rapporte en réalité à la transmission d'un travail, et celle de *force d'une machine*, qui n'est que l'activité de la production du travail par le moteur ou, en d'autres termes, le quotient d'un travail par un temps.

2° Le mot *travail* désigne le produit d'une force par le chemin que décrit son point d'application sur sa propre direction.

3° Le mot *puissance* sera exclusivement employé pour désigner le quotient d'un travail par le temps employé à le produire.

4° En ce qui concerne l'expression numérique de ces diverses grandeurs, pour tous ceux qui acceptent le système métrique, les unités sont les suivants :

La *force* a pour unité le *kilogramme* défini par le Comité international des poids et mesures.

Le *travail* a pour unité le kilogrammètre.

La *puissance* a deux unités distinctes au gré de chacun : le cheval de 75 kilogrammes par seconde et le *poncelet* de 100 kilogrammes par seconde.

5° L'expression *énergie* subsiste dans le langage comme une généralisation fort utile comprenant, indépendamment de leur forme actuelle, les quantités équivalentes : travail, force vive, chaleur, etc.

Il n'existe pas une unité spéciale pour l'énergie envisagée avec cette généralité : on l'évalue numériquement, suivant les circonstances, au moyen du kilogrammètre, de la calorie, etc.

6° On se rend bien compte, dans ce qui précède, que ce système présente des différences avec celui qui est adopté maintenant pour l'étude de l'électricité. Les trois grandeurs essentielles de toute homogénéité, au lieu d'être, comme pour les électriciens, la longueur, le temps et la masse, sont ici la longueur, le temps et la force. Il a semblé que, pour les mécaniciens, tout au moins, sans vouloir engager une discussion au point de vue de la philosophie des sciences, l'effort était une notion primordiale plus immédiate et plus claire que celle de la masse.

M. Mascart, au sujet de cette communication de M. Phillips, rappelle que le Congrès international des électriciens a exprimé le vœu que les mécaniciens adoptent comme unité de puissance le *kilowatt*, qui vaut sensiblement 102 kilogrammètres par seconde à Paris. Si l'unité nouvelle de 100 kilogrammètres par seconde est acceptée dans la mécanique, sous le nom de *poncelet*, elle présentera avec le kilowatt une différence d'environ 2 p. 100.

M. Berthelot, sans entrer dans le fond de la discussion, fait observer que, s'il est utile et nécessaire de définir certaines unités abstraites par des mots caractéristiques, il y a peut-être quelque inconvénient à les désigner par des noms propres, comme on le fait en électricité et en mécanique depuis quelques années.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette manière de procéder est contraire à l'esprit qui avait dirigé les sciences modernes jusqu'à ces derniers temps : elle risque d'ôter à l'expression des phénomènes et des lois son caractère de généralité absolue, indépendante des personnes, des temps et des nationalités ; et de susciter des compétitions étrangères à la science, sinon même nuisibles à ses véritables intérêts.

Congrès international des électriciens. — Le Congrès international des électriciens, dans sa séance du 31 août 1889, a adopté les résolutions suivantes :

1° *L'unité pratique de travail est le* JOULE. *Le joule vaut* 10^7 *unités* C. G. S. ; *c'est l'énergie dépensée pendant une seconde par un ampère dans un ohm.*

2° *L'unité pratique de puissance est le* WATT ; *c'est la puissance d'un joule par seconde. Le watt vaut* 10^7 *unités* C. G. S.

3° *L'unité pratique pour les coefficients d'induction est le* QUADRANT. *Le quadrant, qui est une longueur, vaut* 10^9 *centimètres.*

4° *La* PÉRIODE *d'un courant alternatif est la durée d'une oscillation complète.*

5° *La* FRÉQUENCE *est le nombre de périodes par seconde.*

6° *L'*INTENSITÉ MOYENNE *d'un courant alternatif est la moyenne arithmétique des intensités.*

7° *L'*INTENSITÉ EFFICACE *est la racine carrée du carré moyen des intensités.*

8° *La* FORCE ÉLECTROMOTRICE EFFICACE *est la racine carrée du carré moyen des forces électromotrices.*

9° *La* RÉSISTANCE APPARENTE *est le facteur par lequel il faut multiplier l'intensité efficace pour obtenir la force électromotrice efficace.*

10° *Dans un accumulateur, la plaque positive est celle qui est reliée au pôle positif de la machine pendant la charge, et qui est le pôle positif pendant la décharge.*

11° *Pour évaluer l'intensité d'une lampe, on prendra comme unité pratique, sous le nom de* BOUGIE DÉCIMALE, *la vingtième partie de l'étalon absolu de lumière défini par la conférence internationale de* 1884.

La bougie décimale, ainsi définie, se trouve être très sensiblement égale à la bougie anglaise (*candle standard*) et au dixième de la lampe carcel.

Le Congrès a émis le vœu que, dans la pratique industrielle, on exprime la puissance des machines en kilowatts, au lieu de l'exprimer en chevaux-vapeur. Le kilowatt vaut environ 102 kilogrammètres par seconde.

Le Gérant : J.-H. GINESTOU.

Paris. — Typographie Georges Chamerot, 19, rue des Saints-Pères. — 25123.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 2

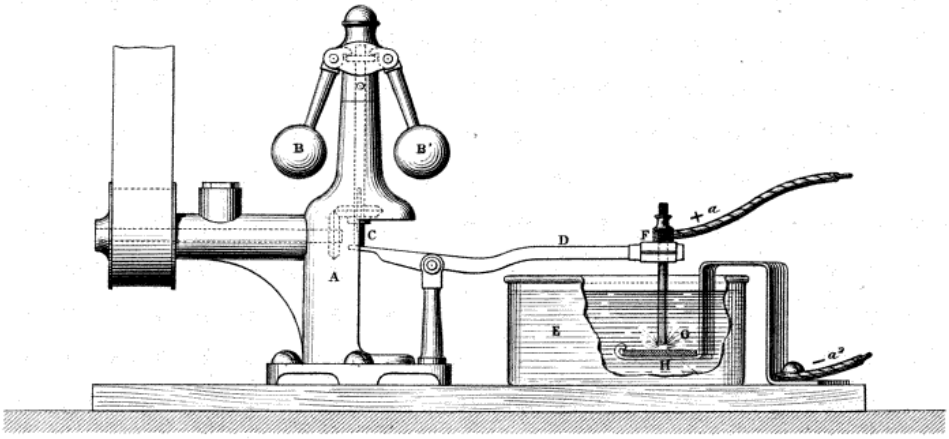
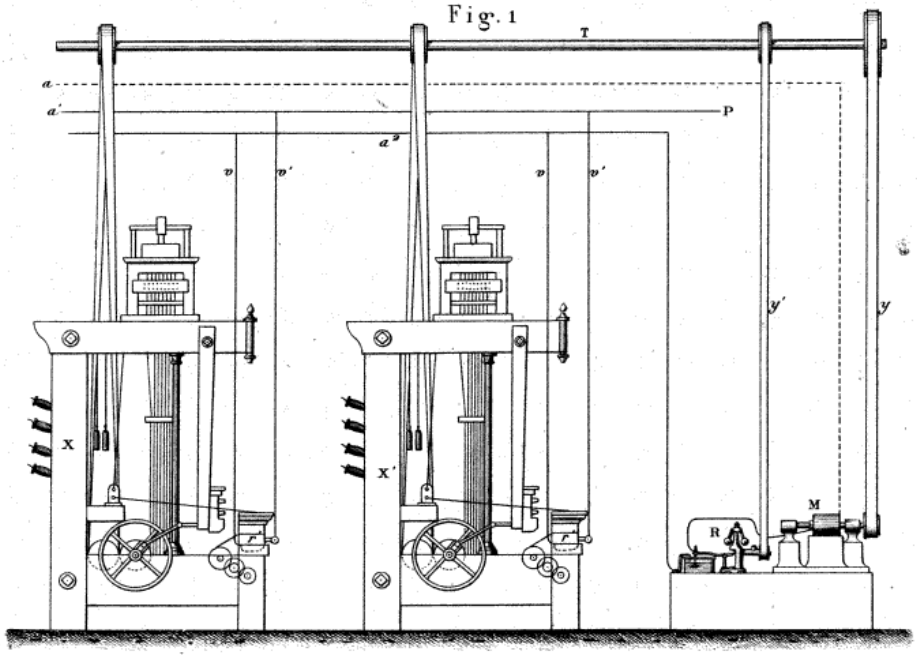


Fig. 1



Echelle de 0,20 p^r mèt. — Fig. 2.

Echelle de 0,018 p^r mèt. — Fig. 1.

Imp. R. Taneur, Paris. *Léon Chaumont del. et sc.*

INTERRUPTEUR AUTOMATIQUE POUR TRANSMISSIONS ÉLECTRO-MOTRICES DE M.M. CHAIZE FRÈRES.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

89e ANNÉE. Cinquième Série, Tome V. FÉVRIER 1890.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

ARTS MÉCANIQUES

RAPPORT *fait par* M. DE COMBEROUSSE, *au nom du Comité des arts mécaniques, sur un* TABLEAU MÉCANIQUE *construit par M. l'abbé* LÉRIS.

MESSIEURS,

M. l'abbé Léris, curé de Cos près Montauban, a soumis au jugement de la Société un tableau mécanique, qui a figuré depuis à l'Exposition Universelle du Champ-de-Mars.

Ce tableau mérite, sans aucun doute, des éloges, ne serait-ce qu'au point de vue de la patience de l'auteur qui y a travaillé au moins dix ans, fabriquant lui-même les pièces nécessaires, parfois les outils dont il a dû se servir, et arrivant, par une ténacité remarquable et sans connaissances spéciales, à d'heureuses combinaisons cinématiques. Le résultat obtenu paraît très supérieur aux tableaux mécaniques, bien connus, qui proviennent de la Suisse et de la Forêt Noire.

Dans le tableau de M. Léris, tous les personnages sont en métal, avec articulations en laiton rivé; les constructions sont en bois. La solidité est donc beaucoup plus grande que dans les tableaux ordinaires où, le plus souvent, les pièces détachées sont découpées dans du carton épais.

Il y a trois mouvements d'horlogerie séparés, sur lesquels sont pris, avec une réelle ingéniosité, vingt-huit mouvements différents.

Le tableau, dont la superficie n'atteint pas un mètre carré, renferme :

Une pendule ordinaire dont le cadran est placé dans une tour d'église;

Une boîte à musique;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un train de chemin de fer en marche, sortant d'un tunnel pour entrer dans un autre;

Une procession;

Un escadron de hussards, passant sur un pont;

Un moulin à vent;

Un bastion, avec sentinelles montant la garde;

Un navire se balançant sur les vagues, au fond du tableau.

La transmission appliquée au mouvement du chemin de fer est à tension libre, avec rouleau compensateur. Il en résulte que le mouvement conserve toute sa régularité, malgré les variations de longueur du ruban auquel les wagons sont attachés, lorsque la température change et que l'air est plus ou moins chargé d'humidité. Cette transmission a 80 centimètres de longueur. Le ruban employé est en peau de mouton, et les pivots du rouleau placé à l'extrémité de la transmission, qui sont du diamètre d'une épingle, suffisent, bien que les wagons soient en bois massif et la locomotive, en cuivre. Ajoutons que le mouvement du disque du signal est absolument régulier, malgré la petitesse des dimensions, et que l'aiguilleur fait parfaitement son service.

Le mouvement des vagues a donné beaucoup de peine à M. Léris, obligé de renoncer au procédé usuel, parce qu'il ne disposait horizontalement que d'une épaisseur de deux centimètres, en raison de la complication de son tableau. Il a fini par imprimer à ses vagues le mouvement vertical nécessaire à l'aide d'un balancier oscillant avec contrepoids, très habilement disposé.

Chaque partie du tableau a un mouvement proportionné à sa nature. La procession marche au pas, l'escadron de hussards va au trot, et le chemin de fer prend le galop.

Disons, en terminant, que M. l'abbé Léris n'a jamais ouvert un livre de mécanique. Et, avec ses aptitudes naturelles, c'est certainement dommage. Son père était horloger, il l'a vu travailler, et s'est pris de passion pour la mécanique pratique; mais il a été obligé de perdre beaucoup de temps à réinventer des choses qu'il aurait rapidement saisies en étudiant quelques bons ouvrages.

On pourra peut-être utiliser les procédés qu'il a mis en œuvre, pour améliorer la construction des tableaux mécaniques.

Quoi qu'il en soit, le Comité des arts mécaniques a pensé qu'il y avait lieu d'encourager un effort si personnel. Il vous propose donc, Messieurs, de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

remercier M. l'abbé Léris de sa communication, et d'autoriser l'insertion, au *Bulletin*, du présent rapport.

Signé : Ch. de Comberousse, *rapporteur.*

Approuvé en séance le 13 *décembre* 1889.

ARTS MÉCANIQUES

Rapport *fait par* M. Redier, *au nom du Comité des arts mécaniques, sur la* machine et les fraises a arrondir les dents des roues de montre, *présentées par* M. Carpano, *fabricant d'horlogerie, à Cluses (Haute-Savoie).*

Il est fort rare que les roues de montre soient taillées avec leur arrondi, du premier coup. On les taille d'abord avec une fraise carrée et on les arrondit après les avoir rivées sur leur pignon.

Pour faire cet arrondi, on ne connaissait autrefois que l'emploi d'une lime de forme qu'il fallait conduire dent par dent à la main et ce travail était fort coûteux.

Un ouvrier suisse imagina de faire usage d'une fraise fonctionnant comme une vis tangente et réduisit ce travail des quatre-vingt-dix-neuf centièmes.

Avant que le mystère de son invention fût révélé, il fit une belle fortune et depuis quarante ans, le procédé est dans le domaine public.

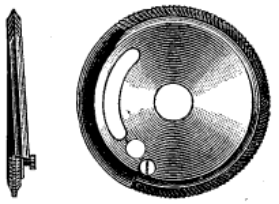


Fig. 1.
Fraise à arrondir les dents des roues de montre, de M. Carpano.

La machine à arrondir que présente M. Carpano ne diffère des machines connues que par des dispositions qui dénotent un maître dans l'art de l'outillage.

Elle offre des sécurités qui évitent les nombreux accidents occasionnés par un travail rapide; mais les fraises qui l'accompagnent méritent une attention toute particulière.

Les fraises connues n'étaient taillées que sur les trois quarts de leur circonférence, le quatrième quart était vide et remplacé par un conducteur hélicoïde, qui faisait le passage d'une dent à l'autre. Le réglage de ce segment était fort difficile et un grand nombre de roues étaient souvent brisées par la rentrée de la fraise. M. Carpano a su faire les fraises d'une seule pièce comprenant la partie qui taille et la partie d'hélice qui conduit (fig. 1).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Or ce quart d'hélice qui conduit doit être plus long que la place qui lui reste pour assurer la rentrée de la dent qui suit celle qui vient de passer.

Un tour de main très délicat donne ce résultat et on ne sera pas étonné, en voyant la fraise, que son auteur ne divulgue pas son procédé.

M. Carpano fournit de fraises toutes les fabriques d'horlogerie de France et de l'étranger. Son usine, qui a vingt ans d'existence, occupe 80 ouvriers avec une force motrice de 25 chevaux. Ce personnel est aussi employé à la fabrication des roues de montre et autres fournitures d'horlogerie.

La production des roues est de 100 000 par semaine, soit les éléments d'un million de montres par an.

Si l'on veut jeter un coup d'œil sur ces roues d'un prix minime, on aura l'idée de la perfection de l'outillage qui les façonne, et l'industrie parisienne, si habile dans l'art du découpage, résout rarement de telles difficultés.

En résumé, votre Comité vous propose de remercier M. Carpano de sa communication et d'insérer le présent rapport dans le *Bulletin* de la Société, avec figures.

Signé : Redier, *rapporteur.*

Approuvé en séance le 13 *décembre* 1889.

ARTS MÉCANIQUES

Rapport *fait par* M. Édouard Simon, *au nom du Comité des arts mécaniques, sur la* machine étireuse-broyeuse-échardonneuse *de* M. Fulgence Mérelle, *à Roubaix.*

Messieurs,

L'échardonnage est une préparation relativement récente, qui a remplacé le triage à la main, lors de l'apparition sur le marché, des laines de Buenos-Ayres. Les toisons de l'Amérique du Sud sont, en effet, souillées de graines de chardon ou plutôt de graines d'une espèce particulière de trèfle et il eût été impossible de les employer industriellement sans l'intervention des machines spéciales dites échardonneuses ou égratteronneuses.

Les premiers types d'échardonneuses, encore en usage, reposent sur la combinaison d'un battage énergique pour ouvrir les filaments et d'un démêlage pour soumettre les fibres étirées à l'action de cylindres à côtes sail-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lantes, tournant à grande vitesse. Les chocs répétés des côtes sur les mèches de laine détachent ou brisent les graines et les pailles.

L'inconvénient est précisément de briser les matières végétales, d'ouvrir et de subdiviser les graines, qui se développent à la manière de ressorts préalablement roulés en spirales et armés de piquants.

Vers 1870, vingt ans environ après l'adoption de l'échardonnage mécanique, apparurent plusieurs procédés d'échardonnage ou épaillage chimique. Sauf des variantes de détails, les différentes méthodes consistent dans le traitement de la matière textile par un liquide acide, capable d'attaquer les parties ligneuses sans altérer la laine, puis, après lavage, dans la *carbonisation* (à l'intérieur d'une étuve) des graines et pailles ainsi rendues friables.

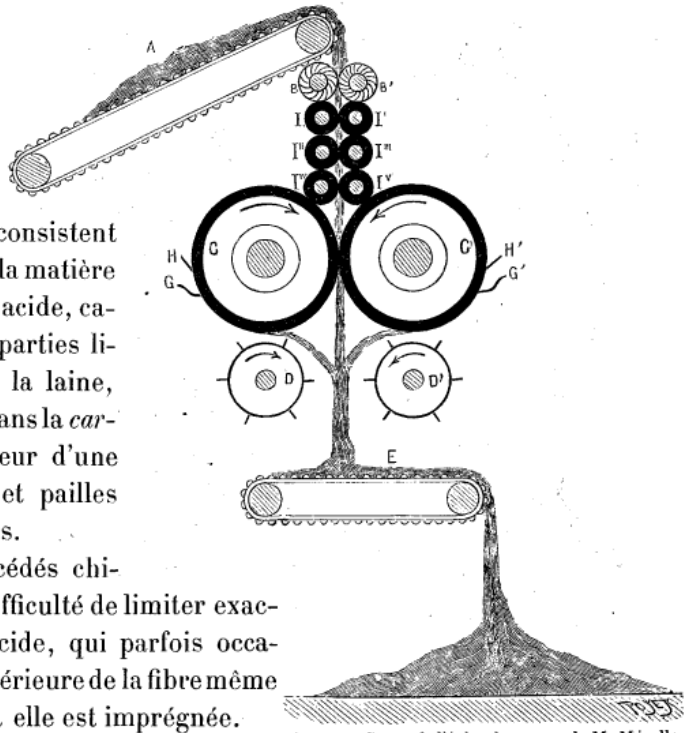


Fig. 1. — Coupe de l'échardonneuse de M. Mérelle.

L'écueil des procédés chimiques gît dans la difficulté de limiter exactement l'effet de l'acide, qui parfois occasionne l'altération ultérieure de la fibre même et des teintures dont elle est imprégnée.

Aussi depuis quelques années, principalement dans l'industrie de la laine peignée, revient-on aux moyens mécaniques, en substituant l'écrasement ou broyage à l'action brisante des appareils primitifs. M. Mérelle a franchement adopté ce principe nouveau.

A la sortie du bac dégraisseur, ou du séchoir, c'est-à-dire *avant cardage*, la laine (humide dans le premier cas, sèche dans le second) est livrée à une chargeuse automatique de construction bien étudiée (fig. 1). La chargeuse transmet la laine à deux alimentaires garnis d'aiguilles, d'où elle passe entre plusieurs paires de cylindres étireurs recouverts de caoutchouc et animés de vitesses progressives, de là entre deux cylindres broyeurs de plus grand diamètre, dont l'un tourne dans des coussinets fixes, dont l'autre peut, en pré-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sence de corps durs relativement volumineux, réagir sur des ressorts antagonistes pour s'écarter momentanément. A la suite, deux cylindres à ailettes détachent la laine et la projettent sur une toile sans fin, qui la transporte dans un récipient ou la laisse en tas sur le sol.

La garniture élastique des cylindres étireurs a pour effet de permettre le glissement des fibres sans briser la graine, qui arrive tout entière aux

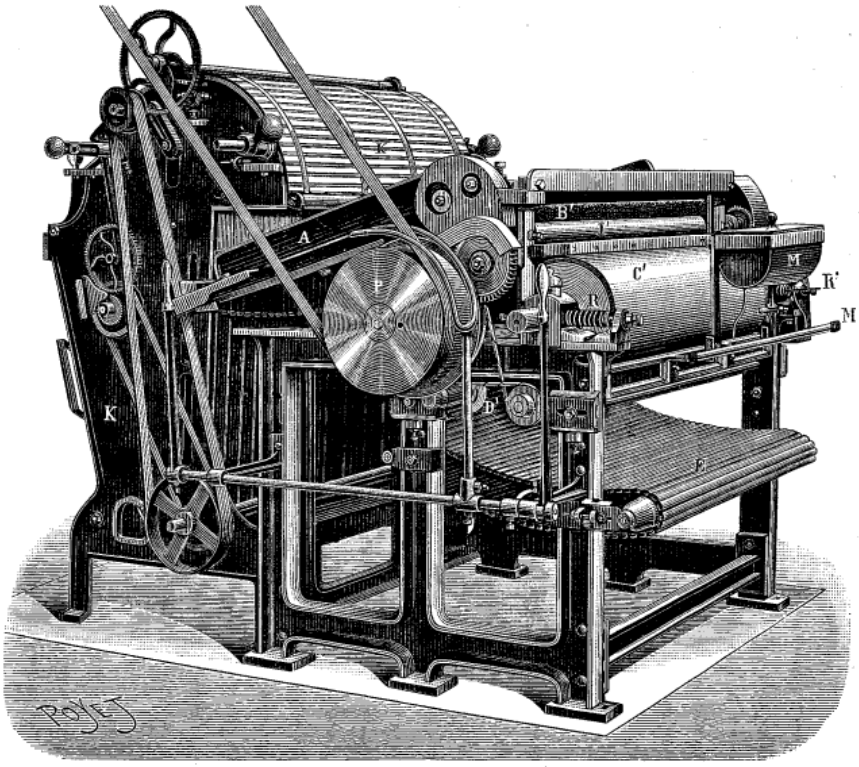


Fig. 2. — Vue d'ensemble de l'échardonneuse de M. Mérelle.

broyeurs, enroulée sur elle-même et non défilée parallèlement aux fibres, comme dans les anciennes échardonneuses ou à la suite d'un cardage. Une partie des graines écrasées se détache au broyage, le reste tombe sous les cardes. D'un autre côté, au lieu d'être disposées suivant deux plans horizontaux, les paires de rouleaux étireurs sont superposées dans deux plans verticaux; le poids des fibres facilite le cheminement de la laine, pendant qu'avec la disposition habituelle les mèches tendent à s'enrouler autour des cylindres inférieurs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin la machine (fig. 2), indépendante des cardes qu'elle dessert, est complétée par un appareil d'ensimage et, d'après les données de l'inventeur, traite, par jour, 1 200 kilogrammes de laine dégraissée.

Tout en tenant compte d'une pareille production, il convient d'insister plus encore sur l'amélioration du rendement et de la qualité des peignés, résultant de l'emploi de l'échardonneuse-broyeuse. Le Comité des arts mécaniques vous propose, Messieurs, de remercier M. Mérelle de son intéressante communication et d'autoriser l'insertion au *Bulletin,* du présent rapport avec deux bois intercalés dans le texte et une légende explicative.

Signé : Édouard Simon, *rapporteur.*

Approuvé en séance le 27 *décembre* 1889.

LÉGENDE DES FIGURES REPRÉSENTANT L'ÉCHARDONNEUSE-BROYEUSE DE M. FULGENCE MÉRELLE.

Fig. 1. — Coupe en élévation des principaux organes.

Fig. 2. — Vue en perspective de l'ensemble de la machine.

A, Tablier étaleur faisant suite à la chargeuse automatique.

BB′, Alimentaires garnis d'aiguilles.

II′, 1re paire de cylindres étireurs recouverts de caoutchouc.

I″I‴, 2e paire de cylindres étireurs, recouverts de caoutchouc.

IvIv, 3e paire de cylindres étireurs recouverts de caoutchouc.

CC′, Cylindres broyeurs.

DD′, Tambours à ailettes servant à projeter la laine échardonnée sur la toile sans fin.

E, Toile sans fin.

HH′, Couteaux facultatifs, tangents aux cylindres broyeurs et destinés à détacher les filaments qui auraient échappé à l'action des tambours DD′.

GG′, Auges ajustées sous les couteaux DD′.

K, Chargeuse automatique.

M, Appareil d'ensimage.

P, Poulies de commande, fixe et folle.

RR′, Ressorts permettant au cylindre C′ de s'écarter momentanément du cylindre C, de quantités réglables suivant besoin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES

RAPPORT *fait par* M. ÉDOUARD SIMON, *au nom du Comité des arts mécaniques :* 1° *sur une* MACHINE A DÉVIDER ET PESER AUTOMATIQUEMENT LES LAINES, COTONS ET FILS ; 2° *sur une* MACHINE A DÉVIDER, PESER ET FAIRE LES PELOTES, *de* M. L. MOUCHÈRE, *à Angoulême* (*Charente*).

MESSIEURS,

Le but que s'est proposé M. Mouchère est de fournir des pelotes ou des écheveaux d'un poids absolument régulier. Il importe, en effet, que le consommateur ne soit point trompé sur la quantité de matière qu'il achète et que le vendeur puisse contrôler le débit de ses produits.

La méthode généralement usitée autrefois consistait à dévider préalablement, sur une bobine, le fil nécessaire à la formation d'une pelote ou d'un écheveau et à porter cette bobine, à plusieurs reprises, sur une balance jusqu'à ce que le poids voulu fût obtenu. Non seulement ces tâtonnements étaient longs et dispendieux, parce que, malgré l'habitude professionnelle, les changements fréquents de fils et de pesées désorientaient l'ouvrière, mais soit par négligence, soit quelquefois pour un motif plus répréhensible encore, le personnel se contentait de pesages approximatifs, au préjudice du vendeur et de l'acheteur.

Divers moyens avaient été essayés pour peser automatiquement à l'aide de déclanchements mécaniques, pour substituer la mesure de la longueur au poids de la matière filée ; toujours l'économie de main-d'œuvre s'obtenait au détriment de l'exactitude.

M. L. Mouchère, qui, précisément pour les besoins de son industrie, se trouva aux prises avec ces difficultés, parvint, à force de recherches et de soins, à créer une machine à dévider et à peser automatiquement, d'une précision vraiment remarquable.

Cette machine est à plusieurs *têtes,* c'est-à-dire qu'elle dévide et pèse simultanément plusieurs fils, mais les têtes sont indépendantes et les divers appareils réunis sur un même bâti peuvent dévider des fils de différentes sortes et donner des pesées dissemblables. Deux parties distinctes et cependant solidaires l'une de l'autre permettent de réaliser, pour chaque fil, la variété des pesées et l'automatisme des mouvements. La première est une balance, dont l'un des plateaux a été remplacé par le récipient du fil dévidé ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la seconde partie se compose d'un cylindre d'entraînement au contact duquel tourne un rouleau de pression.

L'un des fléaux de la balance porte en dessous deux aiguilles verticales qui, pendant le dévidage, plongent dans deux godets remplis de mercure. L'un des godets communique avec le pôle positif d'une pile ; l'autre, avec un électro-aimant relié au pôle négatif; le fer doux de l'électro-aimant, placé à l'extrémité d'un levier oscillant qui porte le rouleau de pression, appuie ce rouleau contre le cylindre ou poulie d'entraînement, aussi longtemps que passe le courant. Au fur et à mesure de la chute du fil dans le récipient suspendu à la balance, les aiguilles sortent peu à peu du mercure et au moment précis où la quantité de fil dévidé fait équilibre au poids, elles sortent tout à fait. Le courant se trouve interrompu, l'électro-aimant cesse d'attirer le fer doux qui, en tombant, soulève le rouleau de pression et le dévidage s'arrête.

L'ouvrière coupe le fil, remplace le pot plein par un pot vide ou se borne à retirer le fil dévidé ; puis elle appuie sur le galet pour remettre les choses dans l'état primitif. Le dévidage recommence et, tandis que se fait la seconde pesée, la première est mise en pelote par une autre ouvrière.

Sur un bâti à 10 têtes, deux ouvrières peuvent effectuer, en 12 heures de travail, le dévidage et le pesage de 70 kilogrammes de laine, fractionnés par poids de 35 à 50 grammes, étant bien entendu que la commande de la machine est empruntée à un moteur mécanique.

M. Mouchère ne s'est pas borné à nous démontrer expérimentalement la praticabilité de son invention ; il a fourni, à l'appui de cette démonstration, un relevé des principaux négociants en fils de laine et de coton de Paris et des départements, qui, après avoir essayé plusieurs têtes de dévidoirs-peseurs, en ont augmenté progressivement le nombre; nous pourrions citer tels de ces négociants qui sont ainsi arrivés, par acquisitions successives, à 40, 50 et 60 têtes.

Dans certains cas, au lieu d'avoir à traiter de fortes parties, le commerce est tenu de livrer par petites commissions. Pour répondre à ce besoin, M. Mouchère a combiné la seconde machine qu'il vous présente.

Sur un seul bâti se trouvent réunies une tête à dévider et à peser, du système précédemment décrit, et une peloteuse perfectionnée dans ses détails. L'ensemble fonctionne manuellement et tandis que l'ouvrière assise surveille, tout en tournant une manivelle, la confection de la pelote, elle actionne simultanément, sans accroissement appréciable de fatigue, le dévi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dage et le pesage de la matière qui doit entrer dans la pelote suivante.

Là encore, bien que cette seconde machine soit très récente, nous nous trouvons en présence d'une consécration industrielle ; 21 machines à dévider, à peser et à faire les pelotes simultanément fonctionnent déjà dans 17 ateliers.

Convaincu que la publicité de notre *Bulletin* aidera à vulgariser un outillage qui mérite, à tous égards, vos encouragements, le Comité des arts mécaniques vous propose, Messieurs, de remercier M. Mouchère de sa très intéressante communication, puis de voter l'insertion du présent rapport avec une planche de dessins accompagnée d'une légende et représentant 1° la machine à dévider et à peser automatiquement, à plusieurs têtes, 2° la machine à dévider, à peser et à faire les pelotes, à une tête.

Signé : Édouard Simon, *rapporteur.*

Approuvé en séance le 8 *novembre* 1889.

LÉGENDE DESCRIPTIVE DE LA PLANCHE 34 RELATIVE A LA MACHINE A DÉVIDER ET A PESER, A PLUSIEURS TÊTES, DE M. L. MOUCHÈRE.

Fig. 1. — Coupe en élévation latérale.

Fig. 2. — Face postérieure et coupe suivant la ligne brisée X,Y, Z.

Fig. 3. — Détail des aiguilles adaptées à l'un des fléaux de la balance.

D,D, Dévidoirs.

F,F, Fils en dévidage.

E,E,E, Électro-aimants.

L, Levier (fig. 1) oscillant autour de l'axe O et portant, d'un bout, le fer doux de l'électro-aimant E, de l'autre le cylindre de pression C.

P,P, Poulies d'entraînement.

BB, Balances.

H,H, Piles.

R,R, Récipients du fil dévidé.

Z,Z, Bâti du dévidoir.

a, a', a, a', Aiguilles métalliques immergées dans le mercure et fermant le circuit électrique pendant le dévidage.

p, p', Poids placés sur l'un des plateaux des balances.

f,f',f,f, Fils métalliques reliés aux pôles des piles.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LÉGENDE DESCRIPTIVE DE LA PLANCHE 35 RELATIVE A LA MACHINE A DÉVIDER, A PESER ET A FAIRE LES PELOTES SIMULTANÉMENT, A UNE TÊTE, DE M. L. MOUCHÈRE.

Fig. 1. — Élévation de la machine.

Fig. 2. — Vue en plan de la machine.

Fig. 3. — Section transversale par l'axe de la peloteuse suivant la ligne 1-2.

Fig. 4-8. — Détails de divers organes.

A,A, Bâti.

B,B, Chaises pendantes de la tablette *b*, sur laquelle est fixée la *balance*.

B',B', Consoles portant la table *b'* du dévidoir.

c, *c*, Bras de suspension de l'arcade C destinée à maintenir l'axe du ballon de la *pelotonneuse* et la poupée C' dans laquelle tourne l'axe de l'ailette.

a, Arbre de commande, muni de la manivelle *a'* et de la poulie de transmission P.

D (fig. 4), Dévidoir composé de deux tournettes *d*, *d'*; la tournette supérieure maintient l'écheveau tendu par l'action du levier à contrepoids D'. Le fil *x* passe dans la queue de cochon *e* (fig. 1), traverse une pince *e'*, puis une fourche ménagée entre les deux branches du levier *f* et s'engage entre la poulie E et le galet E'.

f, Levier monté sur l'axe *ff'*, portant d'un bout le galet E et la pince *e'*, terminé, de l'autre bout, par un bras à contrepoids F et à armature *g*.

G, Électro-aimant situé au-dessus de *g* et relié par des fils conducteurs à la pile F'.

H, Fléau de la balance.

I, Plateau recevant les poids.

I', Contrepoids formant la tare du récipient R.

II', Plateau du même récipient.

i, *i'*, Pointes réglables au moyen de vis à têtes moletées et immergées, pendant le dévidage, dans les godets *j* remplis de mercure.

R', Récipient de rechange placé sous la peloteuse pendant que le récipient R reçoit le fil dévidé.

K, Ailette à deux branches (fig. 3) avec axe creux pour le passage du fil.

K', Ballon (fig. 3 et 8) dont l'axe *k*, porté par l'arcade C, peut s'incliner plus ou moins (comme l'indique le tracé ponctué de la figure 3) au moyen de la tringle courbe L munie de crans.

k', Douille inférieure du ballon K' reliée à la douille supérieure par de doubles branches articulées, de manière à faciliter le retrait de la pelote achevée.

M, Corde de commande du tambour dévideur ou poulie d'entraînement E et de l'ailette K.

m, Tendeur de la corde M.

p, *p'*, Poulies fixées sur l'axe du tambour E et de l'ailette K.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

K^2, Poulie à gorge fixée à la partie inférieure de l'axe du ballon.

M', Corde de commande de la poulie K^2 passant des poulies étagées N sur les tendeurs m', pour suivre les changements de positions de la poulie K^2.

La figure 5 montre comment les poulies N sont montées folles sur un axe fixe intermédiaire n et sont pourvues de goujons destinés à s'engager soit dans la roue N', soit dans le pignon n' montés fous également sur ledit axe, mais sans pouvoir s'y déplacer latéralement, comme les poulies étagées N au moyen du balancier O commandé par le levier à crémaillère L'.

La roue N' et le pignon n' recevant le mouvement du même arbre de transmission a par la roue O' et le pignon o' (fig. 2 et 6), on voit qu'en engageant les goujons d'un côté ou de l'autre, dans les trous correspondants de N' ou de n', on peut transmettre au ballon une vitesse différente, en rapport avec les diamètres de la pelote.

Enfin, pour faire des pelotes dite *à carreaux*, la poulie N ramenée dans la position intermédiaire de la figure 5, n'est entraînée ni par le pignon n', ni par la roue N'; elle est commandée par l'arbre q muni d'une petite poulie q' reliée à N par une corde croisée. Le mouvement est imprimé à l'arbre q soit à la main au moyen du volant Q, soit à l'aide de la pédale P' (fig. 1), relevée, après chaque pression du pied, par un barillet à ressort Q'.

ARTS MÉCANIQUES

TRAITEMENT DE L'ACIER PAR LA PRESSE HYDRAULIQUE, PAR M. W. H. GREENWOOD (1)

M. Greenwood a récemment monté aux forges d'Abouchoff une installation complète pour couler sous d'énormes pressions, allant jusqu'à 3 000 atmosphères, les lingots d'acier destinés principalement à la fabrication des canons et des obus, et qui doivent être tout à fait homogènes, absolument exempts de soufflures.

Nous donnons ci-après le résumé de l'intéressant mémoire que M. Greenwood a présenté à ce sujet, le 7 mai 1889, à l'institution des « Civil Engineers » de Londres.

Les conclusions de M. Greenwood, favorables à l'emploi de la compression, n'ont pas manqué de provoquer de nombreuses observations de la part des fabricants d'acier et des ingénieurs qui n'emploient pas ce procédé, et qui assistaient à sa conférence : sans nier l'influence de la compression, la plupart de ces Messieurs — MM. Parker, Riley, Vikers, Hall et Dyer notamment — ont affirmé que l'on

(1) *The treatment of steel by hydraulic pressure and the plant employed for the purpose.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

obtenait facilement des aciers excellents soit en modifiant leur composition chimique, soit en ralentissant leur solidification, soit en les chauffant par rayonnement; d'autres ingénieurs, notamment M. Cowper et M. Anderson, qui avait assisté aux essais d'Abouchoff, partagent complètement l'avis de M. Greenwood.

En somme, la question n'est pas encore définitivement tranchée, et nous avons cru devoir le rappeler avant d'aborder l'analyse du beau travail de M. Greenwood.

Non-homogénéité des lingots d'aciers ordinaires. — Les aciers, principalement les aciers doux, à 0,5 p. 100 de carbone, renferment, au moment de la coulée, des gaz occlus ou entraînés que le refroidissement du métal élimine d'autant plus imparfaitement qu'il est plus rapide. Il en résulte, dans les gros lingots surtout, la présence d'une grande quantité de piqûres ou de bulles pleines de gaz dont la composition est en moyenne la suivante, d'après M. Muller : hydrogène, 78,5 p. 100; azote, 20,5; acide carbonique, 0,2; oxyde de carbone, 0,8. Le volume de ces bulles peut atteindre jusqu'à 8 à 12 p. 100 du lingot : elles sont inégalement réparties dans le corps du lingot et très multipliées à la surface, sur les côtés et au sommet du lingot, tellement qu'il faut souvent sacrifier en masselotte poreuse 30 à 50 p. 100 de la longueur du lingot : la structure aciculaire des parois pénètre souvent jusqu'à une profondeur de 50 à 70 millimètres; enfin l'axe du lingot présente presque toujours un aspect poreux, dû principalement au retrait occasionné par la lenteur de son refroidissement, de sorte que ce défaut augmente en général avec l'épaisseur du lingot.

Procédés employés pour assurer l'homogénéité des lingots. — Les moyens proposés pour éviter la présence des bulles dans les lingots d'acier sont de deux sortes : chimiques et mécaniques.

L'addition du manganèse diminue le nombre des bulles, mais en durcissant l'acier aux dépens de sa ductilité; il en est de même du silicium, dont l'action, à l'inverse de celle du manganèse, augmenterait la porosité superficielle de l'acier, et dont on ne peut guère conseiller l'usage dans les aciers pour canons, cuirassements, projectiles, machines, etc. L'aluminium augmente la fluidité des aciers coulés : on peut espérer qu'il favoriserait l'élimination des gaz, mais on manque d'expériences positives à ce sujet.

Parmi les procédés mécaniques, on peut citer le refroidissement rapide des lingots par une circulation d'eau autour des moules, la mise en vibration des lingots en frappant les moules de coups répétés pendant leur solidification (Chernoff) ou leur agitation en leur imprimant un mouvement giratoire spécial (Webb), et enfin l'action du vide ou de la pression sur la masse du lingot en fusion.

L'application directe d'une pression énergique sur le haut du lingot, dont les premières mises en pratique sont dues à sir Joseph Whitworth, ne peut être exécutée avec succès qu'au moyen de presses hydrauliques : M. Jones n'a pas

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

réussi avec la vapeur, même à des pressions de 17 atmosphères. On a proposé l'injection, sous le couvercle solidement fermé du moule, d'une quantité d'eau suffisante pour exercer, en se vaporisant, une pression considérable, ou d'une charge de matières explosives, d'acide carbonique liquide, etc., mais sans aucun succès : la pression trop faible ne durait pas assez longtemps; les gaz ou les vapeurs dégagées s'échappaient par les fissures du moule et de l'obturateur. On peut améliorer beaucoup la structure des lingots par l'application de pressions prolongées variant de 300 à 900 kilog. par centimètre carré, mais il faut aller, suivant la dimension des lingots, jusqu'à 2 000 et 3 000 kilog., si l'on veut obtenir des produits absolument sains.

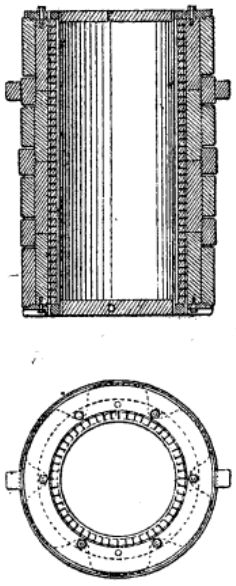


Fig. 1 et 2.
Mouleau pour comprimer l'acier.

L'application de la compression a été proposée en 1856 par sir Henry Bessemer (1), mais c'est à sir J. Whitworth que l'on doit sa mise en pratique et le succès des procédés actuellement employés. Le premier brevet de Whitworth date de 1866, et, malgré leurs avantages incontestables, ses procédés ne sont guère appliqués en grand qu'aux usines de Whitworth, à Manchester, et aux forges d'Abouchoff, près de Saint-Pétersbourg, dont M. Greenwood a pu donner, dans son mémoire, une description complète, grâce à la courtoisie de l'amiral Kolokoltroff.

Mouleaux et presses pour l'acier comprimé. — Les mouleaux destinés à la coulée de l'acier sous pression sont constitués (fig. 1 et 2) par un tube d'acier forgé de 100 millimètres d'épaisseur, fretté comme un canon, et pourvu de tourillons pour son levage : l'intérieur est garni de douelles en fonte disposées de manière à ménager le long des parois du moule les évents nécessaires à l'issue des gaz, tout en consolidant le garnissage constitué par une couche de 20 millimètres environ de ganister, de débris de vieux creusets sans scories, et de kaolin recouvert d'une couche d'enduit à la mine de plomb. Le moule est fermé au bas par une plaque d'acier D, recouverte d'un garnissage réfractaire de 20 millimètres d'épaisseur, ainsi que le disque supérieur E, qui termine le piston de la presse hydraulique. Ces moules, préalablement desséchés et chauffés, sont placés en M (fig. 7 et 8) auprès de la presse P qui les dessert.

Presses hydrauliques de Whitworth et Greenwood. — La presse construite par Whitworth en 1866 avait (pl. 36) un piston P, de 305 millimètres de diamètre,

(1) Néanmoins, le 15 mai 1819, M. J. Hollingrake prit un brevet (n° 4371), pour « couler les métaux sous différentes formes avec une texture plus serrée et plus saine : le métal, coulé dans un moule spécial, est soumis à une haute pression par un ou plusieurs pistons, de manière à amener les molécules du métal au contact intime par la compression ». Cité par M. Reynolds.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

capable d'exercer une pression de 250 tonnes. Spécialement destinée à la fabrication de pièces creuses, tels que des obus, cette presse portait un noyau C, dont le corps pouvait se fixer sur les colonnes filetées à une hauteur variable, par le serrage des mâchoires-écrous N, N. Entre D et E se trouvait le bloc porte-moule. Pour faire la coulée, on présentait ce bloc sous la poche, en le faisant tourner autour

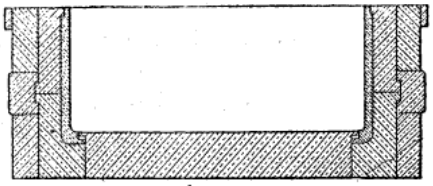


Fig. 3. — Cylindre de la presse de 10 000 tonnes.

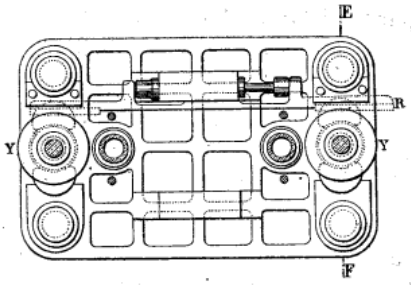


Fig. 4. — Plan A B (fig. 6, pl. 37).

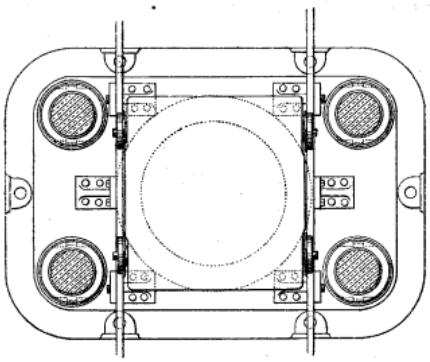


Fig. 5. — Plan C D (fig. 6, pl. 37).

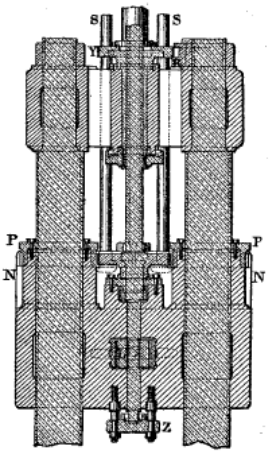


Fig. 6. — Coupe E F (fig. 4 et fig. 6, pl. 37).

Fig. 4, 5 et 6. — Coupes A B, C D, E F de la fig. 6, pl. 37. Presse Greenwood de 10 000 tonnes. Échelle 1/10.

de la colonne N (fig. 1, 2 et 3); puis, après l'avoir ramené au-dessus du piston P, on faisait d'abord descendre dans le moule au moyen de la presse hydraulique figurée au haut de E, le noyau réfractaire C, dont la tête fermait l'orifice du moule, et l'on immobilisait cette tête sur le métal fluide en serrant fortement sur sa tige l'écrou W. On achevait alors la pression au moyen du piston P. Pour un obus de 70 kilog. on maintenait cette pression pendant 8 minutes, puis on retirait le noyau *c*, et l'on continuait la pression jusqu'à la solidification complète

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du métal, afin d'éviter les détériorations dues aux contractions et aux efforts moléculaires. Le moule était en acier avec garnissage en fonte et composition réfractaire. Les essais exécutés avec cette presse ne tardèrent pas à démontrer l'impossibilité de réaliser ainsi une fabrication industrielle d'obus en acier comprimé.

La presse représentée par les figures 4 (pl. 36), 1 et 2 (pl. 37), peut exercer, par le piston du bas, de 77 millimètres de diamètre, une pression de 2 000 tonnes. Le chapeau supérieur M, mobile au moyen d'un cylindre de levée non représenté sur la figure 2, peut se fixer en un point quelconque par le serrage des écrous N sur le filetage des colonnes, et porte un plongeur destiné à fermer le moule.

Le succès de cette presse conduisit M. Whitworth à la construction de la presse de 8 000 tonnes représentée par les figures 3, 4 et 5 (pl. 37). La pression de 8 000 tonnes est donnée par le plateau en fonte F, que soulèvent quatre pistons de 710 millimètres de diamètre, disposés symétriquement autour d'un piston central de 330 millimètres.

Le chapiteau mobile M, commandé par un piston hydraulique P, peut se fixer à une hauteur quelconque sur les quatre colonnes en acier, de 355 millimètres de diamètre, qui le traversent. Ces colonnes sont munies, à cet effet, d'écrous A qui, en temps ordinaire, ne touchent pas le chapiteau M. Lorsque le piston M soulève, par exemple, ce chapiteau, il entraîne avec lui les vis à pas très inclinées B (fig. 4) au travers de leur écrou C, qui ne peut que tourner dans l'entablement T : cette rotation se transmet par S X aux arbres L, portés par des crapaudines en M, qui entraînent par rainure et languette les pignons X, et sont pourvus, au bas, de pignons engrenant avec les quatre roues W des écrous A. Il en résulte que la levée même du chapiteau M fait tourner ces écrous de manière à les maintenir constamment écartés, sans qu'ils n'opposent aucune résistance. Il en est de même pour la descente. Lorsqu'on veut immobiliser M, on fait tourner, au moyen des poulies Z et des vis sans fin U, les roues V, dont la douille imprime à S le petit mouvement de rotation suffisant pour serrer les écrous A contre le chapiteau.

Ce mécanisme, efficace mais compliqué, a été notablement simplifié sur la grande presse de 10 000 tonnes des ateliers d'Abouchoff (fig. 6 et 7, pl. 37; 3, 4, 5 et 6 ci-dessus). Le chapiteau mobile M est manœuvré par deux presses de levage. Les écrous de butée N, filetés sur quatre colonnes d'acier de 400 millimètres, ont leurs engrenages P commandés, deux à deux, par les pignons centraux de deux vis inclinées S, tournant, comme les vis B de l'appareil précédent, sur des crapaudines Z du chapiteau mobile. Les écrous de ces vis portent, en outre, chacun à leur partie supérieure un pignon Y, auquel on imprime, au moyen des crémaillères R et du cylindre hydraulique H, le petit mouvement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nécessaire pour serrer les écrous N sur le chapiteau mobile, ou pour les en écarter de 5 à 6 millimètres, distance qui se maintient ensuite automatiquement pendant toute la levée ou la descente du chapiteau. Une fois le plongeur de M reposé sur l'acier en fusion dans le moule, on immobilise les vis S au moyen de l'embrayage L, en même temps que l'on supprime l'eau sous pression aux cylindres de levage ; on serre les écrous N au moyen du cylindre H, et on donne la pression au cylindre du bas. Le piston unique de ce cylindre a $1^{m},27$ de diamètre ; le cylindre, en acier fretté, est (fig. 3) garni à l'intérieur d'une chemise en bronze : il repose sur une surface plane de la fondation de la presse : l'eau lui est admise de l'accumulateur ou des pompes par deux tuyaux latéraux.

Un accumulateur chargé à 300 atmosphères manœuvre en même temps que la presse les appareils de manutention et de levage qui la desservent. Les pompes, au nombre de six, en acier, de 577 × 115 millimètres de course, peuvent fonctionner indépendamment, s'accoupler ou se découpler en pleine marche.

Disposition générale de l'installation d'Abouchoff. — Aux forges d'Abouchoff, la presse de 10 000 tonnes P (fig. 7 et 8) se trouve au milieu de son aciérie composée de deux fours Siemens B, d'un four à creusets au gaz, de deux fours à creusets au coke, et d'un four à réverbère, le tout disposé symétriquement de part et d'autre de la voie de la presse. Les fours Siemens sont desservis par deux grues qui amènent les poches renfermant le métal à presser sur une voie transversale, dont le cabestan hydraulique C les conduit à la plaque tournante T, d'où elles s'amènent au-dessus des moules disposés sur tables hydrauliques L. De chaque côté de la presse, des grues hydrauliques permettent d'amener aux mouleaux ordinaires non pressés M l'acier des fours Siemens et des creusets. Les tuyaux principaux du service hydraulique sont en tubes d'acier, de 100 millimètres de diamètre, avec accouplement à vis, forés aux usines mêmes en plein métal forgé. La distribution de l'eau sous pression part d'un cylindre horizontal en communication directe avec les pompes, et sur lequel sont greffées les conduites aboutissant aux principaux mécanismes de l'installation, dont un seul agent peut ainsi contrôler toutes les opérations. Le terrain, très humide au bord de la Néva, a, par sa nature même, nécessité l'emploi de fondations sur pilotis pour les presses, les grues, etc. L'ensemble de l'installation est desservie par deux systèmes de tuyaux dont l'un, qui aboutit exclusivement au cylindre de la presse, est pourvu d'une valve permettant d'en modérer la pression en l'ouvrant en partie à l'atmosphère dès que la compression du métal s'effectue trop vite ou dépasse le degré prévu. Le mécanicien est guidé, à cet effet, par les indications d'un manomètre spécial.

Conduite de l'opération. — Le moule à presser, convenablement séché, puis chauffé, est placé sur l'une des tables hydrauliques L, qui l'amène au niveau du plateau de la presse, sur laquelle il est poussé par le piston hydraulique R. Le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plateau de la presse repose alors sur quatre taquets de repos. Le moule une fois

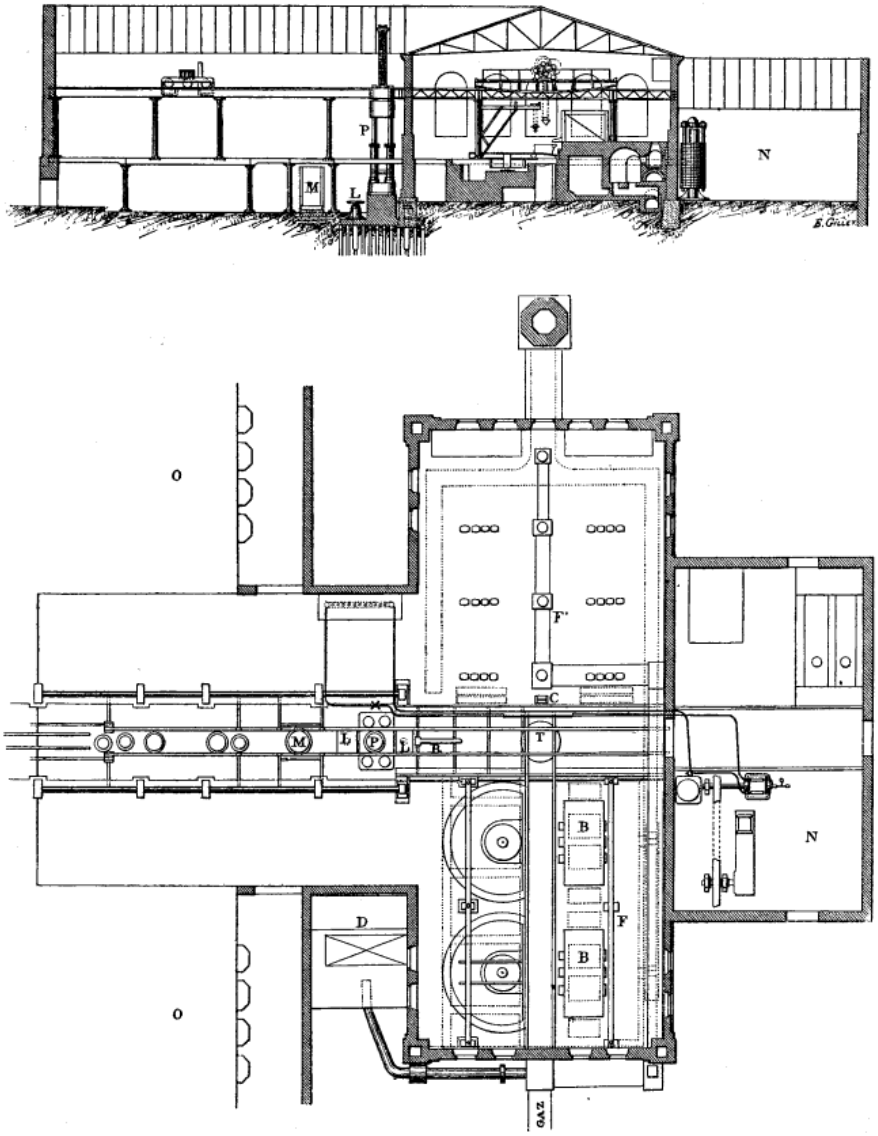


Fig. 7 et 8. — Aciéries d'Abouchoff. Ensemble du service de la presse de 10 000 tonnes. Échelle 1/600. — P, Presse de 10 000 tonnes. — O O, Fours à creusets desservis par les gazogènes F'. — D, Four à réverbère. — BB, Four Siemens. — N, Machine motrice, pompes, accumulateur. — C, Cabestan hydraulique. — T, Plaque tournante. — L L, Grues hydrauliques. — M, Mouleaux ordinaires.

assujetti bien au centre du plateau, on le ramène avec son plateau sur le piston L, puis sous la poche de coulée, et, de là, sous la presse, sur ses taquets. On abaisse

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

alors le plongeur du chapiteau mobile de la presse, qui pèse environ 50 tonnes, sur le métal en fusion, jusqu'à ce qu'il en sorte un peu par le jeu de 1 millimètre environ réservé entre ce plongeur et les parois du moule, puis on immobilise le chapiteau en serrant ses écrous, comme nous l'avons expliqué. Après cette manœuvre, qui ne prend que quelques secondes, on donne la pression au cylindre du bas aussi rapidement que possible, pendant que l'acier est encore en fusion. Si la marche du piston est trop vive, on en est informé par le métal qui s'échappe par le jeu du plongeur et les évents.

Le lingot se contracte rapidement pendant les premières secondes, et il importe de lui appliquer la pression maxima le plus vite possible : au bout de quelques minutes, la contraction, diminue rapidement, puis cesse bientôt tout à fait : on la suit en diminuant à mesure le débit des pompes.

Au commencement de la mise en pression, il s'échappe une grande quantité de gaz, avec un bruit caractéristique d'une pression très élevée et une flamme bleue, due autant à l'hydrogène qu'à l'oxyde de carbone. L'abondance de ces gaz s'explique en grande partie par le dégagement de l'air atmosphérique renfermé dans les porosités du moule. Il se produit souvent, après quatre ou cinq minutes de pression, des explosions violentes, accompagnées d'une projection abondante d'étincelles et de poussières métalliques. M. Greenwood attribue ces explosions principalement au dégagement subit de gaz enfermés dans le métal, comme tendraient à le faire supposer les fortes détonations, caractéristiques de la dilatation subite d'une masse de gaz, et la possibilité de les prévenir par une manœuvre assez prompte du robinet d'échappement de l'eau sous pression, qui réduit l'expulsion de grandes quantités de métal à une projection de poussières à peu près inévitable.

Il faut maintenir la pression longtemps après que les gaz ont cessé de s'échapper et le métal de se contracter, afin d'éviter, au refroidissement, le développement d'efforts moléculaires internes qui se manifestent souvent par la production de criques ou même de fractures dans la masse du lingot, et que la pression évite même mieux que le forgeage, ainsi que l'ont prouvé les expériences du général Kolakoutsky.

Les pressions varient ordinairement de 600 à 1900 atmosphères à la surface du lingot ; mais elles ne prennent tout leur effet que si elles agissent assez longtemps. Avec un lingot de 860 millimètres de diamètre, il faut, pour assurer une homogénéité parfaite, maintenir pendant quarante minutes une pression de 2100 atmosphères, ou 1500 atmosphères pendant 50 minutes. Plus le lingot est volumineux, plus il faut presser fort et longtemps : trois heures pour un lingot de 860 × 630 millimètres. Le lingot se raccourcit par la pression de 9 p. 100 environ.

Une pression de 200 à 900 atmosphères suffit pour améliorer considérable-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment la ductilité et l'homogénéité des lingots, mais l'homogénéité parfaite exige l'application prolongée de pressions allant de 2 000 à 2 300 atmosphères.

Lingots creux. — On a presque renoncé à la compression de lingots creux sur noyaux en fonte, avec ou sans circulation d'eau, dont la fabrication est difficile, et que l'on débarrasse difficilement de la couche d'oxyde intérieure déposée sous pression autour du noyau : en outre, ce procédé a l'inconvénient de reporter autour du noyau, sur une zone cylindrique, les porosités qui se produisent parfois avec moins d'inconvénients dans l'axe même des lingots pleins. On préfère aujourd'hui obtenir des lingots creux par le forage des lingots pleins.

Effets et avantages de la compression. — On ne connaît pas encore la théorie de la destruction des bulles de l'acier par la compression : on ne sait si les gaz qui les remplissent sont expulsés ou occlus et dissous à nouveau dans la masse du lingot. D'après M. Greenwood, la projection des poussières métalliques ne pourrait guère s'expliquer que par l'expulsion d'une grande partie des gaz occlus avant la pression. De plus, l'examen des lingots insuffisamment comprimés démontre que les gaz ont, comme les impuretés de l'acier (carbone, silicium, soufre), tendance à se rassembler au haut et dans l'axe du lingot, comme s'ils se concentraient, après la solidification des parois, vers la partie la plus fluide du lingot. En général, dans les lingots insuffisamment comprimés, les gaz tendent à se réunir vers le haut en une poche unique, dont une compression un peu plus élevée les élimine facilement, en produisant la détonation caractéristique signalée plus haut vers la fin de la compression. D'après M. Greenwood, le premier effet de la pression serait d'empêcher la formation des bulles à la surface du lingot, ou de les fermer en en chassant les gaz au travers des parois poreuses du moule, puis de concentrer la formation des bulles intérieures vers l'axe et les parties les plus fluides du lingot, d'où leurs gaz sont ensuite rejetés ou réabsorbés dans la masse du métal ; enfin, la continuation de la pression pendant le refroidissement achève d'assurer l'homogénéité du métal, en empêchant la formation des bulles de contraction et des criques de solidification. Ces criques longitudinales et radiales, indice d'efforts moléculaires considérables, très fréquentes avec les lingots ordinaires, ne se présentent, pour ainsi dire, jamais avec les lingots comprimés, même dans les opérations les plus diverses de leur forgeage : recuit, laminage, etc.

La figure 9 représente l'aspect d'une plaque de $0^m,12$ d'épaisseur, découpée dans le milieu d'un lingot non comprimé, de $0^m,785$ de diamètre, de $2^m,10$ de hauteur, et pesant 8 tonnes. On voit que, sur une hauteur de 860 millimètres, le lingot est tout à fait inutilisable. La figure 10 représente la coupe d'un lingot du même acier, de 880 millimètres de diamètre sur 2 mètres de longueur avant sa compression, et de $1^m,78$ après, parfaitement sain, et sans aucune bulle ou soufflure à la surface : résultat normal de l'emploi de la compression à Abouchoff. En fait, on y utilise couramment la totalité du poids des lingots comprimés, tandis que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'on ne pouvait guère employer auparavant que les deux tiers du métal des lingots non comprimés, on devait enlever parfois au tour le tiers du métal d'un lingot avant de le laminer en barres.

Un exemple particulier achèvera de faire apprécier l'économie de matière acquise par l'emploi de la compression. On employait auparavant, à Abouchoff, pour fabriquer les tourillons des pièces de 150 millimètres, des lingots de 3 300 ki-

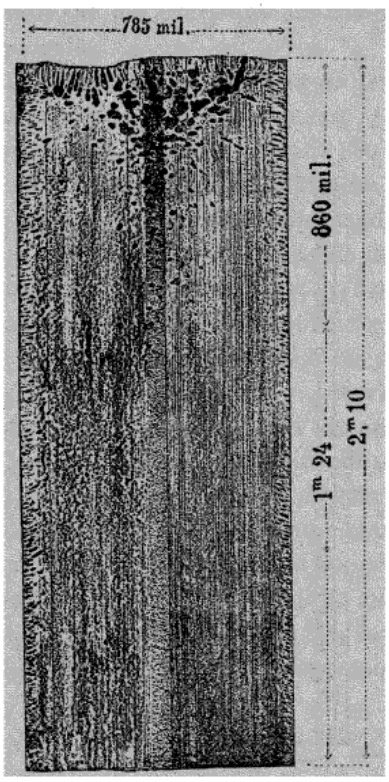


Fig. 9. — Coupe d'un lingot d'acier non comprimé.

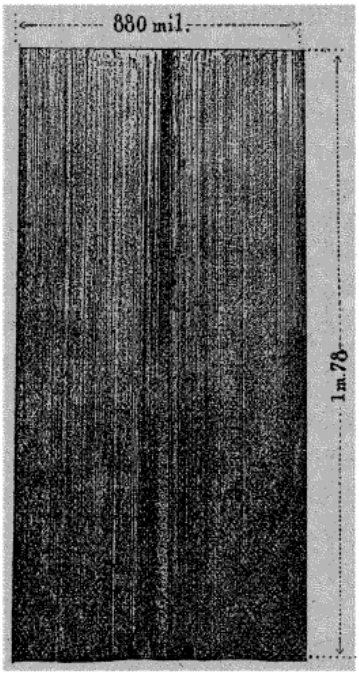


Fig. 10. — Coupe d'un lingot d'acier comprimé.

logrammes : on en forgeait trois tourillons dont un seul, en moyenne, pouvait être accepté. Depuis la compression, on emploie toujours ces mêmes lingots, de 560 millimètres de diamètre et de 1m,67 de hauteur; on les découpe au marteau en cinq longueurs de 320 millimètres qui donnent, après forgeage, cinq tourillons pesant en tout 2 600 kilogrammes : on ne perd que 700 kilogrammes en déchets de coupe, de forge, etc. ; les pièces sont toutes parfaitement saines. Les avantages de la compression sont plus accentués encore avec les très grosses pièces.

La densité moyenne du lingot comprimé est plus élevée notablement que celle du lingot non comprimé ; mais celle des parties saines des deux lingots ne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

différait que de très peu : dans un cas, la densité de l'acier comprimé était de 7,88, et celle de l'acier non comprimé sain, de 7,85.

Résistance des aciers comprimés. — On attribue ordinairement à l'acier comprimé une résistance à la traction supérieure de 18 p. 100 à celle de l'acier non comprimé, mais il faudrait établir ce fait par des expériences rigoureusement comparables.

Les tableaux suivants, déduits d'expériences de ce genre exécutées à Abou-

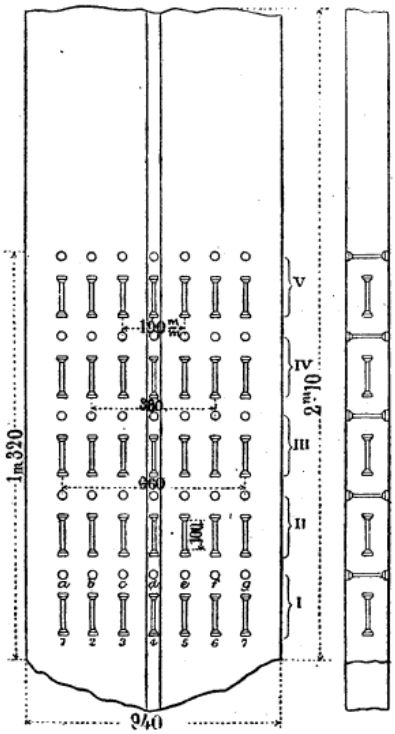


Fig. 11 et 12. — Prises d'éprouvette dans un lingot d'acier non comprimé.

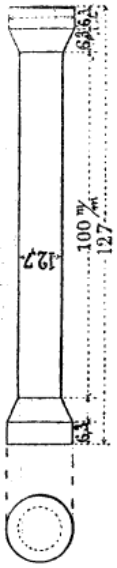


Fig. 13. Éprouvette.

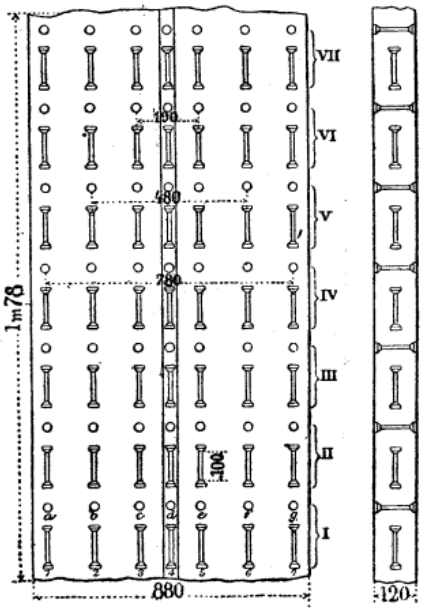


Fig 14 et 15. — Prises d'éprouvettes dans un lingot d'acier comprimé.

choff indiquent en faveur de l'acier comprimé une limite d'élasticité et une résistance plus élevée, une contraction et un allongement plus grands à la rupture.

Éprouvettes découpées dans le sens longitudinal du lingot.	Moyenne de 35 essais sur un lingot non comprimé et de 49 essais sur des éprouvettes d'un lingot comprimé.			
	Effort limite d'élasticité.	Effort de rupture.	Contraction de la section à la rupture.	Allongement en tant p. 0/0 avant rupture.
Lingot non comprimé . .	$17^k,20$ p. $^m/_{m^2}$	$46^k,80$	4,41 0/0	8,76 0/0
— comprimé.	$17^k,95$ —	47^k	7,90 —	12,51 —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

	Moyenne de 5 essais d'éprouvettes découpées diamétralement (fig. 11 et 12).			
	Effort limite d'élasticité.	Effort de rupture.	Contraction de la section à la rupture.	Allongement en tant p. 0/0 avant rupture.
	—	—	—	—
Lingot non comprimé. . .	$17^k,8$ p. $^m/_{m^2}$	$44^k,7$	3,61 0/0	7,91 0/0
— comprimé.	$19^k,5$ —	$46^k,9$	7,57 —	12,74 —

Les expériences exécutées à Abouchoff pour déterminer les effets de la compression sur les aciers ont été conduites de manière à en tirer des résultats comparables.

On prit à cet effet deux lingots de 800 kilogrammes en acier Siemens, l'un de 940 millimètres de diamètre et de $2^m,10$ de long (fig. 11 et 12), coulé dans un moule ouvert, l'autre (figure 14 et 15) de 880 millimètres de diamètre et de $1^m,78$ de long, après une compression de 3 937 tonnes ou de 675 atmosphères maintenue pendant 3 heures et demie. La compression, bien que très modérée, l'avait raccourci de 210 millimètres. On découpa au milieu de chacun de ces lingots une planche de 120 millimètres d'épaisseur, et, dans cette table, une série d'éprouvettes longitudinales et transversales groupées en séries I, II, III, IV..., de 14 éprouvettes, dont sept longitudinales, désignées par les chiffres 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7..., et sept transversales, *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*..., les éprouvettes longitudinales n° 4 et les transversales *d* étaient prises dans l'axe même du lingot.

La figure 13 représente la forme des éprouvettes.

L'acier renfermait 0,39 p. 100 de carbone et 0,4 p. 100 de manganèse.

Tout d'abord, le lingot non comprimé, bien que beaucoup plus volumineux, ne put fournir que cinq séries d'éprouvettes, tandis que le lingot comprimé fournit les sept séries parfaitement saines, même dans l'axe et sur le pourtour, tandis que le lingot ordinaire n'était sain que sur un diamètre de 610 millimètres.

Les résultats moyens de ces essais ont été les suivants :

	Effort limité d'élasticité.	Effort de rupture.	Striction de rupture.	Allongement de rupture sur 200 millimètres.
	—	—	—	—
Éprouvettes longitudinales :				
Acier ordinaire (35 essais). .	$17^k,4$ p. $^m/_{m^2}$	45,	4,41 0/0	8,76 0/0
— comprimé (49 essais). .	22^k —	45,2	7,90 —	12,51 —
Éprouvettes transversales :				
Acier ordinaire (35 essais). .	$17^k,5$ —	44,5	3,61 —	7,91 —
— comprimé (49 essais). .	$19^k,3$ —	45,5	7,57 —	12,74 —

On voit que, si la compression n'augmente pas beaucoup la résistance à la rupture, elle améliore au contraire beaucoup la ductilité ou l'allongement, qui passe de 8,76 à 12,50 p. 100, ou augmente de 43 p. 100 environ dans le cas des éprouvettes longitudinales. Ce résultat est encore plus accentué avec les éprouvettes transversales En outre, l'allongement varie beaucoup, dans le lingot com-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

primé, suivant la position de l'éprouvette : au bas du lingot, en I, il est de 12,44 p. 100 ; en V, dans le bas du lingot, il n'est plus que de 2,02 p. 100 ; comprimé, l'allongement est de 13,71 p. 100 ; à la partie supérieure, en VII, il est encore de 11,63. Dans les deux cas, ce sont les éprouvettes extrêmes, 1 et 7, *a* et *g*, qui ont donné, pour l'effort limite d'élasticité, les valeurs les plus élevées. Le tableau suivant donne les moyennes de ces valeurs de la résistance et de l'allongement à la rupture, pour des éprouvettes prises à différentes distances du centre du lingot :

Position des éprouvettes.	N^{os} 1 et 7 *a* et *g*.	N^{os} 2 et 6 *b* et *f*.	N^{os} 3 et 5 *c* et *e*.	N^{os} 4 et *d* dans l'axe.
Effort limite d'élasticité :				
Lingot ordinaire (5 séries). . . .	18^{k},4 p. $^{m}/_{m^2}$	17,6	17,10	17,20
— comprimé (7 séries) . . .	18^{k},9	17,5	17,8	18,7
Effort de rupture :				
Lingot ordinaire (5 séries). . . .	46^{k},20	45,2	43,2	43,9
— comprimé (7 séries) . . .	50^{k},7	46	44,2	43,9
Allongements de rupture :				
Lingot ordinaire (5 séries). . . .	7^{k},22 0/0	8,22 0/0	8,88 0/0	8,62 0/0
— comprimé (7 séries) . . .	17^{k},61 —	13,15 —	9,07 —	8,09 —

L'allongement des éprouvettes prises dans l'axe du lingot comprimé est, comme on le voit, égal à 8 p. 100, comme dans les parties saines du lingot ordinaire, tandis qu'il atteint 17,6 p. 100 dans les parties moyennes du lingot comprimé. On voit qu'une pression même modérée, de 600 à 700 atmosphères, suffit pour assurer aux parties moyennes du lingot la résistance et l'homogénéité indispensables à leur emploi comme tubes ou frettes de canons, pour la fabrication desquelles on enlève la partie centrale du lingot.

En outre, le recuit a pour effet d'enlever aux parties centrales et superficielles du lingot toute trace de l'effet produit par les efforts moléculaires qui se manifestent pendant le refroidissement : le recuit et le forgeage augmentent la ductilité de ces parties sans améliorer sensiblement leur résistanee de rupture.

En concluant, M. Greenwood fait remarquer que, dans les essais comparatifs de résistance, on n'a pas tenu compte des chiffres extrêmement faibles donnés par les éprouvettes des séries VI et VII du lingot non comprimé, de sorte que la comparaison a été établie dans des conditions plutôt défavorables à l'acier comprimé.

Il ne recommande pas l'emploi de la compression pour des pièces coulées de formes compliquées, ni, du moins sous la forme décrite, pour la fabrication de l'acier à rails ou à fers vendu 100 à 125 francs la tonne, ni enfin comme devant remplacer entièrement le forgeage des pièces. Son application principale est la production de lingots absolument sains destinés à des pièces qui exigent une sécurité absolue coûte que coûte, d'autant plus que, pour les pièces des machines,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'utilisation de la totalité du lingot comprimé compense en grande partie le prix de sa compression. Enfin, on pourrait construire à moindres prix que les pièces composites actuelles des canons, formés, à l'exception de la culasse et des tourillons, d'un seul lingot d'acier comprimé massif, percé puis forgé sur mandrin à la presse hydraulique.

Discussion. — D'après *M. Parker*, la compression ne serait pas nécessaire pour obtenir un acier parfaitement homogène. Il cite le procédé de M. Pourcel, consistant à ajouter à l'acier, un peu avant sa coulée, une certaine quantité d'un alliage renfermant 10 p. 100 de silicium, 30 p. 100 de manganèse et 2 p. 100 de carbone. Ces éléments réducteurs se combinent avec l'oxygène qui reste encore dans le bain en formant une scorie très fusible de silicate de fer et de manganèse, qui renferme la plupart des impuretés de l'acier, surnage et s'écoule facilement à la surface du bain : on empêche ainsi, dans le corps du bain, la formation d'oxyde de carbone, à laquelle sont dues la plupart des soufflures. D'après les observations de M. Barba, il est essentiel, pour obtenir un lingot sain, de rendre son refroidissement aussi uniforme que possible, afin d'éviter les cristallisations que l'on peut d'ailleurs faire disparaître ensuite par un recuit. *MM. Vickers, Riley* et *Walker* partagent l'avis de M. Parker. *M. Walker* rappelle la tendance des impuretés à se concentrer en haut du lingot et cite la pratique de M. Ellis, qui consiste à maintenir le chapeau du lingot à une haute température, afin de laisser le gaz s'en échapper à loisir. *M. Head* pense que l'on pourrait éviter les gaz des lingots, dus principalement au mélange des gaz de la combustion avec l'acier sur la sole, en chauffant cet acier par rayonnement, d'après les méthodes de M. F. Siemens. *M. Reynolds* pense que l'on éliminerait facilement ces gaz en maintenant les lingots en fusion pendant un temps suffisamment long, à une température inférieure à celle de la dissociation des corps dont les combinaisons produisent par leur dégagement gazeux les soufflures des lingots : ces gaz peuvent alors s'échapper librement du métal liquide, au lieu de rester enfermés dans la masse pâteuse du lingot, où ils se développent vivement dès que le refroidissement l'abaisse au-dessous du point de dissociation. Enfin, d'après *M. Howe*, l'acier liquide, complètement incompressible, absorberait les gaz d'autant plus qu'il est plus comprimé, de sorte qu'il serait au moins inutile de comprimer l'acier avant sa solidification.

M. Parker pense, comme l'auteur, que les gaz occlus dans l'acier s'en dégagent en grande partie au moment de la solidification ; leur hydrogène provient de la vapeur d'eau de l'air qui traverse l'acier en si grande abondance pendant son travail ; pour lui, les effets de la compression sont indiscutables. C'est aussi l'avis de *M. Anderson,* qui a souvent assisté au fonctionnement des presses à Abouchoff, et qui déclare adopter en tous points les opinions et les conclusions de l'auteur.

G. RICHARD.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LÉGENDE DE LA PLANCHE 36 REPRÉSENTANT LA PRESSE DE WHITWORTH (1886) DE 250 TONNES.

Fig. 1. — Élévation, coupe. Échelle 1/30.

Fig. 2. — Coupe A B. Échelle 1/15.

Fig. 3. — Coupe C D. Échelle 1/15.

D, Base de la presse pourvue d'un piston compresseur P pouvant exercer une pression de 250 tonnes.

E, Chapiteau mobile que l'on fixe à une hauteur quelconque en serrant les mâchoires-écrous N N sur leurs colonnes en acier fileté; ce serrage s'obtient par la manœuvre du levier L qui commande simultanément, sur chacun des deux écrous, deux vis de serrage à pas opposés comme ceux d'un tendeur d'attelage.

C, Noyau garni de terre réfractaire qui peut monter et descendre dans le chapiteau E par l'action d'une presse hydraulique S S fixée en serrant l'écrou W.

Fig. 4. — Vue du chapiteau de la presse représentée par les figures 1 et 2 de la planche 37.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 37 REPRÉSENTANT LES PRESSES DE WHITWORTH ET DE GREENWOOD.

Fig. 1 et 2. — Presse Whitworth de 2 000 tonnes; élévation et plan du chapiteau M. (Échelle 1/30).

M, Plateau mobile que l'on peut élever ou abaisser au moyen d'un cylindre hydraulique supérieur non représenté sur les figures, et que l'on fixe à la hauteur voulue en serrant simultanément les mâchoires des écrous N sur les colonnes filetées de la presse. Ce serrage s'opère en tournant (fig. 4, pl. 36) le croisillon T qui commande, par les pignons S S, les vis de serrage B B B B (fig. 1, pl. 37).

Fig. 3, 4 et 5. — Presse Whitworth de 8 000 tonnes. Élévation (échelle 1/70) plan du mécanisme de fixation du chapiteau M (échelle 1/40) et détail d'un écrou S (échelle 1/20).

M, Plateau ou chapiteau intermédiaire suspendu à la tige P d'un piston hydraulique.

A A, Quatre écrous, à pignons W, filetés sur les colonnes de la presse.

LL, Arbres verticaux dont les pignons inférieurs engrènent avec W W W W et les pignons supérieurs XX avec les roues S S. Les pignons XX sont calés à rainure et languette sur les arbres L L.

BB, Arbres verticaux filetés d'un pas très allongé, faisant écrou dans les longs noyaux en bronze C C des roues S S.

En temps ordinaire, les écrous A A A A ne touchent pas le plateau M;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lorsque ce plateau monte en entraînant avec lui les arbres L L et B B, ces derniers font tourner dans le chapiteau supérieur T les écrous C C dont les pignons S S font tourner par les trains S X L W les écrous A, de manière qu'ils suivent la montée du plateau M en conservant leurs distances à ce plateau, et sans gêner son mouvement. Ils en suivent de même la descente.

V V, Pignons de serrage commandés simultanément par les vis sans fin U U. En tournant les volants R R, les douilles des pignons V V filetées sur celles des roues S S leur impriment un petit mouvement de rotation suffisant pour serrer légèrement sur le chapiteau M les écrous A qui, dès lors, l'immobilisent et reçoivent la poussée du plateau F.

Fig. 6 et 7 et *fig.* 4, 5, 6, page 79. — Presse de Greenwood de 10 000 tonnes.

M, Plateau intermédiaire suspendu à deux cylindres hydrauliques.

N N N N, Quatre écrous en fonte filetés sur les colonnes de la presse, et pourvus de quatre pignons en acier P.

S S, Vis à filets très inclinés dont les pignons inférieurs engrènent avec ceux des écrous N et les pignons supérieurs XX, à gaines filetées B, avec les crémaillères R R commandées par le cylindre hydraulique H qui serre et desserre les écrous N comme les manettes Z de la presse précédente.

Z Z, Crapaudines des vis S S.

L L, Embrayages permettant d'immobiliser les vis S S.

ARTS ÉCONOMIQUES

LES HABITATIONS OUVRIÈRES A L'EXPOSITION DE 1889

La question des habitations ouvrières a été, à différentes reprises, l'objet de communications et de rapports insérés dans le *Bulletin* de la Société d'Encouragement. Elle est, en effet, des plus importantes au point de vue des intérêts moraux et du bien-être. De précieux documents publiés tant en France qu'à l'étranger, et même des modèles de maisons ouvrières, ont figuré à l'Exposition universelle de 1889, dans le groupe de l'Économie sociale. Les nombreux industriels qui reçoivent le *Bulletin* liront avec profit le compte-rendu ci-après, extrait du *Journal officiel* (numéro du 12 décembre 1889) (1).

Maisons ouvrières.

Ouvriers locataires. — La Société anonyme de logements économiques de Lyon a fourni, à l'exposition d'économie sociale, un des exemples les plus re-

(1) Note de la rédaction.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

marquables d'habitations ouvrières en location, tant au point de vue du confort et de l'hygiène qu'à celui du bon marché.

Cette Société fut créée, sous forme civile, le 1er juin 1886 par MM. Aynard, Gillet et Mangini, et, le 1er juillet suivant, commença la construction de cinq maisons à quatre étages sur un terrain de 1 060 mètres, à la Guillotière. Une année après le 1er juillet 1887, les cinq maisons comprenant soixante logements étaient entièrement louées. La dépense, y compris l'intérêt du capital à 4 p. 100 pendant la construction, s'éleva à 177 027 fr. 23, sur lesquels 29 021 fr. 75 pour l'acquisition du terrain. La surface bâtie étant de 669 mètres carrés, le coût du mètre superficiel revenait à 148 005 fr. 48 : 669 = 221 fr. 24, compris les murs de clôture, lavoirs, puits, trottoirs, etc.

A la suite de cette première expérience, la Société acquit un nouveau terrain contigu au précédent et y édifia trois maisons, puis en acheta un autre plus vaste de 7 459 mètres sur lequel seize immeubles seraient édifiés.

L'accroissement de ses opérations mit la Société civile dans la nécessité d'augmenter son capital. Cette circonstance fut l'occasion d'un fait économique et social très intéressant, à savoir : l'intervention de la caisse d'épargne et de prévoyance du Rhône dans l'œuvre des maisons ouvrières. Cet établissement, éclairé par l'expérience précédente sur la solidité et l'utilité de l'entreprise, n'hésita pas à lui donner son concours dans une très large mesure et y engagea une somme importante prélevée sur les fonds de retraite de son personnel.

Ce concours des caisses d'épargne dans l'amélioration du logement ouvrier avait été prévu et indiqué, dès l'origine de ces précieuses institutions, par Benjamin Delessert. Mais, bien qu'il eût été réalisé, depuis plus de quarante ans, en Angleterre, la législation qui régit nos caisses d'épargne avait empêché qu'il fût mis à exécution en France, avant l'heureuse initiative de la caisse d'épargne et de prévoyance du Rhône. Encore celle-ci ne put-elle le faire qu'en raison de dispositions particulières au fonds de retraite de son personnel. Une année plus tard, la caisse d'épargne des Bouches-du-Rhône, s'inspirant de cet exemple, a sollicité et obtenu du Gouvernement deux décrets l'autorisant à appliquer 250 000 fr. de ses revenus personnels à la question des constructions immobilières économiques. Ces deux faits, qui répondaient à d'anciennes et vives préoccupations de la philanthropie française, doivent être, à n'en pas douter, les avant-coureurs d'une réforme importante du régime légal des caisses d'épargne en vertu de laquelle les réserves créées par l'épargne du peuple serviront, dans une certaine mesure, à l'amélioration de l'habitation du peuple.

L'initiative de la caisse d'épargne et de prévoyance du Rhône est donc appelée, tout permet de l'espérer, à être le point de départ d'une heureuse transformation de nos caisses d'épargne françaises.

En attendant ce résultat, son concours a permis à la Société civile de loge-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ments économiques de se substituer une société anonyme au capital d'un million.

Les travaux continuèrent activement et, le 1er avril 1888, six nouvelles maisons étaient achevées et immédiatement occupées par soixante-six familles d'ouvriers. Sept autres, en construction actuellement, seront livrées aux locataires au printemps de 1890, et les trois dernières seront réservées pour être construites en 1890-1891.

L'œuvre de la Société comportera ainsi huit maisons formant le groupe de la Guillotière et seize celui de la Rize, contenant en tout trois cent quatre appartements.

Les points les plus intéressants dans cette remarquable entreprise sont d'abord le bon marché auquel elle a réussi à édifier des constructions parfaitement bâties, remarquables sous le rapport de l'hygiène et du confortable. Le prix de revient de la construction ne s'est élevé qu'à 221 fr. 24 tout compris, même l'intérêt à 4 p. 100 du capital pendant les travaux. Ce premier point est le plus important, car on ne peut louer bon marché que si on a construit bon marché. Le terrain a coûté environ 27 francs.

Ce bon marché de la location, la Société l'a réservé tout entier à ses clients ; elle ne s'est attribué qu'un intérêt de 4 p. 100. Quelques chiffres permettent d'en juger : les appartements de trois pièces au rez-de-chaussée, aux premier et deuxième étages, de 42 à 50 mètres de surface, sont loués à raison de 5 fr. 12 à 5 fr. 75 le mètre ; les appartements de trois pièces au troisième et quatrième étages, de 40 mètres de surface, se louent de 4 fr. 35 à 4 fr. 65 le mètre, et enfin ceux de deux pièces, d'une superficie de 22 à 30 mètres, de 4 à 4 fr. 40. Les loyers sont donc, pour trois pièces, entre 228 et 258 francs, et ceux de deux pièces entre 96 et 132 francs par an.

Chaque appartement de trois pièces possède des cabinets d'aisances intérieurs avec cuvette à siphon, parfaitement aérés ; une cuisine carrelée dans laquelle se trouvent un fourneau, une pierre à évier, des rayonnages, un charbonnier, une planche à batterie et un placard. Les deux autres pièces sont parquetées en chêne de Bourgogne.

Pour donner la mesure de la valeur d'estime que ces logements ont acquise dans la population, un seul chiffre suffira : les pertes de location n'ont été jusqu'ici que de 1/59, c'est-à-dire moins de 1 1/3 p. 100. Ce résultat fait l'éloge des constructions non moins que de la clientèle choisie qui est généralement celle de toutes les institutions de ce genre, où les conditions de bien-être et de propreté sont toujours intimement liées aux conditions d'une commune moralité.

Un résultat à fort peu près pareil a été constaté par la Société anonyme immobilière des petits logements de Rouen. La notice fournie par cette Société à l'Exposition dit en effet : « La rentrée des loyers est aussi ponctuelle qu'on pou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vait l'espérer. Nous n'inscrivons comme non-valeurs, au compte location, qu'une somme de 454 francs sur un total de 24 328 fr. 22, soit un peu moins de 2 p. 100.

Le personnel des établissements Menier à Noisiel habitait, autrefois, en grande partie les pays environnants, dont quelques-uns sont assez éloignés. Pour parer à ces inconvénients, M. Menier père fonda en 1874 une cité ouvrière, qui est devenue un important village, d'aspect agréable, placé en avant de l'usine et dont les maisons de briques, au milieu de jardins, couvrent une étendue de 20 hectares, occupée par un millier d'habitants.

Cette cité est traversée par de larges rues plantées d'arbres, éclairées au gaz et pourvues de bornes-fontaines alimentées d'eau de source ; les voies et les constructions sont entretenues en parfait état de propreté par les soins et aux frais de l'établissement.

Les maisons sont construites en quinconce de chaque côté des rues, de sorte que celles de droite font face aux jardins de gauche. Cette disposition a pour effet de donner plus d'air et plus de vie à chaque habitation.

Ces maisons, formant deux cents appartements, sont élevées d'un rez-de-chaussée et d'un étage ; toutes sont entourées d'un jardin particulier ; elles sont entièrement isolées les unes des autres et mesurent chacune 400 mètres pour le jardin et 64 mètres pour l'habitation. Elles ont un hangar, une cave, un grenier et des water-closets intérieurs, fermés, aérés et à tinettes mobiles. Les maisons sont divisées en deux appartements absolument indépendants. Afin d'assurer cette indépendance des locataires, l'entrée par la rue de chacune des habitations contiguës est séparée par l'étendue du bâtiment commun ; l'entrée intérieure est sur les deux faces opposées, et les deux jardins sont l'un à droite, l'autre à gauche.

Chaque logement comprend au rez-de-chaussée : un jardin y donnant accès, de façon que les enfants puissent y jouer sans sortir dans les rues ; une grande pièce à deux fenêtres servant de chambre ou de salle de réunion ; une vaste cuisine, derrière, avec fourneau monté et un évier ; un hangar couvert pour la lessive, le bois et les diverses provisions, ainsi qu'une grande cave ; puis les water-closets. Au premier étage, se trouvent : une grande chambre à coucher, puis une autre un peu plus petite pour les enfants ; au-dessus un grand grenier pour l'étendage du linge et les débarras. Toutes les pièces sont pourvues de cheminées ainsi que d'armoires et de persiennes. Elles sont parquetées, sauf la cuisine, qui est carrelée.

Le prix de revient d'une maison double est d'environ 10 000 francs, soit 5 000 francs par logement. La location de chaque logement est de 150 francs par an, payable à raison de 12 fr. 50 par mois, net de toutes contributions et réparations locatives. La propriété de ces maisons ne peut être cédée par l'établissement qui veut éviter que, par suite de mutations, de vente ou d'héritage, elles ne soient

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

détournées de leur destination première en permettant l'introduction dans la cité de personnes qui pourraient y être étrangères et quelquefois y occasionner un préjudice. Néanmoins, comme il est accordé aux ouvriers des primes d'ancienneté proportionnelles au temps de service, qui viennent compenser le loyer de leurs logements, ils ont, par ce fait, au bout d'un certain temps, la jouissance gratuite de leur habitation, comme s'ils en étaient propriétaires.

Ouvriers propriétaires. — La Société de la Vieille-Montagne s'est attachée à rendre les ouvriers propriétaires fonciers. Elle considère que rien n'est plus propre que la possession du foyer domestique à accroître la moralité et la dignité du travailleur, en même temps que son indépendance, et que cette transformation du prolétaire en propriétaire introduit, sans cesse, dans la société des éléments d'ordre et de paix.

Ses efforts dans ce sens ont été de natures diverses, suivant les circonstances et les localités. Ici, elle a morcelé des terrains qui lui appartenaient et les a cédés aux ouvriers à des prix réduits. Puis elle a fait aux acquéreurs des avances remboursables à longues échéances, pour leur permettre de construire des maisons. Ailleurs, l'ouvrier ayant choisi et acheté lui-même son terrain, la Société lui a cédé tous les matériaux nécessaires pour construire sa maison : briques, pierres, pavés, bois, fers, à ses prix d'inventaires, le faisant profiter du bénéfice de ses achats en gros. Ailleurs encore la Vieille-Montagne a bâti des maisons et les a revendues au prix de revient à ses ouvriers, une partie du prix d'achat étant payé comptant et le solde par faibles annuités. Le nombre des ouvriers et contremaîtres qui, par l'un ou l'autre de ces moyens, sont arrivés, dans les divers établissements de la Société, à être propriétaires des maisons qu'ils habitent, n'est pas inférieur à mille, c'est-à-dire qu'un ouvrier sur six environ possède son foyer. Cette proportion, déjà remarquable, tend à s'accroître chaque jour.

La Compagnie des mines de Blanzy a pourvu au problème de l'ouvrier propriétaire foncier par un double mécanisme : les concessions de terrains et les avances d'argent. Elle a fait l'acquisition de domaines bien situés et les a divisés en lots de 2 000 à 2 500 mètres, après avoir tracé les rues et routes d'un village. Tout ouvrier mineur peut demander la concession d'un lot, qu'il paye au prix de revient, c'est-à-dire de cinq à six fois moins cher que s'il l'achetait à des particuliers; il a dix ans pour se libérer et, la plupart du temps, sans qu'on lui réclame d'intérêt. Ces ventes sont faites aux ouvriers classés parmi ceux du fond, travaillant pour la Compagnie depuis un an au moins, étant chefs de famille et possédant déjà certaines ressources, avec obligation d'y bâtir une habitation. Nul ne peut obtenir plus d'un lot, ni sous son nom ni sous celui de personnes interposées, ni vendre la parcelle par lui acquise et la construction élevée, avant dix ans, si ce n'est à un ouvrier de la mine travaillant dans le fond. Le prix de la concession porte intérêt à 5 p. 100; mais si le concessionnaire du terrain continue

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à travailler pendant dix ans dans les travaux du fond pour la Compagnie, en faisant au moins 240 journées par an, il lui sera fait remise de tous les intérêts. La suspension du travail, résultant d'une blessure reçue dans le travail, ne fait pas perdre le bénéfice de cette remise d'intérêts. Si le concessionnaire vient à décéder par suite d'une blessure reçue dans le fond pour le compte de la Compagnie, la remise des intérêts lui sera concédée jusqu'au jour de son décès. Sa veuve et ses héritiers, pourront, à leur choix, conserver la concession pour leur compte, à la charge de payer les intérêts jusqu'à libération, à moins que l'un d'eux ne travaille comme ouvrier du fond, ou céder leurs droits à un autre ouvrier du fond. Si la veuve, ayant des enfants trop jeunes pour travailler dans le fond, conserve la concession, la Compagnie se réserve de lui faire, à titre gracieux, remise des intérêts à courir. Après dix ans de travail dans le fond, à partir de la vente à lui faite, le concessionnaire sera libre de disposer, comme propriétaire absolu, du sol par lui acquis et des constructions.

Cette interdiction, durant dix années, de vendre la parcelle concédée et la construction a pour unique but de prévenir différents abus : les spéculations de tierces personnes voulant tirer parti des concessions de prix faites par la Compagnie, puis l'introduction au milieu des habitations ouvrières des marchands de vins ou d'autres commerces plus contraires encore à la paix et à la moralité publiques.

Le nombre des ouvriers qui ont ainsi acquis des terrains de la Compagnie a été jusqu'ici de 316, pour une surface de terrain de plus de 77 hectares, au prix moyen de 2 629 fr. 14 l'hectare.

Ce n'était pas assez de fournir des terrains payables en dix années : il fallait encore de l'argent aux ouvriers pour bâtir sur ces terrains ou sur d'autres venus en leur possession d'une manière quelconque, soit par achat direct, soit par héritage. Il a été pourvu à ces nécessités par deux règlements, en date des 2 mai et 1er juin 1874.

Dans le premier cas, où il s'agit de terrains concédés par la compagnie, des avances d'argent, dans la limite d'un maximum de 1 000 francs, peuvent être faites après qu'une maison d'une valeur de 1 000 francs au moins y aura été construite, sans cependant que la somme avancée puisse excéder la moitié de la dépense occasionnée par la construction. Cette avance reste facultative pour la Compagnie des mines, qui pourra la refuser, et, dans le cas où elle est consentie, elle doit être exclusivement consacrée au payement des travaux. Cette avance est remboursable, en dix annuités, par douzièmes mensuels retenus sur la paye. Elle est, en principe, productive d'intérêts ; mais elle bénéficie des exemptions d'intérêts dans les mêmes conditions que le prix d'achat du terrain. Sur les 316 ouvriers qui sont devenus propriétaires par le système des concessions, 303 ont reçu des avances en argent pour 235 492 francs, soit, en moyenne, 780 francs par tête.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans le second cas, c'est-à-dire celui de terrains appartenant aux mineurs en vertu d'achat particulier ou d'héritage, le montant du prêt est calculé sur la valeur du terrain et sur l'importance des habitations à y élever, et l'avance est faite au fur et à mesure de la construction. Le remboursement a lieu en six annuités sans intérêts, retenues par douzièmes sur les salaires. Des avances ont été faites dans ces conditions à 225 ouvriers en 1885-1886, pour 16 356 francs ; à 313 en 1886-1887, pour 26 879 francs ; et à 477 en 1887-1888, pour 46 032 francs. On voit que les chiffres sont en progression constante et continue, comme importance des prêts et comme nombre des ouvriers construisant.

L'institution des concessions de terrain et des avances immobilières a contribué puissamment à développer, dans la population ouvrière de Blanzy, le goût et l'habitude de la propriété immobilière. A la fin de l'année 1888, il existait 1 079 ouvriers, chefs de famille, propriétaires de leurs maisons et terrains avoisinants. Le nombre des ouvriers chefs de famille étant de 3 710, la proportion des propriétaires s'élève à 29 p. 100.

La « Société mulhousienne des cités ouvrières » a été constituée en juin 1853, sous la puissante initiative de Jean Dollfus, au capital de 300 000 francs, bientôt porté à 350 000 francs. Elle reçut, dans la suite, une subvention de 300 000 francs, qui fut consacrée à l'exécution de travaux d'utilité publique dans la cité ouvrière construite, ce qui permit de réduire strictement le prix de vente des maisons à la dépense des constructions et du terrain, et le taux des locations à 8 p. 100 de ce prix. Ce revenu de 8 p. 100 doit faire face aux frais de toute nature : contributions et assurances, entretien, appointements et salaires des employés de la direction, et à un intérêt de 4 p. 100 attribué au capital social. Le boni, s'il y en a un, est appliqué à des dépenses d'utilité publique à l'usage des habitants de la cité.

L'objet que la Société s'est proposé a été de construire des maisons destinées à loger un seul ménage et de les vendre aux ouvriers au prix coûtant, en leur accordant, pour se libérer, de longs termes qui peuvent aller jusqu'à quatorze et même seize ans. Ce but, elle l'a atteint avec un rare bonheur. Elle a construit, en effet, de 1854 à 1888, 1 124 maisons et, au 31 décembre 1888, ces 1 124 maisons étaient entièrement vendues et sur les 3 485 275 francs auxquels s'élevait la valeur de ces 1 124 maisons, plus les intérêts, il ne restait plus à payer à la même date que 424 949 fr. 15. Il avait été versé en tout par les acheteurs, en principal et intérêts, 4 584 020 fr. 95.

Dès l'année 1886, il ne restait déjà plus une seule maison à vendre. Toutes celles qui avaient été successivement construites avaient trouvé acquéreurs, et depuis il en a toujours été de même : car celles qu'on continuait à élever chaque année étaient retenues avant d'être achevées, quelquefois même avant d'être commencées. Cet empressement des acquéreurs a commencé à partir de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'année 1875. A ce moment, le nombre des maisons invendues est passé brusquement de 18, chiffre relativement élevé, à 6; depuis il a diminué d'une façon à peu près continue, sauf en 1878 et 1879, jusqu'à 0 en 1885.

Le fait capital est que les 1 124 maisons ont été toutes achetées.

Cependant, en différentes occasions, les ouvriers propriétaires ont dû résilier leurs contrats d'acquisition, soit par suite du décès du chef de famille, soit par l'effet de crises de l'industrie cotonnière. Mais cette opération s'est toujours faite à l'amiable et le plus possible dans l'intérêt de l'acheteur.

Ce dernier a été considéré comme n'ayant occupé la maison qu'à titre de simple locataire et a été remboursé de toutes les sommes en excédent du prix de la location et même avec l'intérêt de l'avance faite par lui comme frais de l'acte de vente qui devait être passé ultérieurement, à l'expiration des payements.

Le système employé pour les ventes doit être signalé. Elles se font par un premier versement de 250 à 300 francs, selon la valeur de l'immeuble. Cette somme est portée au crédit de l'acheteur et doit servir à payer les droits et les frais, lorsque le moment sera venu de réaliser l'acquisition. Le prix se paye par versements mensuels de 18 à 25 francs. Il arrive quelquefois que l'ouvrier ne possède pas la somme totale de 250 ou 300 francs exigée pour l'entrée en jouissance de la maison. Il n'en est pas moins admis à prendre possession, à la condition seulement d'augmenter de quelques francs sa contribution mensuelle jusqu'à ce qu'il ait complété la somme.

Les versements mensuels ne dépassent pas, en général, les prix que coûte en ville la simple location de logements moins grands et moins salubres. Ils ne sont même que légèrement supérieurs aux loyers demandés par l'administration des cités pour les maisons, quand il lui arrive de les louer. On ne porte, en effet, au compte de l'acquéreur que 5 p. 100 du prix de l'immeuble, tandis qu'on en demande 7 à 8 p. 100 au locataire. Lorsqu'un ouvrier a acheté, par exemple, une maison de 3 000 francs qu'il aura entièrement soldée en treize ans et quelques mois, il n'aura déboursé en réalité, au bout de ce temps, que 1 300 francs de plus que s'il n'avait été que simple locataire. C'est donc à 1 300 francs seulement que lui revient sa maison, bien qu'il en ait joui pendant treize ans comme propriétaire.

Les ventes sont faites sous certaines conditions qui ont pour objet le maintien de l'ordre, de la propreté et d'une certaine uniformité extérieure. L'une de ces conditions est de ne pas vendre la maison avant dix ans à dater du jour du contrat, et de ne pas sous-louer une partie à une autre famille sans une autorisation expresse du conseil d'administration. Ces réserves ont été exigées parce qu'on ne voulait pas laisser se réunir sous le même toit un trop grand nombre de personnes étrangères les unes aux autres. C'eût été retomber dans un des inconvénients les plus graves qu'on reprochait aux anciens logements et qu'on voulait éviter à tout prix.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quant à la vente, il fallait se mettre en garde contre des spéculateurs qui n'auraient pas manqué d'acheter des maisons à bon marché pour les louer ensuite à des prix élevés ; de sorte que l'ouvrier, dont on avait uniquement en vue le bien-être, n'aurait rien gagné à la combinaison qu'on avait imaginée à son avantage et aux sacrifices qu'on allait s'imposer. Sans doute, l'administration aurait été maîtresse de ne pas traiter directement avec ces spéculateurs ; mais il leur eût été trop facile d'arriver à leurs fins en faisant acheter ces immeubles par des hommes de paille qui les leur auraient immédiatement revendus sous l'appât du plus mince bénéfice.

Toutefois, la condition de rester propriétaire pendant dix ans n'est pas absolue et, lorsque le nouvel acheteur est un autre ouvrier, l'autorisation de céder est toujours accordée. Il en est de même pour les sous-locations, quand elles paraissent ne devoir entraîner aucun inconvénient pour la famille du propriétaire. Cependant, malgré cette dernière exigence et la surveillance constamment exercée, il s'est produit, à cet égard, quelques abus regrettables. Mais il est à remarquer que ces abus vont en diminuant peu à peu, à mesure que les propriétaires approchent du terme de leur libération et qu'ils ont moins besoin, par conséquent, de se procurer des ressources pour payer leurs acomptes.

La Société des cités a construit successivement des maisons de différents modèles : les unes à étages sur rez-de-chaussée, et les autres à rez-de-chaussée seulement. Les premières se partagent en plusieurs systèmes :

1° Rangées de maisons adossées deux à deux avec jardin sur le devant. Ces maisons, à part celle des angles, ont l'inconvénient de n'avoir qu'une façade et, par conséquent, d'être moins pourvues d'air et de lumière ; aussi, a-t-on renoncé à continuer ce genre de construction.

2° Maisons par groupes de quatre, au milieu d'un jardin partagé en autant de parties égales. Cette disposition est bien préférable, parce qu'elle donne deux façades et rend les appartements plus sains et plus gais. C'est celle qu'on a définitivement adoptée. Toutefois, elles ont l'inconvénient d'être plus chères.

3° Pour conserver la modicité du prix, et les avantages d'aération, on fait aussi des maisons isolées réunies quatre à quatre, mais à simple rez-de-chaussée sans étage.

4° Enfin, il a été construit un petit nombre de maisons entre cour et jardin ; elles sont aussi par rangées.

La surface bâtie pour chaque maison séparée à étage dans les îlots par quatre est généralement de quarante mètres, et celle du jardin de 120. Lorsqu'il n'y a que rez-de-chaussée, la maison est un peu plus étendue, mais le surplus est pris sur le jardin. La surface totale reste donc de 160 mètres.

Des rues spacieuses séparent les propriétés. La principale a 11 mètres de large, les autres en ont 8. Des trottoirs, des rangées de tilleul, des fontaines publiques et des candélabres à gaz ornent ces rues.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le prix de revient des maisons a naturellement varié depuis l'origine. Il était pour celles à étage, en 1854, de 2 429 francs ; il a monté successivement à 2 947, 3 285, 3 724, 4 349 et 4 873 fr. 85 en 1888. Les maisons à simple rez-de-chaussée coûtaient 2 924 francs en 1877, 3 074 fr. 75 en 1884, et 3 224 francs en 1886. Ce sont les prix de revient. Les prix de vente comprennent, en outre, les frais généraux et un fonds de réserve par maison. En résumé, les maisons à étage du dernier type perfectionné se vendent actuellement 5 600, et celles à simple rez-de-chaussée, 3 500 francs. Il faut dire que maintenant la subvention de l'État est épuisée, et les travaux d'utilité publique sont exécutés aux frais de la Société. Les habitations nouvellement construites ont donc été grevées d'une part proportionnelle dans les dépenses générales, tandis que les premières en avaient été exonérées.

Indépendamment des maisons destinées à la vente, on a élevé un grand établissement distribué en chambres, convenablement meublées, qu'on loue au bas prix de 6 francs par mois à des célibataires hommes, qui sont le plus généralement de jeunes ouvriers sans parents à Mulhouse. Ils y trouvent des logements plus propres et plus sains qu'ils ne pourraient en avoir en ville même à un prix plus élevé, et une salle commune, chauffée et éclairée en hiver, où ils peuvent passer leurs moments de loisir. Ils y sont soumis à certaines prescriptions, comme d'être rentrés avant dix heures du soir et de n'y introduire jamais de femmes.

La Société mulhousienne a fait également construire une boulangerie et un restaurant. La première vend du pain de bonne qualité à 5 ou 10 centimes par 2 kilog. 1/2 au-dessous de la boulangerie qui vend le meilleur marché dans la ville ; mais on exige des acheteurs le payement comptant. Le succès n'a pas répondu aux espérances ; on ne vend que 6 à 7 000 francs de pain par mois.

Le restaurant a essayé, de son côté, de résoudre la grande question de la vie à bon marché. Pour 60 à 75 centimes, on peut y faire un dîner convenable (pain, 5 centimes ; soupe, 10 centimes ; bœuf, 20 centimes ; légumes, 15 centimes).

L'œuvre si éminemment utile et si admirablement couronnée de succès des cités ouvrières de Mulhouse est due à l'initiative aussi clairvoyante que pratique de M. Jean Dollfus. Dans sa brochure présentée à l'exposition d'économie sociale, la Société mulhousienne rend un juste hommage à la mémoire de ce grand homme de bien qui, un des premiers en France, s'est préoccupé d'apporter aux ouvriers des grandes villes, en dehors des usines, les bienfaits d'un logement sain, agréable, spacieux et à bon marché, unis aux charmes du chez-soi et du patrimoine laborieusement conquis par l'ordre, la persévérance et l'épargne. La même brochure rappelle également que l'honneur d'avoir construit les cités appartient au regretté M. Émile Müller ; mais elle constate aussi que la subvention de 300 000 francs « a été une des plus puissantes causes du résultat inouï qu'on a obtenu ». Cette

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dernière remarque a une importance pratique considérable, car elle tend à établir que le concours de l'État ou des municipalités est nécessaire dans les œuvres de ce genre dans la mesure des travaux d'utilité publique, viabilité, égouts, éclairage, canalisation.

Institutions belges. — La Belgique a exposé de nombreux documents relatifs à la question des maisons ouvrières et comprenant : 1° les sociétés immobilières constituées exclusivement par des ouvriers ; 2° les œuvres patronales ; 3° les sociétés diverses de construction ; 4° les entreprises particulières ; 5° l'intervention des administrations publiques, bureaux de bienfaisance et hospices.

Les sociétés ouvrières de construction ne sont en Belgique, d'après les documents fournis, qu'au nombre de deux : « l'Immobilière namuroise » et le « Consortium d'habitation », société coopérative du personnel des chemins de fer, postes et télégraphes de l'État belge, fondé le 15 juin 1888. L'Immobilière namuroise, fondée le 24 novembre 1877, avait, au 31 décembre, un capital de 29 069 fr. 53 et avait construit dix maisons. Ces maisons sont louées par bail pour le terme d'un an et au loyer mensuel de 16 francs. La combinaison de la vente n'a pas encore pu être appliquée, par la raison qu'aucun amateur n'en a fait la demande.

Nous n'insisterons pas sur les trois autres combinaisons de constructions à l'usage des ouvriers, qui se rapportent plus ou moins à ce qui a déjà été décrit ci-dessus ; mais il est intéressant de s'arrêter à celle qui constitue le côté le plus original du régime adopté en Belgique et qui consiste dans l'intervention des bureaux de bienfaisance et des hospices.

Ces administrations ont concouru d'une manière très active en Belgique à la création de maisons ouvrières. Les documents fournis à l'Exposition exposent ce qui a été fait par les bureaux de bienfaisance de Nivelles, Wavre, Mons, Gand, Anvers, Jodoigne, Morlanwelz, Wetteren et les hospices civils de Huy.

Le bureau de bienfaisance de Nivelles a pris, dès 1859, l'initiative de construire des logements sains et modestes, dans le but de les rendre peu à peu propriété des ouvriers. A la fin de 1860, il avait terminé douze maisons adossées et juxtaposées, élevées sur cave d'un rez-de-chaussée et d'un étage et entourées d'un jardin de 120 mètres avec water-closets. Les hauteurs sous plafond sont de $3^{m},15$ au rez-de-chaussée et 3 mètres à l'étage. Le prix de revient de chacune de ces maisons est de 1621 fr. 47. Comme le bureau de bienfaisance s'est imposé l'obligation de ne prélever que 4 p. 100 d'intérêt et de renoncer à tout bénéfice, le prix de location n'a été fixé qu'à 64 fr. 86, auxquels il faut ajouter 10 fr. 23, pour entretien, assurance contre l'incendie et location d'un are et demi de terrain. Le loyer mensuel se trouve ainsi posté à 6 fr. 25.

Mais, à cette somme, le bureau de bienfaisance exige que chaque locataire ajoute 4 francs d'épargne. Ces 4 francs sont mis à la caisse d'épargne au profit de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'ouvrier pour constituer, avec les intérêts accumulés, le capital d'acquisition de la maison, dont le prix est fixé à 1 771 francs, y compris l'are et demi de terrain en dehors. En fixant à 4 francs seulement l'épargne mensuelle et en n'exigeant aucune mise de fonds préalable, le bureau de bienfaisance a voulu rendre la propriété accessible aux ouvriers les plus pauvres.

Depuis le 1er mars 1861, toutes les maisons sont occupées et tous les jardins mis en culture. Le 26 octobre 1884, une cérémonie des plus intéressantes eut lieu à Nivelles, dans la salle d'honneur de l'hôtel de ville. Ce fut la remise, par le premier magistrat de la cité, des titres de propriété des douze maisons aux douze chefs de famille qui les habitaient et qui en étaient devenus propriétaires par le travail et l'économie.

La notice qui signale cet intéressant résultat de l'heureuse initiative du bureau de bienfaisance de Nivelles ne dit pas si l'expérience a été continuée.

Le bureau de Wavre (Brabant) n'a commencé l'opération immobilière qu'en 1869, mais il l'a continuée par une série de cinquante maisons élevées par périodes, en 1871, 1881 et 1882. Les maisons sont juxtaposées en ligne, mais ne sont pas adossées : elles sont toutes sur le même modèle et comprennent une cave, deux pièces au rez-de-chaussée, deux chambres, grenier, écurie et water-closets. La surface construite est de 36 mètres.

Le capital employé dans ces constructions, entièrement fourni par le bureau de bienfaisance, s'élève à 90 730 francs. Le prix de revient de chaque maison a été, suivant les époques, de 1 600, 1 800, 1 854 et 2 000 francs.

Chaque maison est occupée par une seule famille.

Le bureau de Wavre s'est donné pour but, comme celui de Nivelles, de rendre l'ouvrier propriétaire. A cet effet, il a pris comme valeur d'annuité le montant du loyer des maisons de même importance louées par les propriétaires ordinaires. Ce prix est de 10 à 12 francs au maximum. La même somme est demandée aux habitants des maisons du bureau de bienfaisance, non plus comme loyer, mais comme annuité. Puis, de cette somme, on défalque l'intérêt de 4 p. 100 de la valeur de construction de la maison : le surplus est imputé sur le prix d'achat et capitalisé à 5 p. 100. Lorsque le total de 1 600 ou 1 800 francs, 1 854 ou 2 000 francs, suivant la maison, est atteint par cette épargne successive et ses intérêts accumulés, l'habitant devient propriétaire.

Actuellement, onze des maisons ainsi construites ont été achetées ainsi.

Le bureau de bienfaisance de Mons a construit en 1886 cinquante maisons pour le prix de 138 098 fr. 19, soit 2 762 francs en moyenne. Aucune n'est encore vendue.

Le bureau de Gand a, dans la même année, élevé vingt-quatre maisons pour 81 000 francs, soit 3 375 francs. Neuf sont vendues.

Le bureau d'Anvers a bâti, depuis 1864 jusqu'à 1882, 5 338 maisons qui lui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ont coûté 2 335 807 francs, soit 4338 francs en moyenne. Aucune de ces maisons n'est vendue ; elles sont toutes en location.

Les autres bureaux de bienfaisance de Jadoigne, de Morlanwelz et les hospices de Huy ont construit respectivement 11, 8, 14 et 39 maisons pour 20900, 29310 et 148947 francs, — ce qui donne des valeurs moyennes de 1900, 3664 et 3819 francs.

On voit, par les chiffres qui précèdent, que les bureaux de bienfaisance belges ont pris une part assez active aux constructions de maisons ouvrières, et que quelques-uns d'entre eux ont pris des dispositions très favorables pour faire passer la propriété de ces maisons dans les mains des ouvriers. Les bureaux de Nivelles et de Wawre sont particulièrement à citer à ce point de vue. Mais il faut noter, d'autre part, que le prix des constructions de quelques autres opérations immobilières s'est élevé à des chiffres qui rendent l'achat à peu près impossible par des ouvriers gagnant des salaires généralement faibles. Dans une brochure, présentée à l'Exposition, M. Lagasse, ingénieur en chef, directeur des ponts et chaussées belges, recommande de construire les maisons ouvrières dans les prix de 1 500 à 1 600 francs. Cette même brochure contient plusieurs vœux formulés par la commission du travail belge : exemption de tout droit de mutation pour la vente des maisons d'une valeur n'excédant pas 1 600 francs, terrain non compris ; revision de certaines dispositions du code, à l'effet d'assurer au survivant des époux la jouissance de la maison acquise pendant le mariage et qui lui sert d'habitation ; revision des articles du code civil belge ordonnant le partage ou le rapport des immeubles en nature et leur vente quand ils ne sont pas partageables, pour le cas où il n'existe dans la succession d'autre immeuble qu'une maison dont la valeur ne dépasse pas 1 600 francs. Un vœu analogue a été présenté, pour la France, aux congrès des habitations ouvrières ainsi qu'à la séance de la Société d'économie sociale du 25 novembre dernier, par M. Georges Picot, de l'Institut.

On comprend, en effet, que la vente par licitation de la maison ouvrière, après le décès des parents, peut souvent, en raison des frais de vente toujours très élevés pour les petits immeubles, avoir le funeste résultat de détruire ce qui avait été laborieusement créé par quinze ou vingt ans d'épargne du père de famille, c'est-à-dire de faire cesser la possession de la maison par l'ouvrier.

Pour réaliser le problème de l'ouvrier propriétaire, il y a lieu, non seulement de favoriser l'accès à la propriété, mais encore de faciliter le maintien de la propriété dans la famille ouvrière.

Autrement, l'œuvre entreprise serait, dans bien des cas, à recommencer à chaque génération et, devant ce perpétuel recommencement, le père de famille pourrait perdre courage des longues épargnes que la propriété lui impose.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES

MACHINE SIMONDS TRAVAILLANT LE MÉTAL PAR ROULEMENT (1).

M. George F. Simonds, de Fitchburg (Massachusetts), a pris plusieurs brevets pour sa *Méthode de forgeage des barres de métal.*

Son invention a pour objet de produire d'une façon économique et précise des pièces à section cylindrique ou approchant de cette forme, mais autres que de simples cylindres, en employant un métal ductile et malléable.

La méthode employée pour atteindre ce résultat consiste essentiellement à faire mouvoir deux matrices d'acier trempé parallèlement et en sens inverse l'une de l'autre; elles saisissent le métal en même temps que leurs surfaces se rapprochent, elles le roulent et lui donnent la forme voulue qui est toujours parfaitement nette.

Le caractère important qui distingue cette invention de toutes les autres méthodes analogues servant à la fabrication d'objets semblables, est que le métal en baguette se trouve refoulé dans le sens de son axe, et est soumis tantôt à une réduction de diamètre en tout ou en partie, ce qui empêche la matière d'être endommagée par renflement; tantôt le diamètre du métal est augmenté, avec cette particularité que l'achèvement de la surface ne se produit que lorsque le métal a pris sa forme complète.

La machine (fig. 1) consiste en deux tables verticales NN disposées en face l'une de l'autre et se mouvant simultanément entre des guides MM à des vitesses égales et dans des directions opposées; le mouvement est produit au moyen de crémaillères OO et de pignons engrenant avec un système de roues DAC et *abcdefg*, lesquelles sont actionnées par des poulies P tournant en sens inverse l'une de l'autre et attaquées alternativement par un manchon de friction. Ce manchon est solidaire du système d'engrenage actionnant l'une des tables. L'un des guides avec sa table est mobile par rapport à l'autre au moyen de volant K et de la vis S, de manière à modifier le diamètre du métal selon la pièce à produire. L'emploi du manchon de friction est une application des plus heureuses qui permet le changement presque instantané de la direction du mouvement. Les matrices sont fixées sur les faces intérieures des tables et sont d'une forme telle que pendant que l'une descend, l'autre monte et l'espace entre elles diminue.

Lorsqu'une barre de métal est placée entre elles, cette barre est roulée et son axe conserve la même position.

Les faces travaillantes des matrices sont inclinées relativement à la direction de leur mouvement, de manière à étirer le métal en long dans la direction de

(1) Exposition Universelle, salle des machines, section américaine.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'axe de la barre en le roulant sur une matière d'une dureté et d'une homogénéité parfaites.

La rotation de la barre est produite par des dents existant sur la partie sail-

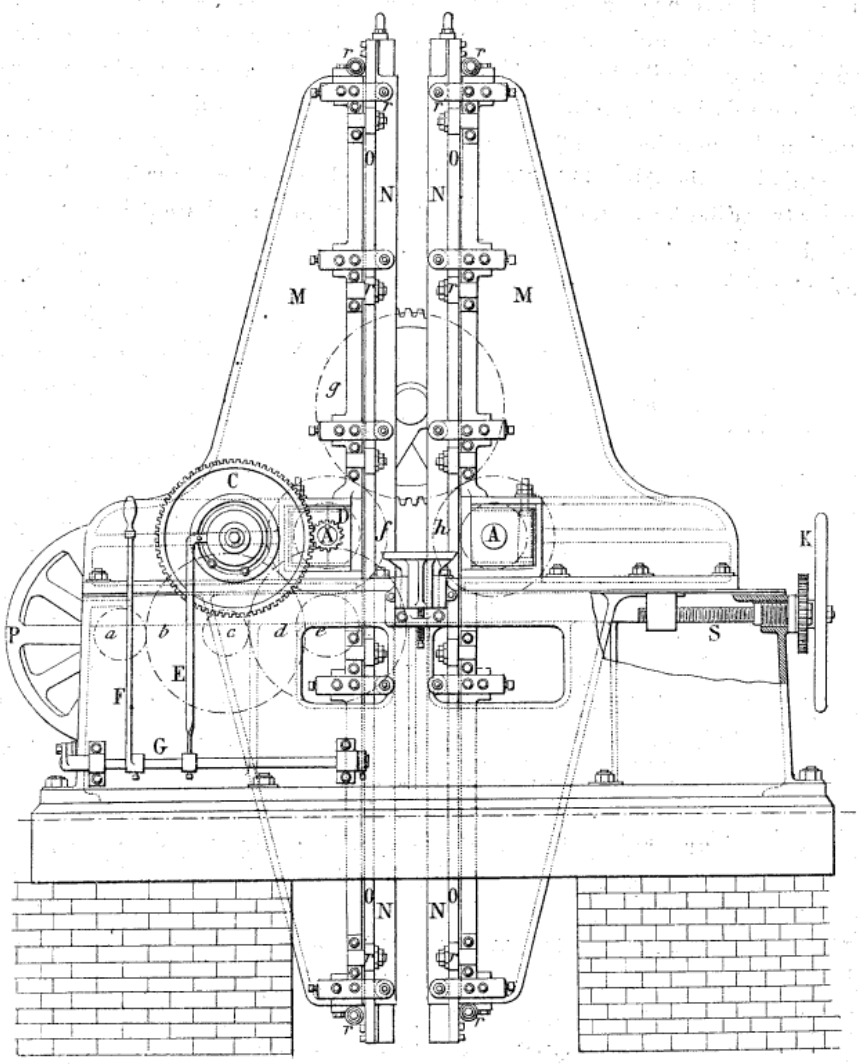


Fig. 1. — Machine Simonds.

lante des matrices; ces dents accrochent le métal, puis le tournent, comme le feraient deux crémaillères se mouvant en sens inverse qui tourneraient un pignon placé entre elles.

Dans aucune phase de l'opération, soit compression, soit réduction, la direction de l'axe de la barre ne varie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La réduction du diamètre s'opère graduellement, de manière que lorsque le métal présente un degré suffisant de résistance et d'homogénéité, jamais il ne se produit de solution de continuité à l'intérieur de la barre malgré l'aplatissement et les tractions en sens inverse qui s'effectuent, de plus il ne se forme aucun vide à l'intérieur, mais au contraire la barre s'allonge. Cet effet est produit par l'inclinaison graduelle des matrices l'une vers l'autre accompagnée de la rapide divergence relative des arêtes et des creux des matrices qui agissent. Cette configuration des matrices produit son effet lorsque toutes les parties de la pièce ont acquis leur diamètre définitif. Sur le reste de leur longueur les arêtes et les surfaces travaillantes restent parallèles et terminent ou polissent la surface extérieure de la pièce.

L'extension en longueur et la réduction en diamètre sont ordinairement effectuées à partir du milieu de la longueur, pour s'étendre aux extrémités.

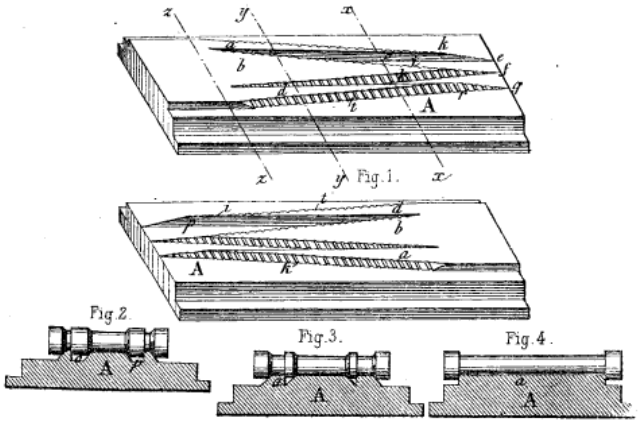


Fig. 2. — Matrices pour la fabrication d'axes ou essieux.

Dans l'opération figurée ci-contre (fig. 2) l'extension commence en trois points de la longueur de la barre par le moyen des trois surfaces agissantes marquées *a*, *c* et *d*, lesquelles commencent sur les matrices aux points marqués *e*, *f* et *g*. Les lignes internes des surfaces extérieures agissantes *a* et *d* divergent à partir des points *e* et *g*, de manière à ne pas empêcher l'extension du métal sous l'action de la face centrale agissante *b*.

Les autres brevets sont relatifs à l'application de ce système à la production de formes spéciales, comme de sphères pleines (fig. 3) et de coques creuses pour projectiles, et à leur détail de fabrication.

Le brevet de Simonds, relatif aux sphères, présente des matrices qui ont des cavités transversales s'étendant partiellement en travers des directions de leurs faces agissantes et au-dessus des parties du métal déjà forgées. Le cylindre évite ainsi d'une part les parties de matrices où il pourrait subir un frottement accidentel, lorsque les faces agissantes sont continues; et il évite d'autre part les efforts de torsion sur les parties déjà forgées. Si l'on n'avait pris cette disposition, ces efforts proviendraient d'un contact forcé de parties présentant des diamètres

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

différents et animées de vitesses différentes, avec la surface générale des matrices, car cette surface possède la même vitesse en tous ses points.

La première forme des matrices de la machine Simonds pour forger des pièces diffère de celle employée actuellement, car les tables et les matrices étaient horizontales, mais elle résume la méthode d'opération exposée ci-dessus, laquelle constitue la valeur de l'invention. On y retrouve les coulisses et les matrices glissant simultanément dans deux directions inverses, avec l'inclinaison des surfaces, ainsi que la divergence des faces de niveau qui produisent l'étirage; le résultat pratique de cette invention a été attestée et démontrée par cette première machine. Le remarquable avantage de la disposition verticale est que les crasses et déchets tombent naturellement et produisent un nettoyage automatique.

D'après les explications données ci-dessus, cette invention ne paraît applicable qu'à la production de pièces à surfaces unies et à section cylindrique, mais cette invention s'applique également avec succès à la production d'articles à section en partie prismatique et autres, ainsi qu'à des pièces portant des filets de vis, telles que des boulons d'éclisses de rails.

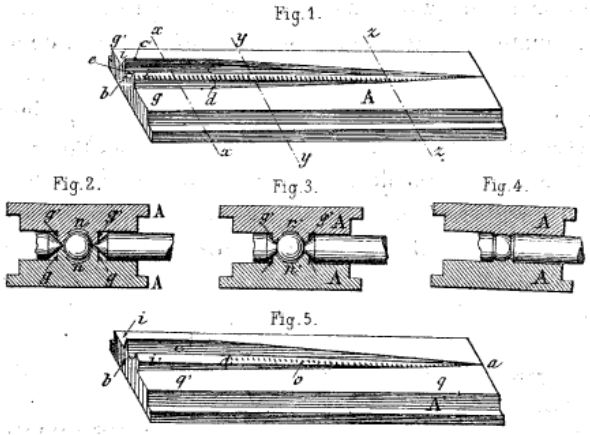


Fig. 3. — Matrices pour la fabrication de billes en acier.

Ces boutons ont une tête hémisphérique, une partie elliptique ou aplatie près de la tête et un corps cylindrique à la suite, puis une partie filetée dont le bout est légèrement conique et émoussé.

La machine fabrique ces boulons à raison de cinq par minute, et avec une telle précision, que le numéro d'écrou qui s'adapte au premier cent de boulons fabriqué, est également bon pour le dernier, avec une production allant de 5000 à 10000. Ce résultat est obtenu sans aucun renouvellement, ni changement des matrices, ni aucun réajustement. Les parties forgées qui s'écartent de la forme cylindrique sont produites par des surélévations et des dépressions ondulées qui sont pratiquées dans les faces agissantes des matrices, et la rotation des barres est forcée par les dents existant sur ces surfaces; ces dents attaquent les surfaces de la partie forgée ou une partie qui lui est contiguë.

Les articles de cette fabrication sont comparables aux pièces tournées, comme précision, forme et dimensions; et cette méthode de traitement du métal augmente

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sa résistance. On peut reconnaître facilement le déplacement produit dans les fibres du métal qui entre dans la machine sous la forme cylindrique et qui en sort avec des épaulements et sous forme conique. Il suffit pour cela de faire des sections sur les pièces obtenues, de les décaper en les attaquant par les acides : on reconnaît par les lignes et les fibres du métal la direction que la pression leur a fait prendre. Ces lignes montrent que les fibres n'ont pas été rompues, ni recourbées l'une sur l'autre.

On a examiné par le même procédé des boulons de même modèle et fabriqués par les méthodes ordinaires comme point de comparaison et on a reconnu que les fibres en étaient recourbées.

Les articles de Simonds sont d'une résistance uniforme dans toutes leurs parties.

Il est évident que si l'on considère leur résistance supérieure et leur densité uniforme, et qu'on les compare aux produits similaires en fer ou en acier fondu, en tenant compte de la rapidité et du bas prix de leur production comparés à la dépense de moulage et de fonte du métal par les procédés ordinaires, on devra reconnaître que les projectiles forgés par le roulement au moyen de cette méthode devront surpasser tous les autres produits similaires connus.

Les épreuves de résistance et de ductilité des pièces qui ont été faites à la machine d'essais de Fairbank, ont montré que les boulons fabriqués par la machine Simonds avaient conservé la ductilité et la résistance des barres employées à la fabrication.

(*Franklin Institut.*)

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Tuyaux articulés. — Les tuyaux élastiques, formés d'une bande métallique contournée en spirale, à l'extérieur, et d'une enveloppe en caoutchouc à l'intérieur, qui ont été inventés dans ces derniers temps, n'ont pas donné de très bons résultats au point de vue de l'imperméabilité, et c'est pour satisfaire à cette condition que l'on a été conduit à la construction des tuyaux représentés figures 6 à 12.

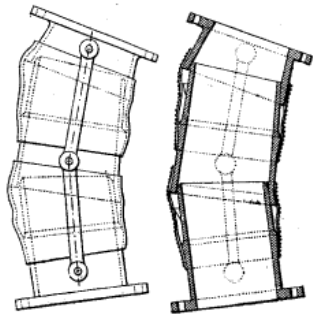


Fig 1. — Tuyau articulé.

Les tuyaux représentés sur la figure 1 ont été expérimentés par M. Jandin aux dragages d'Anse-sur-Saône (voir *Génie Civil* du 1er décembre 1888) où ils étaient placés à différents

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

points d'une conduite pour lui donner la flexibilité nécessaire à la pose.

La surface intérieure de ces tuyaux est formée de pièces de tôle ou de fonte se recouvrant l'une l'autre, pour résister au frottement de la terre et des pierres qui sont contenues dans l'eau, et le jeu existant entre ces pièces permet de leur donner une inclinaison relative de 15 degrés. Les différentes parties de ces tuyaux sont pourvues à l'extérieur de tenons sur lesquels viennent s'adapter les barres d'assemblage. L'imperméabilité est obtenue au moyen d'un tuyau enveloppant en caoutchouc strié à l'extérieur et garni de bandes de toile. Le type représenté a un diamètre de 200 millimètres et résiste à une pression de 3 atmosphères.

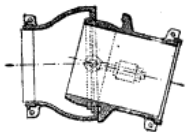


Fig. 2. — Tuyau articulé de Bony.

Les tuyaux articulés de Bony (fig. 2) paraissent supérieurs aux précédents. L'assemblage au moyen de boulons à œil est représenté sur le dessin, ainsi que les taquets servant à limiter l'angle d'inclinaison. Les tenons d'assemblage sont placés dans l'axe d'une petite sphère dont la surface forme un joint imperméable. L'étanchéité du joint est obtenue au moyen d'un manchon en cuir pourvu d'un cercle protecteur métallique. La maison de Pinguely a fourni une grande quantité de ces tuyaux articulés à la compagnie de Panama ; ils avaient 50 centimètres de diamètre, et, étant soumis à une pression intérieure de 5 atmosphères, ils pouvaient être courbés aisément par un seul homme.

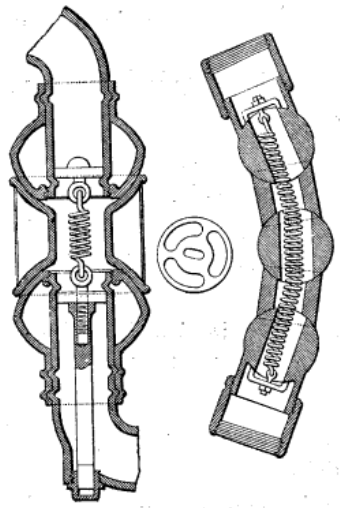


Fig. 3 et 4. — Tuyaux articulés de Thayer.

Les deux accouplements de tuyaux indiqués figures 3 et 4 ont été inventés par C.-G. Thayer de Dunkvik, ils servent tous les deux à comprimer les extrémités d'un ressort à boudin.

L'imperméabilité est obtenue dans la figure 3 au moyen d'un manchon qui enveloppe les surfaces sphériques des deux parties de tuyau, et dans la figure 4 au moyen de sphères interposées entre les parties.

(*Dingler.*)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

PROCÈS-VERBAUX

Séance du 10 janvier 1890.

Présidence de *M. Haton de la Goupillière,* président.

M. Augustin Vimont, à Vire (Calvados). — Notice sur le nouveau métier continu filant chaîne et trame. (Arts mécaniques.)

M. Gorziglia, ingénieur de la direction du génie militaire de Gênes (Italie). — Brochure contenant la description d'un pendule-moteur marin, pour utiliser la force des vagues de la mer. (Arts mécaniques.)

M. Boulay, pharmacien à Montmirail (Marne). — Appareil automatique pour la fabrication du sirop. (Arts chimiques.)

M. Aimé Baron, boulevard Richard-Lenoir, 6. — Note sur des alliages de métaux avec des spécimens de ces bronzes. (Arts chimiques.)

M. le Secrétaire fait part de la mort de *M. Augustin Chameroy,* membre perpétuel, inventeur des tuyaux bitumés et des robinets à repoussoir.

La rédaction du journal allemand *Die Farben-Industrie,* à Berlin, demande l'échange de ce journal avec le *Bulletin* de la Société et adresse son cahier trimestriel de janvier à mars 1889. (*Bulletin.*)

M. le Directeur du patronage industriel des enfants de l'ébénisterie sollicite la subvention annuelle qui est accordée par la Société à cette institution. (Commission des fonds.)

M. Fourreau, rue du Bois, 35, à Levallois-Perret. — Système de poêle n'employant pas les combustibles habituels. (Arts économiques.)

M. Nogaret, rue de la Bourse, 10. — Procédés chimiques pour fixer l'azote de l'air. (Arts chimiques.)

M. Raphaël Martenot, rue Saint-Joseph, 12. — 1° Moteur pour ateliers de famille. 2° Moyen de transporter à une grande distance les forces mécaniques naturelles. (Arts mécaniques.)

M. Couderc, professeur, à Camonil-sous-Rodez (Aveyron). — Guide pratique pour la reconstitution et la préservation des vignes. (Agriculture.)

M. Vassillière, professeur départemental d'agriculture. — Les terrains agricoles de la Gironde. (Agriculture.)

M. Seguin, propriétaire, à Limoges (Haute Vienne.) — Projet d'un carnet agricole aide-mémoire. (Agriculture.)

M. du Puy-Montbrun, professeur départemental d'agriculture. — Monographie agricole du département des Basses-Alpes. (Agriculture.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Raymond Cazelles, ouvrier viticulteur, à la Leggia, Cap Brun, Toulon (Var). — Carnet viticole aide-mémoire. (Agriculture.)

M. Auguste Éloire, à Caudry (Nord). — Guide agricole aide-mémoire, 2 cahiers. (Agriculture.)

M. Paul Serres, agronome-viticulteur, à Talairan (Aude). — Le dernier refuge de l'agriculture dans les Corbières. (Agriculture.)

M. V. Garola, directeur de la station agronomique de Chartres. — Contribution à l'étude du sol d'Eure-et-Loir, dans ses rapports avec la production agricole. (Agriculture.)

M. de Mauroy, à Vassy-en-Blaise (Haute-Marne). — De l'emploi de la tourbe en agriculture. (Agriculture.)

M. Marcel Vacher, maire de Montmarault (Allier). — Étude géologique et agronomique du canton de Montmarault. (Agriculture.)

MM. Suilliot et H. Raynaud, rue Sainte-Croix-de-la-Bretonnerie, 21. — Exploitation des cendres de varech. (Arts chimiques.)

Anonyme. — Mémoire portant pour devise : *La science ne devient utile qu'en devenant vulgaire.* — Étude sur le beurre et ses falsifications. (Agriculture.)

M. Léonce Bergis, président honoraire de la Société d'horticulture de Tarn-et-Garonne, à Montauban. — Lutte pour le vin. (Agriculture.)

M. Arthur Noël, inspecteur des forêts, rue des Saints-Pères, 76 *bis*. — La restauration et la conservation des terrains en montagne. (Agriculture.)

M. Charles Millot, colon à Aïn n'Sara, commune de Palestro, par Chabet-el-Ameur, province d'Alger (Algérie). — Manuel de l'agriculture tunisien. (Agriculture.)

Anonyme. — Histoire d'un centre industriel. Concessions d'Anzin. Étude économique et sociale. (Commerce.)

M. Alfred Tresca, membre du Conseil, fait hommage des procès-verbaux qu'il a rédigés pour le Congrès international de mécanique appliquée, à l'Exposition universelle de 1889. (Bibliothèque.)

Bulletin spécial de la Société industrielle de Mulhouse. — Chemin de fer de Mulhouse à Thann inauguré le 1er septembre 1839. *Notes et documents*, par *M. Grossetête*, ingénieur.

Moniteur scientifique du Dr *Quesneville*, janvier, 1er numéro de cette publication continuée par *MM. Schutzenberger,* membre de l'Institut, et le Dr *Georges Quesneville fils.*

Traité théorique et pratique d'électrochimie, par *Donato Tommasi*, 5e et 6e fascicules. (Arts économiques.)

Rapports. — *Four pour céramique.* — *M. Léon Appert* fait, au nom du Comité des constructions et des beaux-arts, un rapport sur un nouveau four à chaleur concentrée de *M. Métenier*, fabricant de produits céramiques, à Moulins (Allier).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le four de M. Métenier est plus spécialement destiné à cuire les porcelaines et les grès.

L'économie de combustible obtenue par l'emploi de ce four est considérable et s'élève en moyenne à 40 p. 100 . *M. Métenier* a déjà construit ou transformé un grand nombre de fours, qui ont constamment donné d'excellents résultats.

La fabrication des produits céramiques et en particulier celle des grès cérames prend une importance de jour en jour plus grande que justifient les qualités de ces produits et les besoins de l'hygiène. Il est permis d'espérer que les améliorations apportées par *M. Métenier,* inventeur modeste et expérimenté, à la fabrication et à la qualité des produits, permettront à l'industrie nationale de lutter avec plus d'avantage contre la concurrence de produits justement réputés, dont la fabrication a été jusqu'ici monopolisée à l'étranger.

Le Comité des constructions et des beaux-arts propose de remercier *M. Métenier* de son intéressante communication et d'ordonner l'insertion du présent rapport au *Bulletin* avec les dessins qui l'accompagnent.

Ces conclusions sont adoptées.

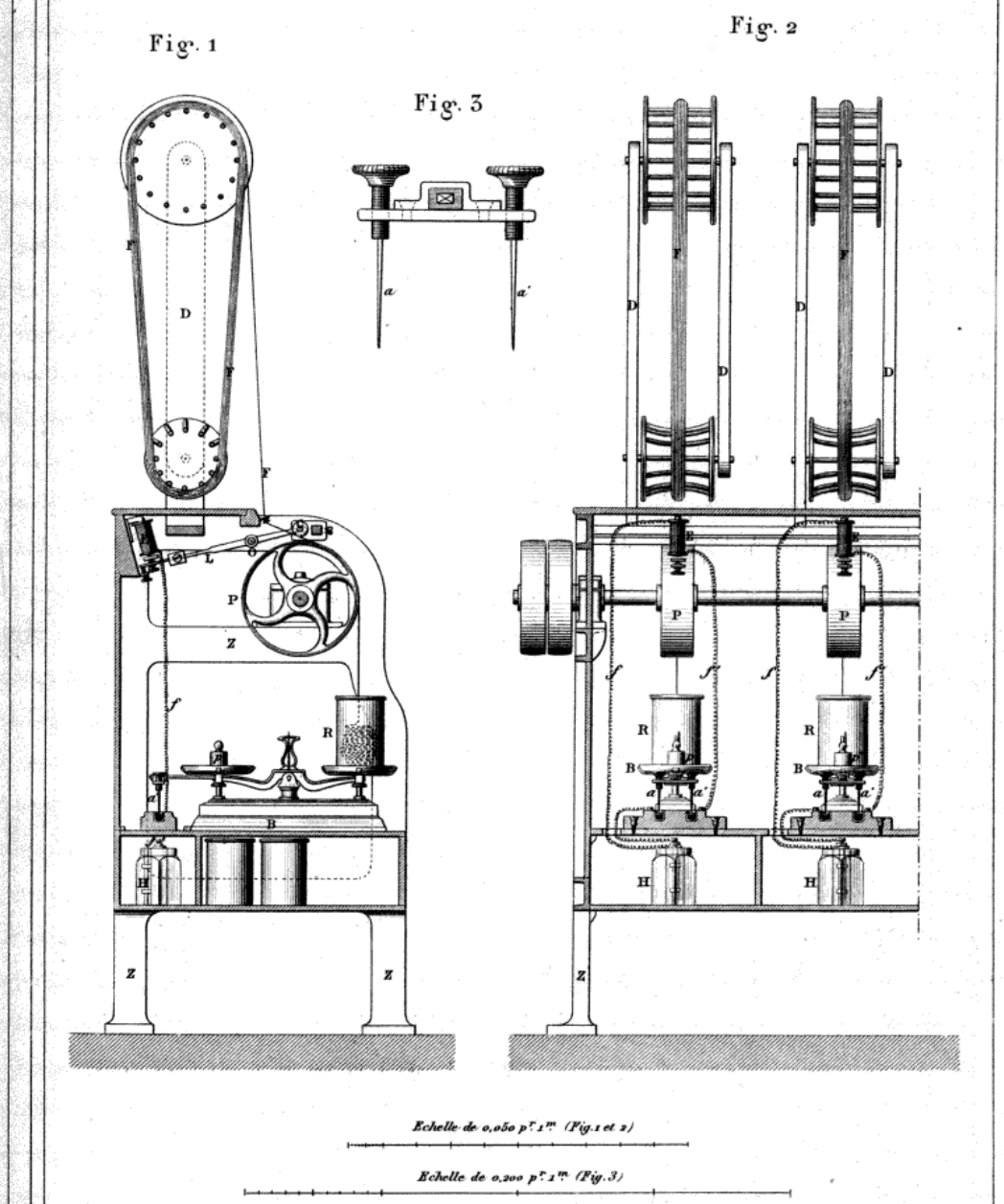
COMMUNICATIONS. — *Locomobiles militaires à lumière. — M. Lemonnier,* membre du Conseil, fait une communication sur les locomobiles militaires à lumière; les essais d'éclairage électrique, au moyen de locomobiles, dans l'armée française, remontent à quinze ans, ce sont les premiers. Mais l'emploi, dans ces appareils, du turbo-moteur Parsons et de la chaudière à faisceau tubulaire rayonnant de Dion, Bouton et Trépardoux, est relativement récent.

M. le Président remercie *M. Lemonnier* de son importante communication qui sera insérée au *Bulletin*.

Le Gérant : J.-H. GINESTOU.

Paris. — Typographie Georges Chamerot, 19, rue des Saints-Pères. — 25517.

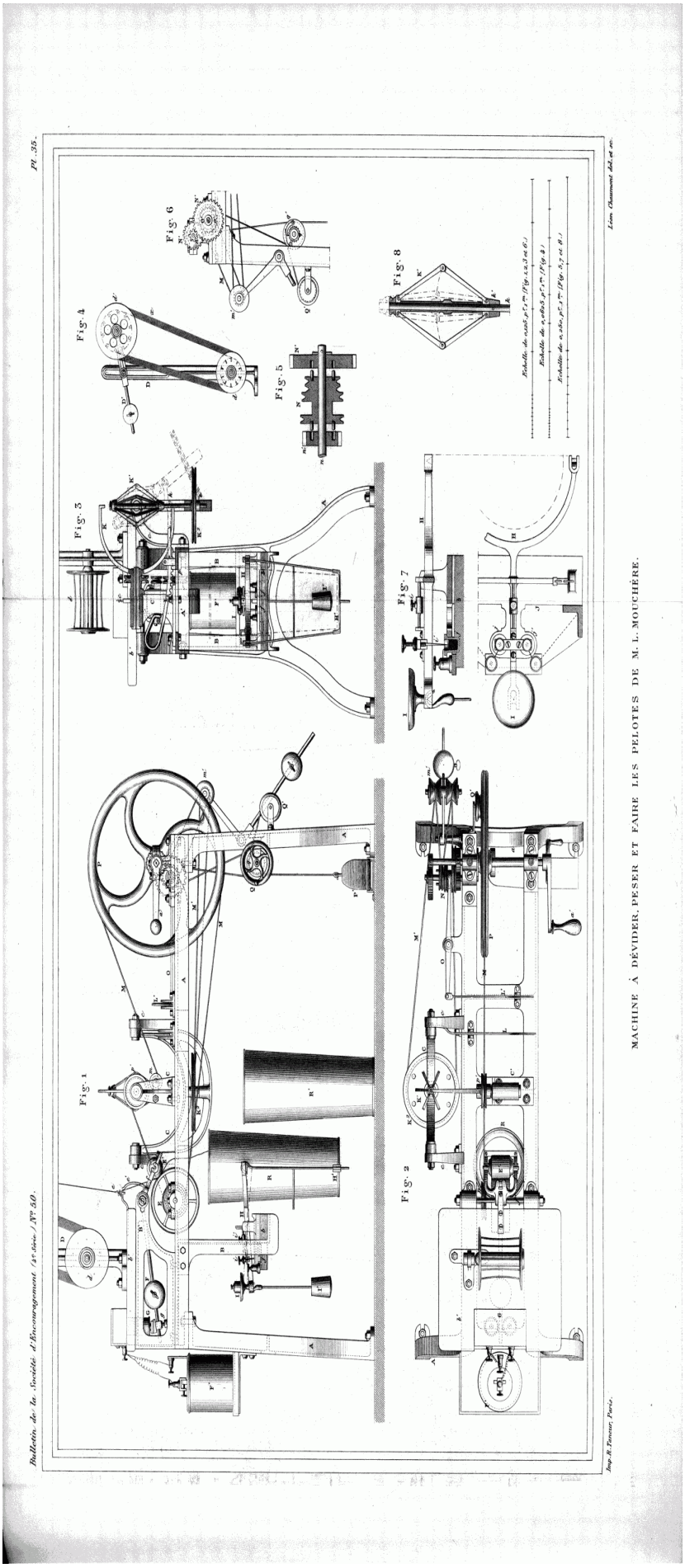
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



R. Taneur, Imp. Paris. Léon Chaumont del. et sc.

MACHINE À DÉVIDER ET À PESER DE M. L. MOUCHÈRE

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1.

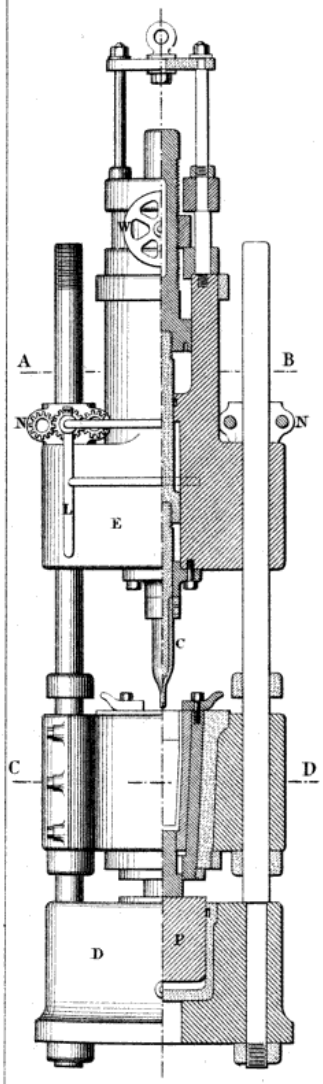


Fig. 2.
Plan suivt AB.

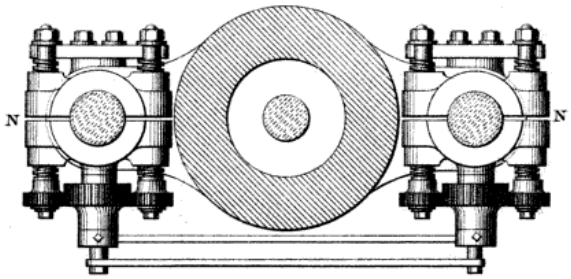


Fig. 3.
Coupe suivt CD.

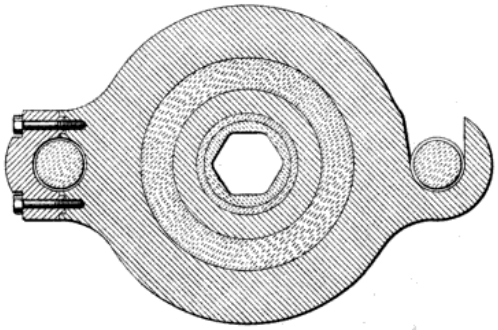
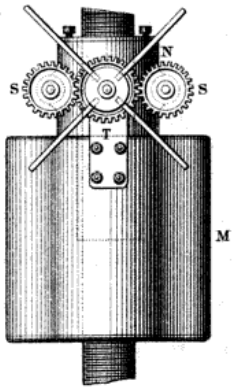


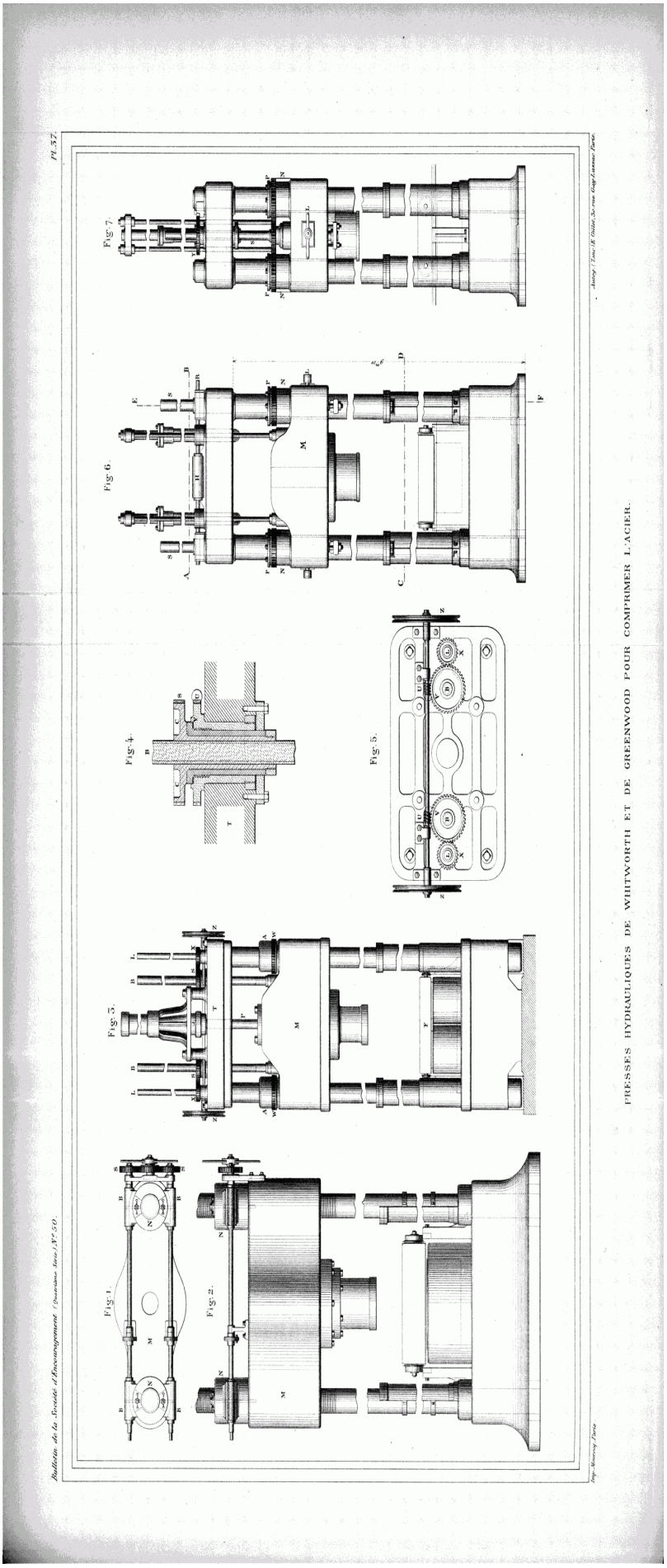
Fig. 4.



Imp. Monrocq. Autog. (Zinc) E. Gillet, 3e. rue Gay-Lussac. Paris.

PRESSE HYDRAULIQUE DE WHITWORTH POUR COMPRIMER L'ACIER.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

89e ANNÉE. Quatrième Série, Tome V. MARS 1890.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. HIRSCH, *au nom du Comité des arts mécaniques, sur un* SYSTÈME DE DISTRIBUTION POUR MACHINE A VAPEUR *présenté par* M. CHARBONNAUD.

M. Charbonnaud, 18, rue du Grand-Gord, à Ivry-sur-Seine (Seine), présente à la Société un système de distribution pour machines à vapeur.

La distribution est obtenue au moyen d'un obturateur tournant, fonctionnant comme un robinet à boisseau, et percé d'ouvertures convenables, qui, suivant la position de l'organe, établissent la communication de l'un ou l'autre des fonds du cylindre avec la vapeur vive ou avec l'échappement. Le dispositif est loin d'être nouveau comme principe; sans remonter jusqu'à Denys Papin, qui a décrit un robinet distributeur à quatre voies, il suffit de rappeler les appareils distributeurs de Maudslay, les tentatives faites à plusieurs reprises pour substituer au tiroir plat le tiroir rotatif, les distributions de Corliss, de Stoppani, et enfin les distributeurs tournants installés par la maison Biétrix sur de nombreuses machines qui figuraient à l'Exposition universelle de 1889.

Néanmoins le système proposé par M. Charbonnaud présente des combinaisons intéressantes, et qui peuvent contribuer à améliorer le fonctionnement du système. Il ne sera donc pas inutile d'en donner une courte description.

Le distributeur proprement dit a la forme d'un tronc de cône très allongé : il est en bronze, et tourne à joint étanche dans un boisseau en fonte ; il est mû par un excentrique et animé d'un mouvement alternatif; deux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rainures, creusées dans le sens de sa longueur, se déplacent vis-à-vis de lumières percées dans le corps du boisseau, lesquelles communiquent, les unes avec les fonds du cylindre, les autres avec la chaudière et l'échappement; ces rainures, larges et profondes, jouent, à l'égard des lumières, un rôle analogue à celui du creux du tiroir dans la distribution par tiroir en coquille.

Les deux lumières d'amenée de vapeur débouchant à peu près aux

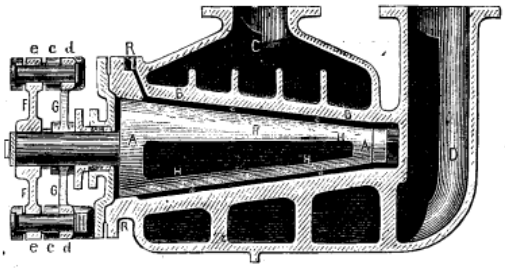


Fig. 1.

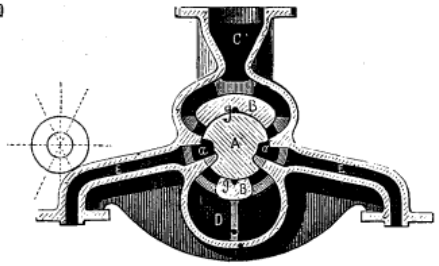


Fig. 2.

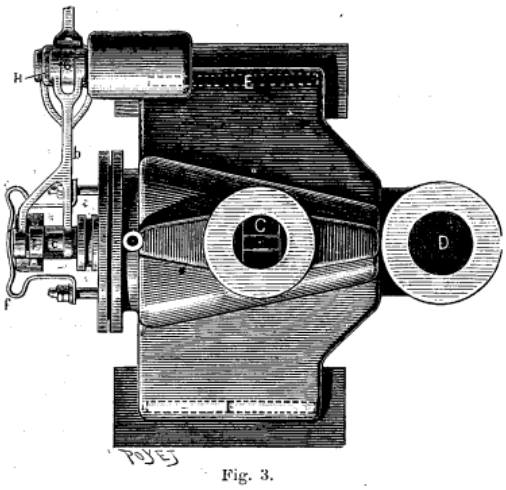


Fig. 3.

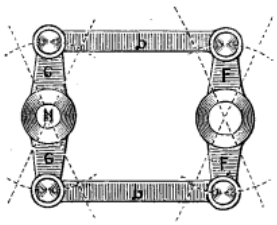


Fig. 4.

Fig. 1 à 4. — Système de distribution de vapeur de M. Charbonnaud.

deux extrémités d'un diamètre de la clef, les pressions exercées sur cette clef se neutralisent, et le tiroir est sensiblement équilibré; le serrage est donc indépendant de la pression de la vapeur : il est obtenu par la conicité de l'obturateur, et réglé par un ressort à tension variable appuyant sur la tête de la clef.

Le graissage est réalisé d'une façon ingénieuse, au moyen de canaux divergeant à partir d'un robinet graisseur.

Quant à la commande du distributeur, M. Charbonnaud la dispose de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

manière à atténuer certains inconvénients que l'on a souvent constatés dans le fonctionnement des obturateurs tournants : ces organes donnent lieu à des fuites, occasionnées par l'effort latéral qu'exerce la manette qui sert à les manœuvrer. Au lieu d'une simple manette, M. Charbonnaud emploie un levier à deux bras égaux, de manière à équilibrer les actions latérales, et à attaquer le distributeur par un simple couple de rotation.

L'étude présentée par M. Charbonnaud est sérieuse et intéressante. Le Comité des arts mécaniques estime qu'il y a lieu de la porter à la connaissance des membres de la Société et, en conséquence, de remercier l'auteur de son intéressante communication et d'insérer le présent rapport dans le *Bulletin*, avec figures intercalées dans le texte.

Signé : HIRSCH, *rapporteur*.

Approuvé en séance le 13 *décembre* 1889.

LÉGENDE DE LA FIGURE REPRÉSENTANT L'APPAREIL DE DISTRIBUTION DE VAPEUR DE M. CHARBONNAUD.

Fig. 1 *et* 2. — Coupe du distributeur de vapeur.
Fig. 3. — Vue du distributeur.
Fig. 4. — Commande du distributeur.
AA, Distributeur rotatif.
BB, Boisseau.
C, Arrivée de vapeur.
D, Échappement.
E,E, Lumières de distribution.
a, a, Creux du distributeur.
F, F, Levier calé sur la tête du distributeur.
G, G, Levier calé sur l'arbre de commande.
H, Arbre de commande, attaqué par l'excentrique.
b, b, Bielles de connexion.
c, c, Boulons calés en *d, d*, dans les têtes des bielles *b, b*, et glissant à frottement en *c, c*, dans les têtes du levier F, F.
f, f, Ressort appuyant sur la clef.
k, Graisseur.
g, g, Canaux directs de graissage.
h, h, h, Canaux obliques de graissage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES

RAPPORT *fait par* M. BRÜLL, *au nom du Comité des arts mécaniques, sur les* TRAVAUX DE M. PARENTY RELATIFS AU MOUVEMENT DES FLUIDES.

M. H. Parenty, ingénieur de la manufacture des tabacs d'Orléans, a soumis à votre appréciation l'ensemble considérable des travaux qu'il poursuit depuis plusieurs années sur le mouvement des fluides pesants, ainsi qu'un grand nombre d'appareils qu'il a construits à la suite de ces recherches et dont plusieurs ont déjà subi l'épreuve de l'expérience et de la pratique.

Il vous a présenté lui-même verbalement, dans votre séance du 8 novembre 1889, un exposé général de ses études scientifiques et techniques et il vous a adressé ensuite des mémoires étendus, au nombre de douze, sur les divisions du sujet très vaste qu'il a entrepris de traiter.

Nous devons reconnaître que les efforts de M. Parenty n'ont pas été partout très favorablement appréciés. Quelques-uns lui ont reproché de s'attarder dans des spéculations théoriques, de prétendre à une trop large généralisation dans l'application, sans s'attacher aux problèmes concrets de la pratique industrielle avec cette énergique persévérance qui, seule, peut conduire au succès. Mais hâtons-nous de dire que les travaux qui, vous ont été présentés ont déjà reçu plus d'une fois un accueil moins rigoureux. Ils ont été encouragés par les juges les plus autorisés, alors qu'ils ne comportaient pas encore les résultats probants qui commencent à les sanctionner aujourd'hui.

Ces travaux ont été présentés à l'Académie des sciences à diverses reprises depuis 1886.

La Société industrielle de Mulhouse leur a accordé la publicité de son bulletin en juillet 1887. Les Ponts et Chaussées, le Génie militaire, le Conservatoire des Arts et Métiers, la Ville de Paris et plusieurs autres municipalités, diverses compagnies de gaz, ont essayé les inventions de M. Parenty et en utilisent actuellement quelques-unes.

Notre honorable Président lui a donné une aide sympathique; M. Hirn, M. Dwelshauvers-Dery, professeur à l'université de Liège, ont pris intérêt à ses études.

M. Parenty a obtenu, à l'Exposition universelle d'Anvers, en 1885, un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

diplôme d'honneur et la croix de la Légion d'honneur ; il a eu un diplôme d'honneur à l'Exposition internationale de Toulouse en 1887 ; enfin, il a remporté une médaille d'or à l'Exposition de 1889 où figuraient vingt appareils divers de son invention, tant en service que sous forme de modèles fonctionnant.

Il est donc bien certain que vous êtes en présence d'une œuvre sérieuse et importante qui mérite de retenir quelques instants votre bienveillante attention.

C'est à l'occasion de la construction d'une machine à fumer que M. Parenty a entrepris la longue série de ses recherches sur l'écoulement des fluides. Il s'agissait de combiner une machine pour mesurer le degré de combustibilité de divers tabacs. Pour cela, on fait confectionner avec les feuilles à essayer, par une même ouvrière, des cigares de module uniforme, on les allume dans des conditions bien identiques, puis on compte pour chaque cigare le nombre de secondes pendant lequel il peut conserver le feu sans une aspiration nouvelle. La moyenne des nombres ainsi obtenus pour chaque sorte de tabac sert de mesure à sa combustibilité.

Pour obtenir automatiquement, sur plusieurs cigares à la fois, l'aspiration sous une certaine dépression d'un volume réglé d'air atmosphérique, l'évacuation de la fumée ainsi produite, puis la reproduction, avec une périodicité variable à volonté, de ces aspirations et évacuations, en se servant comme moteur de l'eau débitée sous une pression indéterminée par une conduite quelconque, M. Parenty a été conduit à combiner divers dispositifs hydrauliques qu'il a ensuite appliqués à la solution des nombreux problèmes relatifs à la mesure et à la régulation des pressions et des débits des liquides, des gaz et des vapeurs.

Pour donner une idée de la diversité des applications proposées par l'inventeur, nous citerons quelques-uns des appareils qu'il a exposés au Champ-de-Mars en 1889 :

Machine à fumer ;

Appareils de lavage méthodique pour les tabacs en feuilles, les matières d'épuration du gaz, les produits pharmaceutiques, le dégraissage des chiffons et déchets, le désuintage des laines ;

Réservoir à niveau constant ;

Robinets à manomètre à écoulement réglé ;

Régulateurs et partiteurs d'irrigation ;

Jaugeurs de cours d'eau ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Compteurs d'eau ;
Compteurs d'eau maximeurs ;
Régulateurs à gaz ;
Compteurs à gaz ;
Détendeurs de vapeur ;
Compteurs de vapeur.

Ce serait abuser de votre temps que d'entreprendre ici la description de tous ces instruments variés, dont plusieurs ne se présentent encore que sous la forme de simples conceptions. Nous nous bornerons à vous en faire connaître quelques-uns que nous choisirons parmi ceux dont la construction a été réalisée et dont les services ont été éprouvés. Nous chercherons ensuite à mettre en lumière, à l'aide de ces descriptions sommaires, les principes qui ont guidé l'inventeur dans le travail d'ensemble auquel il s'est consacré.

Nous parlerons d'abord du jaugeur de cours d'eau.

Pour mesurer le débit des canaux et des rigoles, M. Parenty place, en un point approprié, un barrage vertical percé d'un orifice d'écoulement qui reste toujours noyé. La section de cette jauge est choisie de façon à ne produire, pour les plus grands débits, qu'une faible dénivellation de l'amont à l'aval.

On comprend que si, à un instant donné, on mesurait avec précision cette perte de charge génératrice de l'écoulement, on déduirait aisément de cette mesure le débit du cours d'eau à l'instant considéré. Il suffirait pour cela de connaître, par quelques expériences préalables de jaugeage, la valeur du coefficient de contraction applicable à l'orifice. Le débit Q serait donné par la formule connue :

$$Q = \omega S\sqrt{2gH}$$

dans laquelle S est la section de l'orifice, ω le coefficient de contraction et H la perte de charge.

Mais il ne serait pas facile de répéter fréquemment cette mesure précise de la perte de charge. L'appareil a pour objet de l'effectuer mécaniquement, d'indiquer par le mouvement d'une aiguille sur un cadran la valeur de Q à tout instant, et même de la tracer pendant un jour ou pendant une semaine entière sur un graphique dont l'ordonnée fournira le débit et dont l'aire représentera la production totale du cours d'eau entre deux instants considérés. De plus encore, une roulette totalisatrice qui suit le tracé de la courbe pourra fournir la valeur du débit en mètres cubes par la simple lecture de quelques cadrans.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La figure 1 ci-contre montre le principe sur lequel est basée la construction de l'appareil. C'est une coupe schématique faite transversalement au barrage, au delà de l'orifice d'écoulement, dans un élargissement ménagé à cet endroit dans le canal pour loger l'appareil à l'abri du courant. *aa* est le barrage, *bb* le niveau d'amont et *cc* le niveau d'aval, *d* est une poche percée d'un trou circulaire à sa partie supérieure et *e* une caisse mobile à fond horizontal, à parois verticales, portant en bas une tubulure qui peut glisser sans frottement appréciable dans le trou circulaire de la poche.

La caisse mobile est immergée dans le bief d'amont et le niveau de l'eau s'établit dans cette caisse à la hauteur même du bief d'aval. La poussée qu'elle subira sera donc proportionnelle à la perte de charge qu'il s'agit de mesurer. On peut rendre cette poussée aussi grande qu'on le veut en choisissant convenablement la section horizontale de la caisse.

La caisse mobile est suspendue à l'extrémité d'un levier *ff* oscillant sur des couteaux *g* et portant, à son autre extrémité, un poids *h*; ce poids est attaché à un fil flexible qui s'enroule et s'attache sur la circonférence d'une poulie cylindrique *i*. Sur l'axe de cette poulie est calée une came spirale *k* sur le contour de laquelle s'appuie un autre fil flexible, attaché près de l'axe. Ce fil supporte un contrepoids *l*. On conçoit qu'en déterminant convenablement la forme de la came *k*, on puisse donner à l'axe un mouvement de rotation proportionnel à la racine carrée de la poussée de l'eau sur la caisse *e* et, par suite, à la racine carrée de la perte de charge, c'est-à-dire proportionnel au débit du canal.

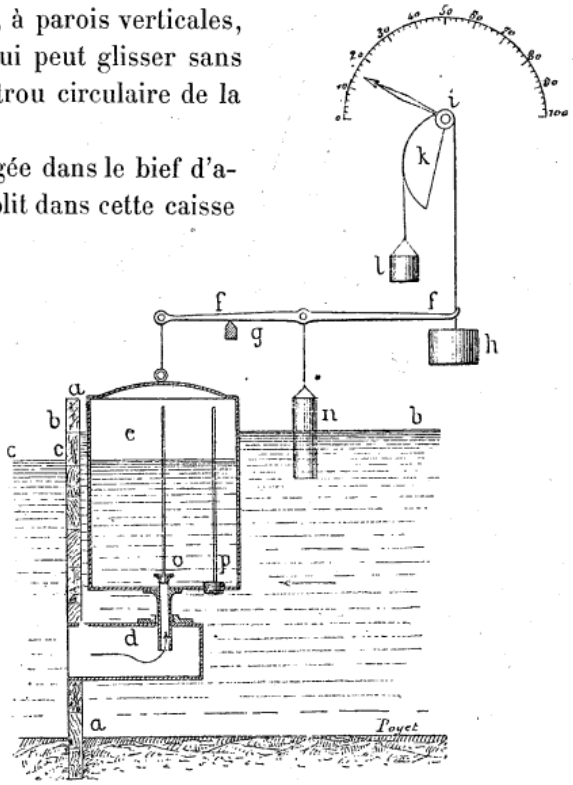


Fig. 1. — Appareil de jaugeage des cours d'eau de M. Parenty.

Pour compenser l'effet de la variation de la plongée de la caisse *e* dont les parois ont nécessairement une épaisseur appréciable, on suspend au

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

levier *ff* à une égale distance et d'autre part du centre d'oscillation *g*, un contrepoids spécial *n* qui plonge lui-même dans l'eau et dont la section transversale est égale à celle de l'enveloppe de la caisse.

Un clapet *o* muni d'une longue tige permet de fermer l'ouverture du fond

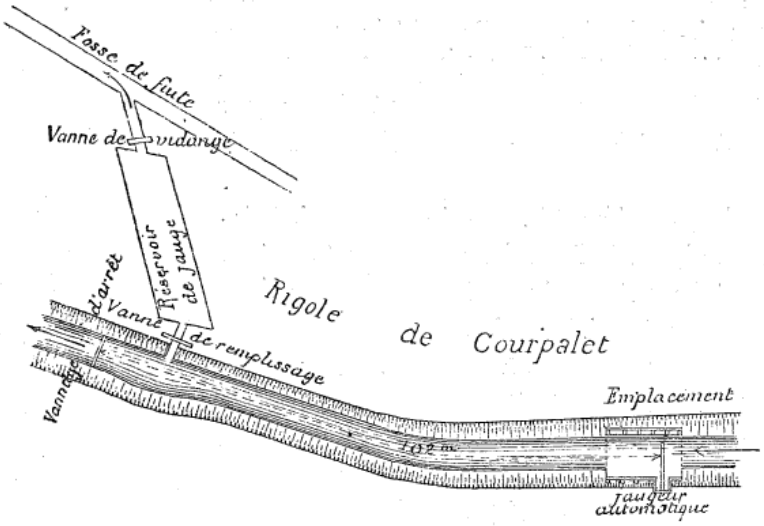


Fig. 2. — Jaugeage de la rigole de Courpalet; plan.

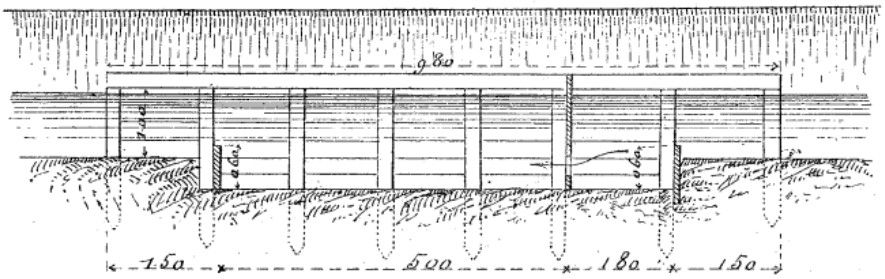


Fig. 3. — Profil en long de la rigole dans l'emplacement du jaugeage.

de la caisse *e* en même temps que par l'ouverture d'un autre clapet à tige *p*, on met l'intérieur de cette caisse en libre communication avec le bief d'amont. La dénivellation entre l'extérieur et l'intérieur de la caisse devient alors nulle et l'aiguille *m* doit revenir au zéro de la graduation. En ramenant ainsi de temps en temps cette aiguille au 0, on constate et on peut rectifier les défauts du mécanisme.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les divers points du levier *ff* s'élèvent et s'abaissent à très peu près en proportion de la variation du débit. Un crayon fixé en l'un de ces points pourra donc tracer, sur une bande de papier pourvue d'un mouvement chronométrique horizontal, la courbe du débit. De même, on conçoit aisément la possibilité de totaliser le débit d'une façon continue.

L'appareil dont on vient de voir la description a été employé au jaugeage

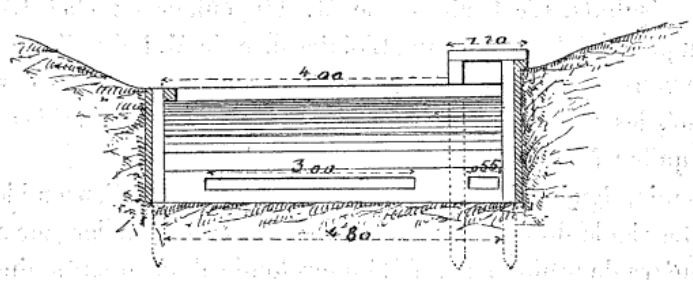


Fig. 4. — Profil en travers de la rigole dans l'emplacement du jaugeage.

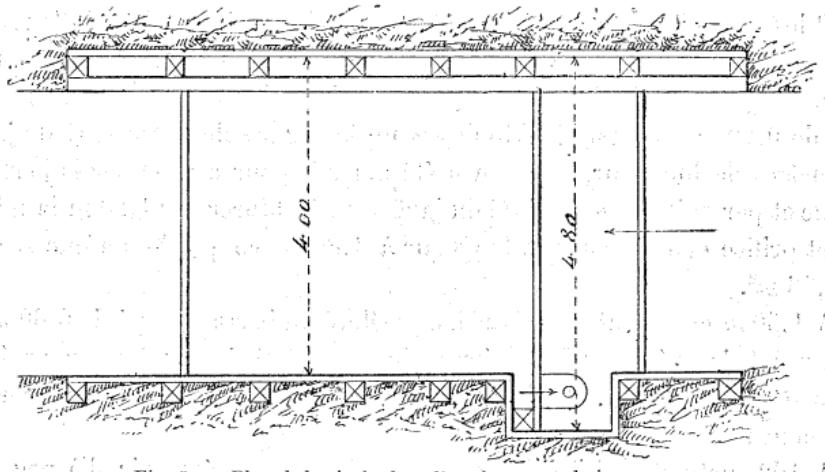


Fig. 5. — Plan de la rigole dans l'emplacement du jaugeage.

de la rigole des marais de Courpalet, la principale artère de l'alimentation du canal d'Orléans. On l'a installé à l'aval de la tranchée de la Gibonnière, près du point de partage des vallées de la Seine et de la Loire.

La rigole de Courpalet, dont l'origine n'est qu'à 11 kilomètres du bief de partage qu'elle dessert, présente de nombreuses sinuosités et n'a qu'une très faible pente, puisque son développement atteint 32 kilomètres avec une chute totale de 1,10 *m*. La vitesse de l'eau est inférieure à 0,10 *m* et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le débit de la rigole à pleins bords est d'environ 400 litres par seconde.

Cette rigole de Courpalet peut être considérée comme classique. De Regemorte et de Prony en ont successivement étudié le régime. Mais de récents projets, qui comportaient l'augmentation du volume d'eau à transporter par la rigole, ayant rendu désirables des jaugeages exacts, on essaya en vain l'emploi des procédés usuels : la vitesse et la pente très faibles faussaient les résultats. C'est alors que M. l'ingénieur en chef Lèbe-Gigun recourut au procédé de M. Parenty. L'obligeance de M. Lèbe-Gigun nous met à même de vous faire connaître les conditions dans lesquelles le système a été appliqué, les vérifications auxquelles il a été soumis et les résultats favorables qu'il a fournis.

Les croquis, figures 2, 3, 4 et 5 ci-contre montrent l'ensemble de l'installation. La rigole dont le plafond a 4 mètres environ de largeur et un peu plus de 1 mètre de profondeur, a été approfondie d'une quarantaine de centimètres sur une dizaine de mètres de longueur et maintenue sur ce parcours entre deux parois verticales de planches. Un élargissement local de 0,80 *m* reçoit les mécanismes au droit du barrage vertical qui a 4,80 *m* de longueur et une hauteur dépassant le niveau des plus hautes eaux. La jauge rectangulaire prend naissance à 0,40 *m* au-dessus du fond et présente une largeur de 0,20 *m*. Elle est ainsi toujours noyée sur ses deux faces. Cette jauge a 3 mètres de longueur, mais on a été amené, pour augmenter la perte de charge et par suite la sensibilité du jaugeage, à obturer sur 1,20 *m* le milieu de cet orifice et à ramener la longueur à 1,80 *m*, ce qui donne une section de 0,36 m^2.

A 1,50 *m* en amont de la jauge, on a élevé un barrage noyé de 0,60 *m* de haut afin de la préserver de la vitesse du courant et, à 5 mètres en aval, un barrage semblable sert à maintenir l'eau à une hauteur suffisante pour noyer sûrement l'orifice.

A 102 mètres en aval du barrage de jauge, un réservoir d'à peu près 200 mètres carrés de surface, à parois verticales entièrement recouvertes de planches jointives, a été creusé sur la rive droite de la rigole. Le plafond de ce réservoir a été arasé au niveau de celui de la rigole dans un terrain imperméable. Au droit du réservoir on a installé en travers de la rigole un barrage avec vannage pouvant se manœuvrer rapidement. Le réservoir peut être mis en communication avec la rigole par une large vanne, et une autre vanne permet la vidange du bassin dans un fossé d'écoulement.

La jauge de 36 décimètres carrés de section a fonctionné du 2 août 1888

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au 17 février 1889 ; époque à laquelle on a rétabli la jauge de 60 décimètres carrés dans le but de perdre moins de charge pendant la période des hautes eaux et des grands débits.

En se servant du réservoir de jauge, on a fait 131 expériences de 8 à 12 minutes chacune en comparaison avec la première jauge et 149 avec la grande. Nous avons sous les yeux les résultats détaillés de ces nombreux essais et nous pouvons y constater qu'entre les résultats du jaugeage automatique et ceux obtenus à l'aide du réservoir, il n'y a que des écarts très faibles.

Nous en concluons avec M. le sous-ingénieur Amade que « l'appareil de M. Parenty peut rendre de grands services pour le jaugeage des cours d'eau ».

M. Lèbe-Gigun veut bien nous informer qu'il se propose d'utiliser le jaugeur automatique sur une autre rigole à faible pente qui sert à l'alimentation du canal de Briare.

Retenons en passant ce résultat des 280 essais : le coefficient de contraction de l'orifice de 20 centimètres de hauteur a été trouvé égal, en moyenne, à 0,62.

M. Parenty a construit aussi un compteur d'eau destiné au jaugeage des conduites forcées et nous avons pu examiner au Champ-de-Mars, près du pont d'Iéna, un appareil de ce type, que M. l'ingénieur en chef Bechmann a utilisé pendant la durée de l'Exposition universelle, pour mesurer la consommation de la grande gerbe des fontaines lumineuses. Le service de cet instrument paraît avoir donné satisfaction, car la Ville de Paris, après cette expérience prolongée, en a décidé l'acquisition et va l'installer sur une des maîtresses conduites servant à l'irrigation à l'eau d'égout de la plaine de Gennevilliers. Nous indiquerons sommairement le principe sur lequel est basée la disposition de ce compteur d'eau.

En un point de la conduite dont on veut mesurer le débit (fig. 6), on installe deux tubes piézométriques verticaux dont les extrémités inférieures recourbées à angle droit sont dirigées l'une dans le sens du courant et l'autre en sens inverse.

La dénivellation H qui s'établit dans deux tubes ainsi disposés, lorsqu'ils débouchent à l'air libre, peut servir de mesure à la vitesse et par suite au débit. On trouve expérimentalement, d'après M. Parenty,

$$V = \omega \sqrt{2gH}$$

le coefficient ω étant très voisin de l'unité.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mais, si par des tubes de petit diamètre qui peuvent suivre sans inconvénient un parcours long et sinueux, on amène les deux pressions hydrauliques de part et d'autre d'un disque horizontal ou diaphragme, comme on le voit sur la figure 6 ci-contre, ce disque sera soulevé par une force égale au produit de sa surface par la différence H des pressions et cet effort pourra être utilisé pour mesurer, indiquer, enregistrer et totaliser le débit à l'aide des mêmes moyens que ceux qui ont été décrits à l'occasion du jaugeur de cours d'eau.

Le bord du diaphragme est formé de deux parois cylindriques verticales *cc*, *dd*, laissant entre elles un espace annulaire ou rigole que l'on garnit d'une certaine quantité de mercure. Dans cette rigole *cd* pénètre la tranche d'un tube cylindrique fixe *ee* attaché verticalement au couvercle *ff*.

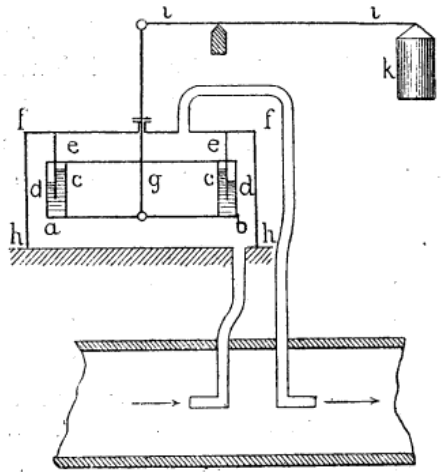


Fig. 6. — Compteur d'eau pour conduites forcées.

Le diaphragme *ab* est suspendu à une tige cylindrique *g* qui traverse le couvercle *ff* par un joint étanche donnant le moins possible de frottement. On peut aussi faire traverser à cette tige le fond inférieur *hh* de façon qu'elle soit soumise, en bas comme en haut, à la pression atmosphérique.

Dans l'appareil du Champ-de-Mars auquel on avait voulu donner une grande sensibilité, même pour de faibles vitesses, la surface soumise à la différence H des pressions d'eau était de 0,708 707 m^2, de sorte qu'une variation de charge de 1 millimètre produisait sur la tige de suspension une variation d'effort de 708,507 grammes. Cette tige pouvait se mouvoir verticalement de 20 millimètres et ses déplacements étaient quintuplés par le jeu du levier *ii*. Un contrepoids *k* suspendu à l'extrémité de ce levier équilibre le poids du disque *ab*, de sa tige de suspension, de sa rigole *cd* et du mercure qu'elle contient. Un autre contrepoids agissant avec un bras de levier variable par l'effet de la came spirale équilibre constamment l'action de la charge hydraulique H sur le disque et il est facile, en changeant ce contrepoids, de faire varier le nombre de litres par seconde ou le nombre de mètres cubes à l'heure représenté par une division du cadran que parcourt l'aiguille.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sur l'arbre de la came spirale est calée une came accessoire à laquelle est attaché un contrepoids dont l'effet équilibre à chaque instant l'effet de l'immersion plus ou moins profonde du tube *ee* dans le mercure et la variation de niveau du mercure dans la rigole.

L'appareil du Champ-de-Mars comportait un dispositif pour tracer la courbe des débits et un autre mécanisme formé d'une roulette totalisatrice et d'un compteur qui marquait sur ses cadrans d'une façon continue, la valeur totale de la production de la conduite d'eau.

Il convient de faire remarquer que l'appareil présenté par M. Parenty pour le jaugeage des conduites forcées répondra, si la pratique permet d'en vérifier l'exactitude, à un besoin assez souvent ressenti et auquel ne satisfait aucun des compteurs d'eau actuellement connus. Lorsqu'on doit mesurer le débit d'une grosse conduite, dépassant 100 millimètres de diamètre, on en est réduit à subdiviser le débit et à en jauger simultanément les diverses parties.

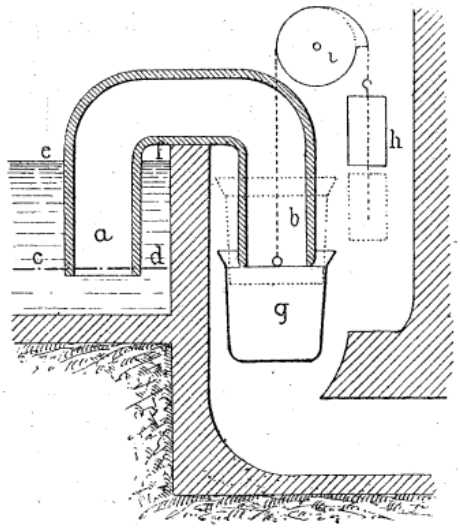


Fig. 7. — Siphon de chasse pour égouts.

Nous dirons maintenant quelques mots d'un siphon de chasse pour égouts qui a déjà reçu une cinquantaine d'applications. M. Parenty nous a communiqué, entre autres documents, un certificat de M. l'Ingénieur en chef des ponts et chaussées chargé du service de l'assainissement de Paris, en date du 23 octobre 1888, constatant qu'une vingtaine de siphons de ce système successivement fournis à la Ville pendant les deux dernières années n'avaient pas cessé de fonctionner d'une manière satisfaisante et qu'en conséquence il serait fait de nouvelles commandes de ces appareils.

L'organe principal du système est un siphon *ab* (fig. 7) dont la section libre est assez grande pour produire un écoulement très rapide de l'eau destinée à nettoyer l'égout. On lance ainsi par exemple 3 ou 4000 litres en 30 ou 40 secondes. La branche *a* plonge constamment dans le bief d'amont ou dans le réservoir de chasse dont le niveau minimum est en *cd* et le niveau maximum en *ef*. La branche *b* communique avec l'égout par un en-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tonnoir disposé pour favoriser l'effet de la chasse, mais pendant tout l'intervalle entre deux chasses successives, l'orifice du siphon reste coiffé par une cuvette *g* que maintient soulevée le contrepoids *h* attaché à une chaîne d'autre part de la poulie *i* dont la gorge est tracée en spirale.

Pendant que l'eau s'élève lentement de *cd* en *ef* dans le bassin de chasse, elle monte également dans la cuvette qui communique avec le bassin à travers le siphon constamment plein d'eau.

Lorsque le niveau *ef* est atteint, la cuvette est pleine et son poids est devenu suffisant pour entraîner le contrepoids. Elle s'abaisse alors de la position tracée en pointillé à la position que marque le trait plein.

L'eau du bassin s'écoule alors sous l'action d'une charge égale à la course de la cuvette, débouche par le siphon dans la cuvette avec une grande vitesse dont l'action maintient celle-ci dans sa position inférieure malgré l'effet du contrepoids qui agit en ce moment sur le rayon maximum de la poulie.

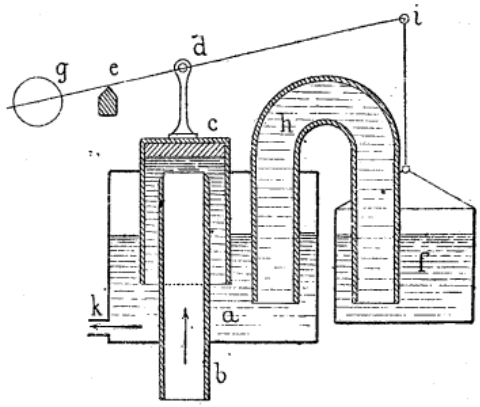


Fig. 8. — Réservoir à niveau constant.

Quand le bassin s'est ainsi vidé jusqu'au niveau *cd*, la vitesse d'écoulement est devenue très faible, le contrepoids l'emporte de nouveau et soulève la cuvette jusqu'à sa position primitive.

On remarquera que les deux orifices du siphon sont toujours plongés dans l'eau. Le siphon reste toujours amorcé. Dans le cas où de l'air et des gaz s'accumuleraient au sommet du siphon, l'inventeur a proposé pour le réamorcer plusieurs moyens dans le détail desquels il est inutile d'entrer.

Dans l'un des mémoires présentés par M. Parenty, se trouvent décrits un grand nombre de dispositifs que l'on peut considérer comme des éléments d'appareils hydrauliques. C'est à l'aide de ces éléments diversement groupés que cet ingénieur a constitué plusieurs des combinaisons qu'il présente.

Nous rapporterons ici deux de ces dispositifs qui nous ont paru particulièrement simples et efficaces.

La figure 8 ci-contre indique le moyen auquel M. Parenty a recours ordinairement pour obtenir un niveau constant dans un réservoir *a* alimenté par une conduite *b* dont la pression est indéterminée et variable.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Une cloche cylindrique *e* dont le fond est garni d'un disque de caoutchouc peut obturer ou dégager la tranche supérieure du tuyau *b*. Cette cloche s'articule en *d* sur un fléau par des couteaux *e* reposant sur un support fixe.

Une cuve mobile *f* communiquant librement avec le réservoir *a* par un siphon *h*, est suspendue à l'extrémité *i* du fléau. Le contrepoids *g* équilibre cette cuve remplie d'eau jusqu'au niveau normal.

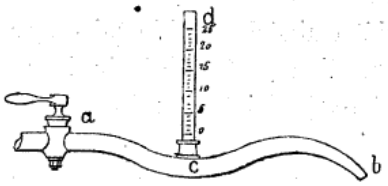


Fig. 9. — Système pour évaluer le débit d'un tuyau coulant à l'air libre.

La soupape s'appuie sur son siège et intercepte l'arrivée de l'eau chaque fois que le niveau du réservoir est à sa hauteur normale et que par suite le poids de la cuve est suffisant. Cette soupape s'ouvre, par contre, dès que la consommation par le tuyau *k* a fait baisser le niveau et diminué le poids de la cuve.

Pour évaluer à tout instant le débit d'un tuyau coulant à l'air libre, M. Parenty se sert de la disposition simple que représente le croquis ci-contre (fig. 9). *a* est un robinet quelconque pouvant se régler commodément. L'orifice *b* est plus petit que la plus grande ouverture du robinet. Au point bas *c* est branché un manomètre à eau *cd* ouvert à l'air libre. Il est facile de graduer empiriquement ce manomètre suivant le débit, car à chaque pression génératrice correspond une valeur particulière du débit.

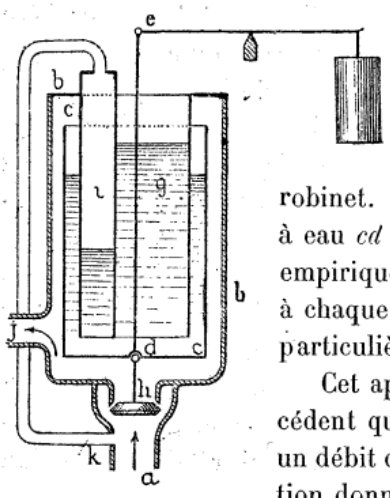


Fig. 10. — Régulateur à gaz.

Cet appareil, lorsqu'il est placé à la suite du précédent qui assure la constance de la charge, fournit un débit dont la valeur reste constante pour une position donnée du robinet.

Nous n'avons parlé jusqu'ici que des questions relatives à l'écoulement des liquides. M. Parenty a travaillé aussi les problèmes de la régulation et du jaugeage de l'écoulement des gaz et spécialement du gaz d'éclairage. Il a construit entre autres des régulateurs à gaz qui ont été essayés tant au Conservatoire des Arts et Métiers qu'au laboratoire de la Compagnie parisienne du gaz avec des résultats très satisfaisants (1) et dont

(1) Dans un certificat en date du 30 juin 1885, M. Camus, directeur de la Compagnie pari-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'emploi, comme il résulte de divers témoignages que nous a fournis l'inventeur, a permis de constater de notables économies de consommation à la manufacture de tabacs de Châteauroux, dans une caserne d'Orléans et quelques autres établissements.

Le régulateur consiste essentiellement en un manomètre à liquide dont la cuvette est suspendue au fléau d'une balance et équilibrée pour un niveau déterminé du liquide qu'elle renferme. La variation de poids de cette cuvette que l'on peut maintenir dans des limites déterminées à l'avance par un choix judicieux des dimensions de l'appareil produit la force motrice nécessaire pour faire mouvoir l'organe régulateur de l'écoulement.

La figure 10 permet de comprendre la disposition et le fonctionnement de l'appareil.

Le gaz dont on veut régler la pression arrive par le tuyau *a* dans un cylindre vertical *b*. Ce récipient est presque entièrement occupé par la cuvette mobile *c* du manomètre à eau. Cette cuvette est suspendue par une tringle rigide *de* à l'extrémité du fléau et équilibrée pour un certain niveau par le contrepoids *f*. Le tube vertical *g* s'ouvre librement à l'atmosphère à sa partie supérieure, où il est réuni par un couvercle annulaire au récipient *b*; ce tube ouvert dans le bas plonge dans l'eau de la cuvette. La soupape *h* d'admission du gaz est attachée sous la tringle *de* et participe à ses mouvements. Une petite cloche verticale *i*, communiquant en *k* avec le gaz avant son entrée dans le régulateur, sert à compenser les variations de pression du gaz sur la soupape.

Quand le gaz atteint dans le récipient *b* la pression normale, la cuvette équilibrée par le contrepoids maintient la soupape fermée. Lorsque, par suite de la consommation en *j*, la pression du récipient diminue, il passe un peu de l'eau de la cuvette mobile dans la partie annulaire qui forme la seconde branche du manomètre, la cuvette s'allège, le contrepoids la soulève et ouvre la soupape jusqu'à ce que l'afflux du gaz ait rétabli la pression à sa valeur normale.

L'appareil a une grande sensibilité avec un volume restreint. Il fournit, en fait, un réglage excellent de la pression.

Ajoutons que M. Parenty a proposé divers moyens ingénieux de changer

sienne, déclare que les régulateurs Parenty qu'il a fait essayer ont donné, au point de vue de la constance des pressions, des résultats que l'on obtient difficilement des appareils connus.

Il ajoute qu'un appareil dit compteur de consommation qui n'était encore qu'à l'état de projet donnait déjà cependant des résultats assez exacts pour pouvoir être mis en comparaison avec les appareils similaires.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

automatiquement de temps en temps la pression normale du gaz au régulateur d'après les variations de la consommation.

Il nous resterait encore à traiter d'un compteur de vapeur que M. Parenty a construit, non sans de grands sacrifices, et qui a été essayé à la manufacture des tabacs du Gros-Caillou, puis mis en service à l'Exposition, dans l'usine de fourniture de vapeur de MM. Bon et Lustremant. L'inventeur a consacré à la théorie de cet instrument un savant mémoire et il en fournit la description détaillée avec dessins. Ajoutons que ce serait un résultat nouveau que de mesurer le débit d'une conduite de vapeur. Mais les essais ne semblent pas encore suffisants pour établir l'exactitude de l'appareil et donner dans ses indications une confiance définitive.

De plus, on ne saurait dissimuler que les difficultés sont bien plus grandes dans le jaugeage de la vapeur que dans la mesure du débit des gaz permanents. Avec la vapeur saturée à pression variable, il se passe des phénomènes thermiques compliqués, d'une analyse difficile et encore incertaine.

L'auteur s'est attaché à démontrer :

Qu'il est possible théoriquement de mesurer directement le poids de vapeur débité par une conduite ;

Que la connaissance de ce débit en poids fournit une notion exacte de la valeur du fluide au point de vue de ses applications industrielles ;

Que la dose variable d'eau présente dans le courant ne fausserait pas le jaugeage dans une proportion inacceptable en pratique ;

Que la perte de charge produite artificiellement sur le tuyau n'avait pas de conséquence au point de vue économique à cause de certaines récupérations de chaleur qui se produisent au passage ;

Qu'on pourrait d'ailleurs obtenir une grande sensibilité à l'aide d'une perte de charge modérée ;

Et que l'instrument pourrait être complété par un compensateur de la variation de densité de la vapeur, pour les cas où la pression dans la conduite à jauger serait soumise à d'importantes variations.

Mais, malgré le talent incontestable avec lequel l'auteur présente ces divers points de discussion, nous croyons devoir lui laisser la responsabilité de ses conclusions en émettant l'espoir qu'il puisse bientôt la dégager à l'aide d'expériences démonstratives.

En attendant que M. Parenty soit en mesure de vous présenter sur le compteur de vapeur une nouvelle communication, nous vous demandons la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

permission de ne pas insister davantage quant à présent sur cette invention intéressante. L'étendue déjà bien grande de ce rapport nous ferait d'ailleurs, à elle seule, une obligation de cet ajournement.

Essayons maintenant de dégager l'idée maîtresse qui a présidé à ces inventions si nombreuses et si variées dont plusieurs rendent déjà des services appréciés.

Le but poursuivi est la régulation, la lecture et l'enregistrement des pressions et des débits de tous les fluides pesants distribués par une canalisation.

L'organe qui, sous des formes diverses, donne la solution de ces problèmes est la cuvette mobile d'un manomètre à liquide suspendue à un fléau de balance et équilibrée pour un certain niveau du liquide qu'elle contient. L'abaissement et la surélévation de ce niveau procurent une force motrice dont l'importance dépend de la section de la cuvette.

S'il s'agit de régler une pression variable sans lui laisser de part et d'autre d'une valeur normale plus qu'un écart déterminé, cette force motrice est appliquée à la manœuvre de l'organe de réglage.

Si c'est le débit qu'on se propose de régler entre deux limites fixées, on produit en un point de la conduite une perte de charge spéciale, on règle comme il vient d'être dit la différence des pressions de part et d'autre de ce point.

Pour mesurer soit la pression variable, soit le débit variable, la force motrice, au lieu d'être utilisée pour produire un réglage, est constamment équilibrée par un poids dont l'action varie proportionnellement à sa course verticale. Les positions successives de ce poids indiquent la pression ou le débit à mesurer ; elles sont tracées en ordonnées sur un cylindre qu'une horloge fait tourner uniformément. La courbe ainsi obtenue peut être planimétrée ou l'on peut en enregistrer l'aire variable à l'aide d'un appareil totalisateur.

Vous voudrez sans doute, Messieurs, féliciter l'ingénieur instruit et chercheur, qui, ayant conçu cette idée si simple et si fertile, a su en faire jaillir tant de conséquences utiles, l'a appliquée souvent avec bonheur à la solution de tant de problèmes importants et difficiles. Nous devons l'encourager, non pas à étendre davantage le cercle de ses recherches, mais à s'appliquer à résoudre d'une façon industrielle quelques-uns des problèmes qu'il s'est posés. Il serait désirable qu'il pût trouver la collaboration dévouée d'un constructeur-mécanicien expérimenté, afin que les appareils qu'il a combinés pussent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

être construits avec perfection et éprouvés dans les conditions variées de la pratique.

Aussi n'hésitons-nous pas à vous proposer :

1° De féliciter vivement M. Parenty de ces beaux travaux sur l'écoulement des fluides pesants ;

2° De le remercier de ses très intéressantes communications ;

3° D'ordonner le dépôt à la bibliothèque des douze mémoires qu'il a rédigés pour la Société ;

4° D'ordonner l'insertion du présent rapport au *Bulletin* de la Société, avec les figures qui l'accompagnent.

Signé : BRÜLL, *rapporteur.*

Approuvé en séance le 24 *janvier* 1890.

ARTS MÉCANIQUES

RAPPORT *fait par* M. ÉDOUARD SIMON, *au nom du Comité des arts mécaniques, sur une* MACHINE A CHINER LES RUBANS DE LAINE, *de* MM. MAHON FRÈRES, *constructeurs à Roubaix* (*Nord*).

MESSIEURS,

Avant d'énumérer les perfectionnements apportés par MM. Mahon frères à l'outillage dont ces constructeurs se sont fait une spécialité, nous devons rappeler ce qu'on entend par *chinage* et indiquer les moyens primitifs auxquels la fabrique s'est trouvée longtemps limitée pour réaliser l'apprêt en question.

« Le chinage — écrivait Michel Alcan en 1847 — consiste dans l'appli-
« cation de la matière colorante sur les fils, d'une manière spéciale et en
« vue d'effets particuliers. On sait que la teinture en écheveaux s'obtient par
« l'immersion des fils dans le bain d'une matière tinctoriale. Chaque fil
« reçoit alors la même nuance sur toute la longueur. Avec le chinage on se
« propose, au contraire, de teindre les fils de façon qu'un seul reçoive
« plusieurs nuances différentes sur des longueurs variables...

« Des divers moyens en usage, le plus anciennement connu est encore
« généralement employé. Il consiste à envelopper très fortement d'une
« bande de papier d'abord, et d'un parchemin par-dessus, les parties des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« écheveaux qui ne doivent pas être teintes. On laisse à découvert celles à « teindre et on plonge le tout dans la matière colorante, puis on retire les « écheveaux et on les laisse sécher. On enveloppe ensuite, comme il a été « indiqué, les places qui viennent d'être teintes et celles qui doivent encore « être réservées, en découvrant celles destinées à recevoir une nouvelle « couleur; on opère de même autant de fois qu'on veut appliquer de « nuances différentes. On comprend qu'en faisant varier la longueur des liga- « tures, on obtient des effets également variés...

« On a eu l'idée de remplacer les ligatures par de petites presses par- « tielles. Aux liens sont alors substituées des traverses qui réservent les « espaces voulus et sont fortement serrées sur les écheveaux à l'aide de « vis (1). »

Les moyens indiqués dans l'extrait ci-dessus servaient au chinage *irrégulier*. Pour produire le *chiné régulier*, on opérait l'impression des fils après un ourdissage provisoire. Les fils de chaîne correspondant à deux ou trois dents du peigne du tisserand et formant une *branche* étaient, dans ce cas, redévidés pour subir le chinage en écheveau par les mêmes moyens que ci-dessus et occuper dans le tissu une place déterminée à l'avance. Cette méthode était nécessairement plus longue encore et plus coûteuse que la première.

Nous mentionnerons pour mémoire le procédé consistant à monter la chaîne sur le métier, à la tisser de place en place afin de maintenir le parallélisme des fils et à imprimer l'ensemble à la planche, comme une étoffe entièrement tissée, à remonter la chaîne ensuite sur le métier, à défaire la trame provisoire, pour recommencer le tissage dans les conditions habituelles.

Au lieu de chiner le fil à l'état d'écheveau ou de chaîne, un industriel de Roubaix, M. Vigoureux, imagina d'imprimer le fil (préalablement tricoté sur un métier de bonneterie) soit à la planche, soit au rouleau, puis de défiler l'étoffe par simple traction, de manière à en former la chaîne ou la trame des tissus chinés (2). L'impression portant sur des fils entrelacés suivant des directions obliques permettait d'obtenir des effets d'ombré particuliers.

Ce fut vers la même époque que MM. Mahon frères construisirent leur première machine à chiner les fils en écheveaux. Ces mécaniciens étaient bien préparés à l'étude du problème : dès 1859 ils avaient fondé avec leur

(1) *Essai sur l'industrie des matières textiles*, par Michel Alcan, p. 436 et suivantes.
(2) B^t 74683, 21 janvier 1867.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

père un atelier destiné à la construction, à la réparation et à la trempe des cylindres cannelés pour filature. Le succès de la machine créée en 1867 tint précisément à l'exactitude des reliefs et des creux des rouleaux chineurs, disposés par paires. L'outillage employé permit aussi de satisfaire à toutes les exigences de la fabrication, en effectuant rapidement la gravure des cylindres de rechange. Enfin la production, sensiblement accrue, devint beaucoup plus économique que par les anciens procédés.

Cependant la machine primitive n'imprimait qu'une couleur à la fois et, pour les chinés à nuances multiples, il fallait réitérer le passage des écheveaux sur la même machine, préalablement nettoyée et pourvue, à chaque opération, d'un nouveau bain de teinture, ou employer plusieurs appareils distincts. MM. Mahon frères présentèrent à l'Exposition universelle de 1878 une machine effectuant simultanément le chinage à deux couleurs.

Les lignes suivantes empruntées au rapport du jury international des récompenses signalent l'importance du progrès accompli : « Cet apprêt (le « chinage) fournit économiquement une grande variété d'effets, surtout « depuis le remplacement de la planche par le rouleau. De ce fait, la pro- « duction s'est élevée de 10 à 12 kilogrammes, à près de 100 kilogrammes « par ouvrier et par jour.

« Les machines de MM. Mahon frères sont simples ou doubles, suivant « que le chiné comporte une ou deux couleurs. L'exactitude des cylindres « en fait le mérite, car les rouleaux tournant deux à deux pour comprimer « le fil entre des reliefs parallèles, les lignes d'impression doivent se cor- « respondre exactement sous peine de déterminer des *barrures* (1). »

En 1889, MM. Mahon ont exposé, entre autres produits, « une machine à chiner, à la sortie du gill-box, les rubans de laine destinés à faire du *vigoureux* » ; cette désignation même exige quelques mots d'explication.

M. Vigoureux, dont un brevet a été cité plus haut, avait eu, antérieurement, l'ingénieuse idée de chiner les matières filamenteuses après peignage et avant filage, c'est-à-dire sous forme de *rubans de préparation*. Ces rubans, striés de bandes coloriées plus ou moins larges, plus ou moins foncées, se travaillent comme de coutume, sont doublés et laminés sur les étirages successifs, de telle sorte que par le glissement, l'échelonnement, la juxtaposition des fibres, les barres imprimées transversalement disparaissent et font place à un mélange parfaitement fondu.

(1) Exposition universelle de 1878. — Rapports du jury international. — Le matériel et les procédés de la corderie, de la filature, du tissage et des apprêts sur étoffes, par Édouard Simon.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le procédé Vigoureux a pour avantages de donner, moyennant un prix de revient peu élevé, des nuances suffisamment solides, dont la série est presque illimitée et de conserver aux filaments la souplesse et l'élasticité, que les autres méthodes de teinture ne laissent pas toujours intactes. Aussi le *vigoureux,* suivant la désignation usitée, a-t-il conservé de nombreuses applications.

Sauf dimensions, la machine de MM. Mahon frères présente une certaine analogie avec les appareils des mêmes constructeurs, destinés à chiner les fils. Placée à la suite d'un gill-box, ou étirage à aiguilles, elle se compose essentiellement de deux cylindres à cannelures obliques, dont les axes parallèles tournent dans un même plan horizontal, mais inversement. Au-dessous de chaque cylindre et tangentiellement se meut, dans un bac alimenté de teinture, un petit tambour mouilleur recouvert de drap.

Le ruban de préparation passe entre les cylindres cannelés ; l'écartement se règle à volonté et de manière que les saillies des cannelures se présentent deux à deux exactement en face l'une de l'autre ; ces reliefs déposent le liquide colorant sur les faces opposées du ruban qui, dans l'intervalle, conserve sa couleur naturelle.

A la sortie des cylindres chineurs, la préparation est dirigée sur plusieurs rouleaux à ailettes, puis dans un pot tournant servant à la transporter derrière la machine suivante de l'assortiment.

Pour éviter les accidents qui résulteraient d'un arrêt en cours de travail et donneraient lieu notamment à la déchirure des rubans trop longtemps pressés entre les cylindres, les constructeurs ajustent les coussinets de l'un de ces rouleaux dans un support mobile ; un volant à main permet à l'ouvrier d'écarter ou de rapprocher instantanément ce support.

L'installation sur le même bâti de deux bacs à teinture donne la faculté d'imprimer simultanément deux nuances et d'augmenter ainsi le nombre des mélanges. La production d'une semblable machine atteint 400 kilogrammes de laine par jour.

Si nous ajoutons que, grâce aux inventions successives de MM. Mahon frères, les Anglais qui, pour le même genre de machines et de rouleaux, faisaient surtout concurrence aux mécaniciens français, sont évincés de notre marché, que MM. Mahon exportent aujourd'hui leurs appareils brevetés, en Belgique, en Suisse, en Autriche, en Allemagne, aux États-Unis d'Amérique, au Mexique, le Conseil voudra bien reconnaître que ces constructeurs ont droit à nos encouragements. Le Comité des arts mécaniques vous propose,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Messieurs, de remercier MM. Mahon frères pour leur intéressante communication et de voter l'insertion, au *Bulletin*, du présent rapport avec une planche de dessins représentant la machine à chiner les rubans de laine, et une légende explicative.

Signé : Édouard Simon, *rapporteur.*

Approuvé en séance le 24 *janvier* 1890.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 41 REPRÉSENTANT LA MACHINE A CHINER LES RUBANS DE LAINE DE MM. MAHON FRÈRES.

Fig. 1. — Élévation latérale.

Fig. 2. — Vue en plan.

Fig. 3. — Coupe en élévation suivant la ligne *a*, *b*, du plan.

A, A, Bâtis.

B, B, Paliers à vis de réglage.

C, Cylindre chineur.

D, Cylindre chineur, cannelé comme le précédent, mais monté dans un support à charnière F.

E, E, Coussinets du cylindre D.

F, Support mobile à charnière.

G, Tourillon du support à charnière.

H, Verrou servant à maintenir en place le support F, pendant le chinage.

I, Volant à main destiné à actionner le verrou H et à rapprocher ou écarter le cannelé D.

J, J, Tambours mouilleurs recouverts de drap.

K, K, Bacs à teinture.

K′, Bac d'alimentation des bacs K.

L, L, Supports (à vis de réglage) des tambours J J.

M, M, Râcles destinées à faire retomber dans les bacs la teinture en excès.

N, Table de guidage des rubans entre les gills et les cylindres chineurs.

O, Râtelier-support des rouleaux P.

P, P, Rouleaux à ailettes actionnés par les roues dentées Q, R, S, et la chaîne sans fin T.

U, Poulie à gorge calée sur l'axe du dernier rouleau P, et recevant la corde V, qui commande le pot tournant.

X, Pot tournant, dans lequel est recueilli le ruban chiné.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

j, Chaîne sans fin transmettant le mouvement du gill-box à l'appareil chineur.

1, 2, 3, 4, 5, Roues dentées actionnant de proche en proche les cylindres cannelés C et D et les tambours mouilleurs J J.

CONSTRUCTIONS ET BEAUX-ARTS

RAPPORT *fait par* M. APPERT, *au nom du Comité des constructions et des beaux-arts, sur le nouveau* FOUR A CHALEUR CONCENTRÉE *dit* FOUR MÉTENIER.

La fabrication des produits céramiques, tels que les porcelaines, les faïences, les grès cérames, les briques et les poteries en général, comporte deux opérations successives bien distinctes :

La première, qui consiste à façonner par moulage, tournage ou coulage, la matière première convenablement préparée et douée des propriétés plastiques que lui procure l'argile qui en est la base.

La seconde, dont l'objet est de cuire les pièces ainsi fabriquées et préalablement séchées, en les portant à une température plus ou moins élevée, variable avec la composition de la pâte céramique, mais toujours suffisante pour éliminer l'eau de combinaison contenue dans l'argile.

Les produits obtenus ont acquis ainsi la dureté, la couleur et l'inaltérabilité recherchées. Cette dernière opération se fait dans des fours ronds ou rectangulaires de grande capacité intérieure, pouvant aller de 40 à 100 mètres cubes.

Les flammes sont produites dans quatre, six ou huit foyers accolés contre et en dehors du four, et qu'on désigne sous le nom d'*alandiers*.

Les produits céramiques dont on veut opérer la cuisson sont rangés dans le four par piles ou colonnes, dont la disposition est telle, qu'ils puissent être léchés de tous côtés par les flammes et être portés à une température égale dans toutes leurs parties.

Suivant leur nature et leur qualité, les pièces à cuire sont, ou bien empilées les unes sur les autres et par suite en contact direct avec les flammes — c'est le cas des pièces en grès ou de poterie grossière, — ou bien pour des pièces délicates, telles que les pièces de service en porcelaine, on les range dans des boîtes fermées appelées gazettes, et ce sont ces boîtes qui forment les piles.

Ces fours sont à circulation directe, c'est-à-dire que les flammes intro-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

duites par la partie inférieure du four, près de la sole, à une hauteur correspondante à celle des grilles des alandiers, sont évacuées par une ouverture supérieure placée au centre de la coupole qui recouvre la capacité du four.

Cette ouverture est surmontée elle-même d'une cheminée d'appel verticale plus ou moins élevée qui dépasse le toit de l'usine, et par laquelle sont évacués au dehors les gaz brûlés et les fumées.

Ces fours, employés le plus communément, sont très imparfaits et d'une conduite difficile ; ils ne diffèrent, du reste, de ceux en usage il y a cinquante ans, que par des dispositions spéciales dans la forme des foyers, dispositions nécessitées surtout par la substitution de la houille au bois.

Malgré les soins apportés à l'empilage, qui est fait en tenant compte du résultat des fournées précédentes, il arrive que, sous l'influence de causes telles que le changement de direction des vents, l'état de l'atmosphère et de sa température, il se produit un appel inégal qui provoque, dans certaines parties du four, une circulation active, où la température s'élève plus qu'elle ne devrait le faire ; tandis que, dans d'autres, la température nécessaire n'est pas atteinte.

Ces accidents trop fréquents sont une cause de pertes, souvent considérables, dues à la moins-value des pièces fabriquées et au déchet produit par celles qui ont été cassées ou détériorées.

L'appel direct des flammes a, de plus, l'inconvénient de produire une mauvaise utilisation du combustible dont une partie, convertie en gaz, ne s'allume qu'en dehors du four.

On a cherché à améliorer ce mode de chauffage en obligeant les flammes à redescendre le long des pièces dont on voulait opérer la cuisson, et en les faisant sortir par une ou plusieurs ouvertures pratiquées près de la sole ou dans la sole même du four.

Ces fours, auxquels on a donné le nom de *fours à flammes renversées*, sont employés avec succès dans certaines usines, en particulier dans les faïenceries.

Il n'en est pas de même dans les fabriques de porcelaines, les fabriques de grès et même les fabriques de faïences opaques où la température doit être notablement plus élevée.

Ces fours en effet qui étaient un progrès réel sur les anciens fours, nécessitent encore, pour la cuisson de ces derniers produits en particulier, une quantité considérable de combustible et ne permettent d'atteindre que difficilement la température nécessaire et d'une façon peu suivie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Métenier, praticien exercé et fabricant lui-même de grès cérames à Moulins, frappé des inconvénients que présentaient les fours en usage, a cherché à y remédier et a adopté pour cela les dispositions qui font l'objet du présent rapport, et qui ont été appliquées plus spécialement aux fours destinés à cuire les porcelaines et les grès.

1° Les gaz sortant des alandiers placés comme d'habitude autour du four descendent par une gaine verticale ménagée dans le four même ou dans l'épaisseur des murs et se prolonge sous la sole où elle se continue jusqu'au centre :

Les parois de la gaine verticale sont formés par des briques spéciales percées d'un trou circulaire auxquelles M. Métenier donne le nom de *diviseurs*.

En les alternant avec des briques pleines il en varie à volonté, et suivant les besoins de la cuisson, l'emplacement et le nombre de façon à faire sortir les flammes dans l'intérieur du four à la hauteur la plus convenable et en quantité voulue.

Une autre partie des flammes sort par des ouvertures placées au-dessus des conduits horizontaux que recouvre la sole.

M. Métenier peut, par ces dispositions, diriger les flammes au départ comme il le veut et remédier très facilement aux irrégularités qui lui sont signalées par le résultat de la précédente cuisson.

2° Le second perfectionnement s'applique au mode d'évacuation des gaz et des flammes et à leur utilisation au sortir du four :

La voûte qui recouvre la capacité circulaire ou rectangulaire du four est formée de deux calottes sphériques séparées par une distance suffisante pour permettre l'écoulement facile des gaz, qui, arrivant par une série de trous équidistants percés dans la première calotte, sont évacués dans une ouverture centrale percée dans la seconde.

Cette dernière ouverture est surmontée d'une cheminée verticale qui redescend presque aussitôt le long de la paroi extérieure du four en formant un siphon ; cette cheminée se rend par une gaine horizontale sous la sole d'un second four identique au premier dans lequel ont été disposés également des produits à cuire.

Ce siphon, dont la section doit être calculée de dimensions en rapport avec la capacité du four, remplit un double but : il conduit d'abord les flammes et les gaz dans le deuxième four et permet ainsi d'utiliser la chaleur qui, sans cette disposition, aurait été abandonnée dans l'atmosphère en pure

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

perte. En second lieu, il sert pour ainsi dire de régulateur aux gaz du premier four en opposant une résistance nécessaire à leur sortie, par suite de leur poids même et par le frottement qu'ils éprouvent le long de ses parois.

Cette résistance qu'on peut modérer à volonté permet d'obtenir une utilisation plus complète des gaz en produisant facilement et couramment une température élevée et soutenue.

Ces fours peuvent être à un ou deux étages, comme l'indique la figure de la planche 38 qui représente un four à deux étages.

L'économie de combustible que l'ensemble de ces dispositions permet d'obtenir est considérable, et, suivant les attestations d'un grand nombre de fabricants de porcelaines et de grès qui m'ont été envoyées, elle s'élève en moyenne à 40 0/0.

On pourrait obtenir une économie encore plus grande en augmentant le nombre des fours successifs dans lesquels la chaleur perdue du four précédent serait utilisée dans le suivant. Jusqu'ici on ne l'a pas fait à cause de l'énorme quantité de produit qu'il serait nécessaire de fabriquer pour alimenter cette série de fours.

Avec deux fours, la cuisson dans le premier se fait en 45 heures, dans le deuxième l'utilisation des gaz du premier permet de réduire ce temps à 8 ou 10 heures avec une consommation moyenne pour l'ensemble des deux fours de 80 kilogr. de charbon par mètre cube de produits céramiques cuits.

M. Métenier a déjà construit ou transformé un grand nombre de fours à l'entière satisfaction de ceux chez lesquels il l'a fait, en leur assurant, de leur propre aveu, une *réussite constante* et en leur procurant une *économie considérable*.

La fabrication des produits céramiques, et en particulier celle des grès cérames, prend une importance de jour en jour plus grande que justifient leurs qualités et les besoins de l'hygiène urbaine.

Il est permis d'espérer que les améliorations que M. Métenier, inventeur modeste et expérimenté, aura apportées aux procédés de fabrication et à la qualité des produits permettront à l'industrie nationale de lutter avec plus d'avantage contre la concurrence de produits justement réputés dont la fabrication a été jusqu'ici monopolisée à l'étranger.

Il y a lieu, à ce titre, d'encourager M. Métenier à persévérer dans la voie dans laquelle il a déjà réussi.

Le Comité des constructions et des beaux-arts vous propose en consé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quence de remercier M. Méténier de la présentation intéressante qu'il a faite à la Société de son système de four et de faire insérer le présent rapport au *Bulletin,* ainsi que les dessins qui l'accompagnent.

Signé : Léon Appert, *rapporteur.*

Approuvé en séance le 10 *janvier* 1890.

LÉGENDE DESCRIPTIVE DE LA PLANCHE 38, RELATIVE AU FOUR A CHALEUR CONCENTRÉE, DIT FOUR MÉTENIER.

A, Alandiers;
C, Cheminée;
G, Gaîne formée par les diviseurs;
S, Siphon;
D, Diviseurs;
O, Orifices d'évacuation.

ARTS MÉCANIQUES

UN CALENDRIER PERPÉTUEL, PAR M. ED. COLLIGNON, MEMBRE DU COMITÉ DES ARTS MÉCANIQUES, SECRÉTAIRE DU CONSEIL.

Un calendrier perpétuel est destiné à faire connaître le nom du jour de la semaine pour une date donnée, prise au hasard dans l'échelle des temps. Il existe un grand nombre de tableaux et d'appareils pour résoudre la question ainsi posée. Mais presque tous exigent soit un calcul, soit le maniement de certaines pièces mobiles, pour arriver à la solution cherchée. Les tableaux que nous joignons ici ont l'avantage de donner à vue le résultat demandé. Le premier se rapporte au *style grégorien*, qui est en usage dans le monde catholique depuis le 5/15 octobre 1582, et qui a été adopté depuis par toutes les nations protestantes; le second s'appliqué au *style julien*, ou *vieux style*, que les nations orthodoxes, Russes, Roumains, Grecs, ont conservé jusqu'à présent.

Depuis longtemps on fait usage de lettres pour désigner les jours dans les calendriers perpétuels. Les sept lettres A, *b, c, d, e, f, g,* représentent les jours successifs de l'année, rangés par groupe de 7 à partir du premier

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

janvier, et se reproduisent indéfiniment dans le même ordre. On appelle *lettre dominicale* d'une année en particulier celle de ces lettres qui correspond pour cette année-là aux dimanches. Les années bissextiles ont deux lettres dominicales : la première se rapporte aux mois de janvier et de février, la seconde aux dix mois suivants. L'insertion du 29 février déplace en effet, en l'avançant d'un jour, le quantième des dimanches pour tout le reste de l'année. Les années communes, au contraire, n'ont qu'une lettre dominicale unique.

On sait que les années bissextiles se reproduisent de quatre en quatre ans dans le courant d'un même siècle, que de plus l'année commune finit par un jour du même nom que celui par lequel elle commence. Il en résulte que les lettres dominicales des années successives se suivent dans l'ordre alphabétique rétrograde, et forment une suite indéfinie dans les deux sens

$$A\ g\ f\ ed\ c\ b\ A\ gf\ e\ldots,$$

les groupes de deux lettres indiquant les années bissextiles, tous les quatre ans.

Cette loi du retour des années bissextiles tous les quatre ans est absolue dans l'ancien style, et entraîne le retour des mêmes jours aux mêmes dates au bout de 28 années révolues, période qu'on appelle le *cycle solaire*. La réforme grégorienne a interrompu la loi pour les années séculaires, 1700, 1800, 1900, 2100,... Ces années, dont le nombre est terminé par un double zéro, sont encore bissextiles lorsque le nombre des centaines est multiple de 4 ; elles ne le sont plus, et redeviennent des années communes, lorsque ce nombre de centaines divisé par 4 laisse un reste, qui peut être 1, 2 ou 3. Ainsi les années 1600, 2000, 2400, sont bissextiles dans le nouveau style comme dans l'ancien ; tandis que 1700, 1800, 1900, bissextiles dans l'ancien style, ne le sont pas dans le nouveau. La divergence entre les deux calendriers augmente, en résumé, de 3 jours en 400 ans. La réforme grégorienne ayant été opérée le 5/15 octobre 1582, il y eut à partir de ce moment un écart de 10 jours entre le nouveau style et le vieux ; cet écart s'est maintenu pendant tout le XVII^e^ siècle, puisque l'an 1600 a été bissextile dans les deux calendriers. Mais au XVIII^e^ siècle Voltaire datait ses lettres du 1/12 ; nos correspondants russes datent les leurs du 1/13 dans ce siècle-ci, et ils les dateront du 1/14 à partir du mois de mars 1900.

Les tableaux que l'on trouvera joints à cette note (pl. 39) sont au nombre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de trois. Le premier renferme les lettres des divers quantièmes de chaque mois pour une année commune. Il sert à la fois pour les deux styles. On a réduit ce tableau aux plus petites dimensions possibles, en réunissant dans chaque mois les quantièmes qui correspondent à des jours de même nom, c'est-à-dire ceux qui diffèrent d'un multiple de 7 jours, et en groupant ensemble les mois pour lesquels les mêmes jours de la semaine reviennent aux mêmes dates, savoir : janvier et octobre, février, mars et novembre, avril et juillet, septembre et décembre. Ces groupements ont réduit à sept le nombre des colonnes de lettres, autant qu'il y a de lettres ou de jours de la semaine. Il semble qu'il faudrait dresser deux tableaux de cette nature, l'un pour les années communes, l'autre pour les années bissextiles. Mais on reconnaît bien vite que l'emploi des deux lettres dominicales pour les années bissextiles les fait rentrer dans le cadre des années communes, et permet par suite de leur appliquer le premier tableau, moyennant qu'on attribue la première lettre dominicale aux deux premiers mois de l'année, janvier et février, et la seconde aux dix derniers mois, de mars à décembre.

Les quantièmes sont portés dans la première colonne à gauche de ce premier tableau. Les lettres des quantièmes sont réparties dans sept colonnes, en haut desquelles sont inscrits les noms des mois, les uns seuls, les autres par groupes de deux ou de trois. A droite du tableau on trouve une dernière colonne, où sont inscrits en abrégé les jours de la semaine. Nous verrons plus loin l'usage que l'on peut faire de cette colonne, qui ne correspond pas à la colonne des quantièmes, mais qui contribue à simplifier la lecture du tableau.

Le second tableau renferme les lettres dominicales des années dans le nouveau style. Il renferme sous forme très condensée les résultats correspondants à 400 années grégoriennes consécutives. Cette période suffit pour épuiser toutes les combinaisons de jour et de date. Une période de 400 ans du nouveau style se décompose en jours de la manière suivante :

Pour 100 années, à raison de 365 jours par année commune.	36 500 jours.
Il y faut ajouter 24 jours, provenant des 24 années bissextiles.	24 —
Total..	36 524 jours.
Pour 400 années, il y aura donc un nombre de jours égal à 4 fois 36 524 ; soit.	146 096 jours.
Auxquels il faut ajouter le 29 février de l'année séculaire à laquelle le nouveau style conserve la bissextilité	1 —
Total	146 097 jours.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Or ce nombre de jours est le produit de 20 871 par 7; de sorte que 400 années grégoriennes contiennent un nombre entier de semaines. Au bout de 400 ans les mêmes jours reviennent donc aux mêmes dates, dans le même ordre indéfiniment.

Dans le courant d'un siècle, en appelant ainsi la période de cent ans pendant laquelle les nombres définissant les années ont tous les mêmes centaines, les mêmes dates se retrouvent aux mêmes jours au bout de 28 ans.

Étant donné le nombre qui définit une année, on le décomposera en deux parties, en séparant ses deux derniers chiffres; appelons N le nombre de ses centaines, et B le nombre formé par l'ensemble de ses dizaines et de ses unités. On trouvera le nombre B dans la colonne à gauche du tableau II. En tête se trouvera le double zéro de l'année séculaire, qui est soumise à un régime à part. Au-dessous, répartis en quatre sous-colonnes, les nombres 01, 02, 03, ... 99 qui représentent, avec 00, toutes les valeurs admissibles pour le nombre B. On a réuni sur une même horizontale les nombres qui diffèrent d'un multiple de 28, et qui ont la même lettre dominicale. Les colonnes à droite sont au nombre de 4. Elles correspondent aux formes du nombre N de centaines par rapport au module 4; la première correspond à $N = 4n$, la seconde à $N = 4n + 1$, la troisième à $N = 4n + 2$, la quatrième à $N = 4n + 3$.

Dans chacune, en regard des valeurs de B, nous avons porté les lettres dominicales des années $100\,N + B$, dont la loi de succession nous est connue. Il ne faut pas longtemps, comme on voit, pour former ce tableau, qui fait connaître les lettres dominicales pour une année quelconque. Le seul calcul à faire pour entrer dans ce tableau consiste à chercher le reste de la division par 4 des centaines du nombre qui définit l'année. Ce calcul est tellement simple qu'il se fait pour ainsi dire intuitivement.

Pour montrer l'usage que l'on peut faire des tableaux I et II, proposons-nous de trouver le nom du jour correspondant à des dates déterminées.

On cherchera dans le tableau II la lettre dominicale de l'année; s'il y en a deux, on prendra celle qui se rapporte à la période de l'année qui comprend la date donnée, suivant qu'elle appartient aux deux premiers mois ou aux dix suivants. Soit c, par exemple, la lettre dominicale trouvée. On cherchera dans le tableau I la lettre qui correspond au quantième et au mois donnés : soit la lettre f. Le problème est ramené à trouver le nom d'un jour désigné par f, sachant que le dimanche est désigné par c. La dernière colonne à droite du tableau I évite le petit calcul qu'il y aurait à faire pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

résoudre ce dernier problème. Cherchons dans le tableau I la colonne en tête de laquelle est inscrite la lettre dominicale c ; descendons dans cette colonne jusqu'à la lettre f du jour cherché. Le nom de ce jour se trouvera en regard de f dans la colonne additionnelle de droite.

Voici quelques exemples :

DATES DONNÉES.	LETTRE DOMINICALE. Tableau II.	LETTRE DU QUANTIÈME. Tableau I.	NOM DU JOUR.
14 juillet 1789.	*d*	*f*	Mardi.
2 décembre 1805.	*f*	*g*	Lundi.
24 février 1848	*b*	*f*	Jeudi.
4 septembre 1870.	*b*	*b*	Dimanche.
24 janvier 1890	*e*	*e*	Vendredi.
31 décembre 1899.	A	A	Dimanche.
31 mai 1930.	A	*d*	Mercredi.

Le troisième tableau est relatif à l'ancien style.

Pour le calendrier julien, la période de 28 ans n'est pas troublée par les années séculaires, et on pourrait par conséquent se borner à dresser un tableau des lettres dominicales pour 28 années consécutives, car toutes les autres se ramènent à celles-là, à un multiple de 28 près. Mais cette disposition, admissible au point de vue théorique, aurait l'inconvénient pratique d'exiger la division par 28 du nombre de l'année donnée, pour savoir quel rang elle occupe dans le cycle solaire. On évite cette opération, ou plutôt on la rend intuitive, en prenant pour période, non plus 28, mais un nombre de centaines qui soit multiple de 28. Il faut aller jusqu'à 700 pour satisfaire à cette condition. Si donc on partage encore le nombre de l'année en deux parties, l'une N formée des centaines, l'autre B formée des dizaines et des unités, on pourra dresser un tableau tout semblable à celui du nouveau style, en mettant les valeurs de B, de 00 à 99, dans la colonne de gauche, et les formes de N relativement au module 7 dans sept colonnes placées à droite ; en tête de ces colonnes seront inscrites les formes de N, savoir : $7n$, $7n+1$, $7n+2$, $7n+3$, $7n+4$, $7n+5$, et $7n+6$. La colonne de gauche sera partagée en 4 sous-colonnes, où l'on réunira sur la même ligne horizontale les années qui diffèrent de 28 ou d'un de ses multiples. Ici l'année séculaire 00 rentre dans la loi commune, et cesse d'être portée à part.

La seule opération qui reste à faire pour se servir du tableau consiste à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chercher le reste de la division par 7 du nombre N de centaines de l'année. C'est un peu plus difficile que celle qu'il y avait à faire pour le nouveau style, où l'on n'avait à diviser que par 4. Elle est toutefois très élémentaire, et on la fait de tête sans difficulté. On simplifie du reste le problème dans un grand nombre de cas usuels, en inscrivant au-dessous des formes du nombre N quelques exemples numériques, choisis dans le temps écoulé depuis l'établissement du calendrier julien. Cela suffit du moins pour les principales applications du tableau aux dates historiques. Une date étant donnée, en y ajoutant 700 ans, ou un multiple de 700 ans, ou en les retranchant, on arrivera toujours à ramener cette date dans les limites indiquées sur le tableau.

L'usage que l'on fait de ce tableau III est identique à celui du tableau II. Voici quelques exemples de solution :

DATES DONNÉES.	LETTRE DOMINICALE. Tableau III.	LETTRE DU QUANTIÈME. Tableau I.	NOM DU JOUR.
27 février 453.	*d*	*b*	Vendredi.
28 mars 859.	A	*c*	Mardi.
3 juillet 1402.	A	*b*	Lundi.
5 octobre 1582.	*g*	*e*	Vendredi 15 oct. 1582. Établissement du nouveau style.
12 janvier 1890.	*g*	*e*	Vendredi 24 janv. 1890. Nouveau style.
29 février 1900	*b*	*d*	Mardi 13 nov. 1900. Nouveau style.
1er mars 1900.	A	*d*	Mercredi 14 mars 1900. Nouveau style.

Nos calendriers permettent de résoudre à vue certaines questions.

1. — Le 15 mai 1890, nouveau style, est un jeudi.

On demande quelles sont les années du XIXe siècle dans lesquelles le 15 mai sera un jeudi.

La lettre dominicale de 1890 étant la lettre *e*, cela revient à chercher toutes les années qui admettent la même lettre parmi celles qui ont 18 pour nombre de leurs centaines. On voit tout de suite qu'il en est ainsi pour 1800, 1806, 1834, 1862, 1890, 1817, 1845, 1873, 1823, 1851, 1879; la lettre *e* est aussi la première lettre dominicale des années bissextiles 1812, 1840, 1868, 1896; et la seconde lettre dominicale des années bissextiles 1828, 1856, 1884. Comme le 15 mai tombe dans les dix derniers mois de l'année, et non dans les deux premiers, il faut rejeter les années 1812, 1840, 1848,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1896, et admettre les années 1828, 1856, 1884. Il y a donc, dans la période de 1800 à 1899, quatorze années dans lesquelles le 15 mai tombe un jeudi.

2. — Trouver dans les années 1888, 1889, 1890, nouveau style, tous les vendredis qui tomberont le 13 d'un mois.

Occupons-nous d'abord des vendredis 13 de 1890.

La lettre dominicale est *e*. Les vendredis ont donc la lettre *c*. Cette lettre se trouve seulement en regard du quantième 13 dans le mois de juin. Il n'y a donc qu'un vendredi 13 dans l'année 1890, et c'est le 13 juin. Il en est ainsi dans les onze années du XIX^{e} siècle qui admettent la lettre *e* pour *lettre dominicale unique*.

Pour 1889, la lettre dominicale est *f*; le vendredi correspond à la lettre *d*. Cette lettre se trouve en face du quantième 13, dans le tableau I, pour les mois de septembre et de décembre; il y a donc eu deux vendredis 13 en 1889, le 13 septembre et le 13 décembre. Il en est de même pour les années 1805, 1833, 1861, 1811, 1839, 1857, 1895, 1822, 1850, 1878.

L'année 1888 est bissextile, elle a deux lettres dominicales *a* pour janvier et février, et *g* pour les autres mois. A la première correspond un vendredi 13 avec la lettre *f*, le 13 janvier; et à la seconde, deux vendredis 13 avec la lettre *e*, le 13 avril et le 13 juillet. Il en a été de même en 1804, 1831, 1860.

En général, un même jour de la semaine coïncide avec un quantième particulier au moins une fois par an, et au plus trois fois; et on peut affirmer que ces trois fois arrivent, dans les années communes, aux mois de février, de mars et de novembre.

Pour nous borner aux vendredis 13, ils arriveront :

1° Dans les années communes,

En janvier et en octobre si la lettre dominicale est	A
— mai	*b*
— août	*c*
— février, en mars et en novembre	*d*
— juin	*e*
— septembre et en décembre	*f*
— avril et juillet	*g*

2° Dans les années bissextiles,

En janvier, en avril et en juillet si les lettres sont	A*g*
— septembre et en décembre	*gf*
— juin	*fe*
— mars et en novembre	*ed*
— février et en août	*dc*
— mai	*cb*
— octobre	*b*A

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

De 1800 à 1899, il y a 43 années qui n'ont qu'un vendredi 13, 42 années qui en ont deux, et 15 qui en ont trois; en tout, 172 vendredis 13 dans cette période de cent ans ou de 36 524 jours, soit 0,47 p. 100.

3. — L'examen des tableaux révèle certaines propriétés curieuses des années successives. Nous nous occupons spécialement du style grégorien.

Les années séculaires du nouveau style ont périodiquement les mêmes lettres dominicales. Il en résulte que

Le 1er janvier des années 1600, 2000, est toujours un samedi,
Le 1er janvier des années 1700, 2100, est toujours un vendredi,
Le 1er janvier des années 1800, 2200, est toujours un mercredi,
Le 1er janvier des années 1900, 2300, est toujours un lundi.

Les historiens font commencer les siècles au 1er janvier des années 1601, 1701, 1801, qui surpassent d'une unité les années que nous appelons séculaires. On voit par le tableau que

Le 1er janvier 1601, 2001, a été ou sera un lundi,
Le 1er janvier 1701, 2101, a été ou sera un samedi,
Le 1er janvier 1801, 2201, a été ou sera un jeudi,
Le 1er janvier 1901, 2301, sera un mardi.

Aucun siècle grégorien ne commence par un dimanche, un mercredi ou un vendredi.

Le 29 février d'une année grégorienne séculaire est toujours un mardi, En effet, l'année séculaire qui admet le 29 février est une des années 1600. 2 000, 2 400, ... ; elle a *b* pour première lettre dominicale, et le 29 février correspond à la lettre *d*, c'est-à-dire au mardi.

4. — Si l'on considère un groupe de 400 années consécutives, formant une période du style grégorien, il est facile de compter sur le tableau le nombre des années qui commencent par un dimanche, le nombre de celles qui commencent par un lundi, et ainsi de suite pour tous les jours de la semaine. Ces nombres ne peuvent être égaux entre eux, car 400 n'est pas multiple de 7. On obtient en effet les résultats suivants. Sur 400 années grégoriennes consécutives, on trouve :

Commençant par un dimanche	58 années.
— par un lundi	56
— par un mardi	58
— par un mercredi	57
— par un jeudi	57
— par un vendredi	58
— par un samedi	56
Total	400 années.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU DONNANT LA DATE DE PAQUES

Gauss a donné une règle arithmétique très simple pour déterminer chaque année la date du dimanche de Pâques. Nous commencerons par la rappeler.

Soit N le nombre qui définit l'année.

On divisera N par 19 ; soit R le reste.

On divisera N par 4 ; soit R′ le reste.

On divisera enfin N par 7 ; soit R″ le reste.

On formera le produit du premier reste R par le nombre 19, et on ajoutera à la somme un nombre M, que nous définirons plus loin. On forme ainsi un nouveau nombre S, que l'on divisera par 30 ; appelons H le reste de cette division.

On formera la somme $2\,R' + 4\,R'' + 6\,H$, à laquelle on ajoutera un nombre déterminé M′ ; cela fournit une nouvelle somme,

$T = 2\,R' + 4\,R'' + 6\,H + M$, qu'on divisera par 7. Soit H′ le reste.

Le jour de Pâques de l'année N sera le $22 + H + H'$ mars, ou le $H + H' - 9$ avril. Ce jour étant un dimanche, la méthode conduit à la détermination de la lettre dominicale de l'année. On voit que l'application de cette méthode exige qu'on fasse cinq divisions.

Les nombres M et M′ qui entrent dans la composition des sommes S et T, ont les valeurs suivantes :

Dans le calendrier julien, on a, sans acception de siècle,

$$M = 15, \qquad M' = 6;$$

Dans le calendrier grégorien, M et M′ varient de siècle en siècle, et l'on a, depuis l'établissement du nouveau style jusqu'en 2299 :

De 1582 à 1699.	M = 22,	M′ = 3
1700 à 1799.	M = 23,	M′ = 3
1800 à 1899.	M = 23,	M′ = 4
1900 à 2099.	M = 24,	M′ = 5
2100 à 2199.	M = 24,	M′ = 6
2200 à 2299.	M = 25,	M′ = 0

Cette règle ne laisse rien à désirer ; mais elle fait connaître à la fois la date de Pâques et la lettre dominicale de l'année : si donc on connaît d'avance la lettre dominicale, on peut simplifier la règle, en en retranchant tout ce qui a rapport à la détermination de cette lettre. Or il est facile de voir qu'il suffit pour trouver la date de Pâques, de déterminer le premier reste R, de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

former le nombre S = 19 R + M, et d'en déduire le reste H. Les trois autres restes n'interviennent pas dans l'opération.

En effet, le nombre H′, étant le reste d'une division par 7, est toujours inférieur à 7 ; de sorte que la date de Pâques, 22 + H + H′ mars, est toujours comprise entre les dates 22 + H pour H′ = 0, et 28 + H pour H′ = 6, les limites étant incluses. Ces deux dates comprennent sept jours consécutifs, sur lesquels il y a un seul dimanche. Ce dimanche est donc le jour de Pâques ; il sera fourni par le calendrier perpétuel. Dans cette manière de procéder, le reste H′ est inutile, et il en est de même des restes R′ et R″, qui ne servent qu'à le former.

Résumons donc la règle à suivre.

On divisera le nombre N de l'année par 19, et on appellera R le reste.

On formera la somme S = 19 R + M, qu'on divisera par 30 ; le reste sera un nombre H.

Pâques sera l'un des jours compris dans la suite de dates 22 + H, 23 + H, 24 + H,... 28 + H du mois de mars, ou H — 9, H — 8, H — 7, ... H — 3 du mois d'avril ; c'est le dimanche compris dans cette suite.

Le nombre R, reste de la division de N par 19, ne peut avoir que les valeurs 0, 1, 2, ... 18. Pour chacune de ces valeurs on peut calculer la somme S, puis chercher le reste H de cette somme divisée par 30 ; ce reste dépend du nombre M. On pourra donc dresser un tableau à double entrée, dont les arguments seront R et M ; à l'intersection de chaque ligne R et de chaque colonne M, on inscrira la valeur de H et les dates limites du jour de Pâques. On formera ainsi le tableau de la planche 40, qui résout la question.

Le dimanche de Pâques ne peut jamais tomber avant le 22 mars, ni après le 25 avril. Si donc le tableau amenait le jour de Pâques au 26 avril, ce qui peut arriver pour R = 5 de 1900 à 2199, pour R = 13 de 1582 à 1699, et pour R = 16 de 2200 à 2299, ce qui n'arrive jamais dans le calendrier julien, il faudrait avancer la fête de Pâques de huit jours, et la placer au 19 avril.

La seule opération à faire pour lire le tableau est la division par 19 du nombre N qui définit l'année. Cette opération n'est pas difficile : elle est encore facilitée par la table des 9 premiers multiples de 19, qui se trouve dans la seconde colonne du tableau. Ajoutons que, pour cette fin de siècle et pour le commencement du siècle prochain, la division par 19 se fait intuitivement, en observant que 1900 est un multiple du diviseur.

Nous éclaircirons la méthode par quelques exemples. Cherchons la date de Pâques pour l'année 1890, dans le nouveau style.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le reste de la division par 19 du nombre 1890 est 9; car on rend le nombre multiple de 19 en y ajoutant 10. On a donc R = 9. Sur la ligne de ce reste, puis dans la première colonne à gauche on trouvera la valeur du reste H = 14, dans la colonne qui correspond à la période 1700-1899, qui comprend l'année donnée. Les limites correspondantes sont le 5 avril et le 11 avril. Le calendrier perpétuel donne la lettre *e* pour lettre dominicale de l'année 1890, nouveau style. Le 5 avril de cette année est un samedi. Donc le lendemain 6 est le dimanche compris entre les limites. Pâques en 1890 est donc le 6 avril.

Faisons les mêmes recherches pour 1890, ancien style. On aura encore R = 9 : mais les limites prises dans la colonne du style julien sont le 28 mars et le 3 avril. Le calendrier perpétuel, tableau III, donne *g* pour lettre dominicale. Le 28 mars a la lettre *c*; c'est par suite un mercredi. Le dimanche qui suit ce mercredi est le 1er avril, c'est donc la date du jour de Pâques du calendrier orthodoxe. Ce jour est identique au 13 avril du calendrier réformé. Il en résulte qu'en 1890 l'Église orthodoxe célèbre la fête de Pâques huit jours après l'Église catholique.

Proposons-nous de trouver dans un siècle donné, le XIXe par exemple, toutes les années où Pâques est tombé ou tombera à une date déterminée, le 28 mars, par exemple.

On cherchera dans le tableau IV, dans la colonne qui correspond à la période 1700-1899 où le XIXe siècle est compris, les limites des dates de Pâques qui comprennent le 28 mars. On trouve

Pour	R = 2.	23-29 mars.
	R = 7.	28 mars-3 avril.
	R = 10	25 mars-31 mars.
	R = 13	22 mars-28 mars.
	R = 18	27 mars-2 avril.

On cherchera ensuite, de 1800 à 1899, les années dont les nombres, divisés par 19, donnent pour restes les nombres 2, 7, 10, 13, 18. On trouve

Pour	R = 2	les années	1807, 1826, 1845, 1864, 1883.
	R = 7	—	1812, 1831, 1850, 1869, 1888.
	R = 10	—	1815, 1834, 1853, 1872, 1891.
	R = 13	—	1818, 1837, 1856, 1875, 1894.
	R = 18	—	1804, 1823, 1842, 1861, 1880.

Il ne reste plus qu'à chercher les lettres dominicales de ces vingt-cinq années, ce que donne le tableau II, et à les comparer à la lettre *c* que le tableau I attribue au 28 mars. Les années cherchées seront celles qui, parmi

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les vingt-cinq années qu'on vient de citer, ont *c* pour lettre dominicale. Lorsque les années sont bissextiles, il faut prendre seulement la seconde lettre dominicale, puisque le 28 mars est compris dans les dix derniers mois, et non pas dans les deux premiers. On trouve ainsi que les seules années du XIX^{e} siècle dans lesquelles Pâques est tombé le 28 mars sont au nombre de trois : 1869, 1875 et 1880.

Le tableau des limites entre lesquelles tombe la fête de Pâques fait connaître approximativement la date de la pleine lune de mars, qui précède immédiatement la fête. Cette date est en effet, à un jour près, la première limite inscrite dans le tableau. En d'autres termes, si l'on divise 19 R + M par 30, le reste indique approximativement le nombre des jours qui s'écoulent entre le 22 mars et la pleine lune la plus prochaine. On trouve de cette manière pour les dates de la pleine lune :

En 1879, le 7 avril, au lieu du 6, date exacte.
1888, le 28 mars, au lieu du 27.
1889, le 16 avril, au lieu du 15.
1890, le 5 avril, date exacte.

Connaissant à un jour près la date d'une pleine lune, on aura approximativement les dates de toutes les autres, en ajoutant ou en décomptant 29 jours et demi à partir de celle-là, et des pleines lunes on déduira sans difficulté les dates des autres phases. La méthode est assurément peu rigoureuse; mais, dans bien des circonstances, elle fournira un renseignement pratique qui ne sera pas dénué d'intérêt.

ARTS MÉCANIQUES

SUR L'EMPLOI ET LA FABRICATION DES TÔLES DE FOX POUR LES CHAUDIÈRES ET LE MATÉRIEL ROULANT, PAR M. GUSTAVE RICHARD, INGÉNIEUR CIVIL DES MINES (1).

Tout le monde a certainement remarqué dans la galerie des Machines, à l'Exposition de 1889, à l'entrée de la Section anglaise, les produits exposés par la Leeds Forge C^{o}, fondée et dirigée par M. Fox.

Ces produits comprenaient principalement des foyers en tôle ondulée, des tôles embouties pour chaudières et pour le matériel roulant des chemins de fer, wagons et locomotives. Aussi remarquables par le fini de leur exécution que par leurs grandes dimensions, ces produits dénotaient, en même temps que l'emploi

(1) Cette communication a été faite le 13 décembre 1889.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'un acier excellent, la mise en œuvre d'un outillage à la fois puissant et très précis.

L'objet principal de cette communication est de donner une idée générale des particularités les plus intéressantes de cet outillage que M. Fox a dû créer de toutes pièces et auquel il doit presque tout son succès (1).

Avant d'aborder l'examen de l'outillage de M. Fox, je rappellerai en quelques mots les principaux avantages des produits qu'il fabrique.

Tôles ondulées. Avantages principaux. — Le principal avantage des tubes ondulés est leur résistance aux commencements de déformation, et surtout à l'écrasement, beaucoup plus considérable que celle des tubes lisses, et même que celle des tubes armés. Dès l'origine d'une déformation, le tube uni prend un état ou une forme d'équilibre instable. La déformation se manifeste presque toujours, dans les tubes lisses, par la production, au point le plus faible du métal, d'une poche qui tend à se prolonger rapidement tout le long du tube, ou d'une armature à l'autre, et amène rapidement l'écrasement ou l'explosion du tube. Les foyers ondulés peuvent, au contraire, se déformer beaucoup plus sans aucun risque d'explosion : on cite à leur actif bon nombre du surchauffes, qui n'ont eu d'autre conséquence que la formation de poches très apparentes, ayant jusqu'à 300 $^{m}/_{m}$ de saillie, et qui auraient certainement provoqué, avec des tubes lisses, des explosions désastreuses (2).

D'après M. Parker, la résistance extrême des tubes de Fox à l'écrasement est donnée par la formule :

$$P = 60000 \frac{e}{d},$$

P étant la pression limite d'écrasement en livres par pouce carré : e et d, l'épaisseur de la tôle et le diamètre moyen du tube (3);

En mesures françaises,

$$\text{P. kil. par centimètre carré} = 4\,200 \frac{e}{d}.$$

D'après le *Board of Trade*, la pression p, que peut supporter sans danger un tube ondulé en tôles épaisses d'au moins 8 millimètres, et dont les parties lisses

(1) Les avantages théoriques des tôles ondulées sont connus depuis longtemps; leur emploi sous des formes analogues à celles de M. Fox a été spécifié dès 1853 par Rémond, puis par Montgomery (brevet français 24 023, 1859); mais on ne savait pas, avant M. Fox, les fabriquer industriellement. — Depuis, d'autres inventeurs ont marché sur ses traces, notamment MM. Fenby (*The Engineer*, 27 mai 1887, p. 411, 13 déc. 1889, p. 489. Brevets anglais 11 899 de 1887, 695 de 1888) et Purves (*The Engineer* 18 juin 1886, p. 481). Brevets anglais, 2 974, 3 722, 5 974 de 1885.

(2) *Inst. of civil Engineers*, 3 fév. 1885. Smart, *On Steam Boilers*, p. 74.

(3) *Engineering*, 6 avril 1883, p. 317.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du raccordement A B (fig. 1) n'ont pas plus de 150 millimètres de long, est donnée, en mesures anglaises, par la formule :

$$\text{p. liv. par pouce carré} = 12\,500\,\frac{e}{d}$$

et, en mesures françaises, par la formule :

$$\text{p. kil. par centimètre carré} = 875\,\frac{e}{d}.$$

La résistance à l'écrasement des tubes de Fox est, en moyenne, quatre fois et

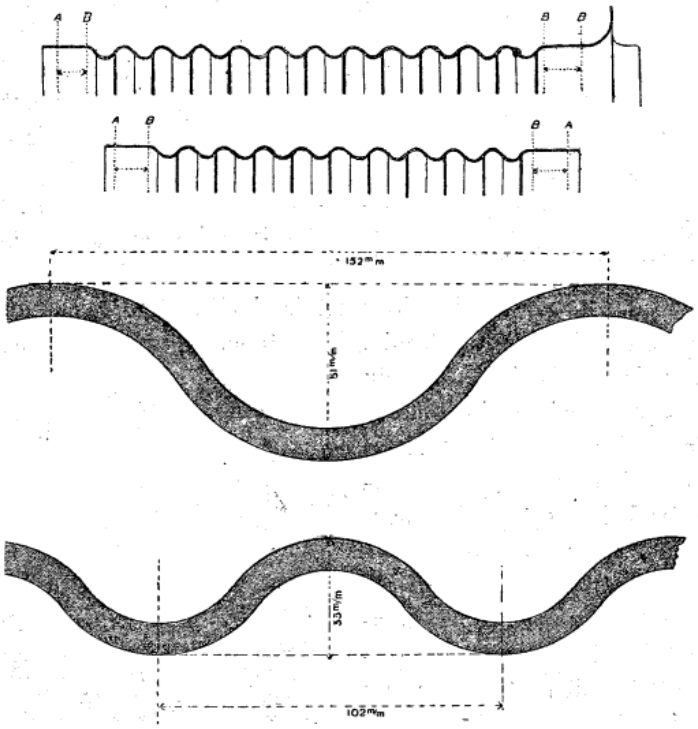


Fig. 1. — Foyers Fox. — Raccordements *AB*, avec la chaudière et types d'ondulations (échelle 1/2).

demie plus considérable que celle des tubes lisses de mêmes dimensions : un tube ondulé de 960 millimètres de diamètre, de $2^m,20$ de long et de 10 millimètres d'épaisseur ne s'aplatissait qu'à une pression de 70 kilogrammes par centimètre carré, tandis qu'une pression de 16 kilogrammes suffisait pour écraser un tube droit de premières dimensions : et ce même tube supportait encore, après un aplatissement de 380 millimètres, une pression de 31 kilogrammes sans se déformer davantage (1).

(1) Essais du Board of Trade et du Lloyd.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tout en résistant beaucoup plus que les tubes droits à l'écrasement, les tubes ondulés présentent dans le sens de leur longueur une certaine élasticité leur permettant de suivre, avec moins de fatigue pour eux-mêmes et pour leurs assemblages, les dilatations des autres parties de la chaudière, qui ne concordent pas exactement avec les leurs. Cette élasticité longitudinale, qui fait complètement défaut aux tubes lisses, prolonge la durée des foyers ondulés et des tôles auxquelles ils sont reliés; on peut la réduire en renforçant les ondulations, en les inclinant plus ou moins sur les génératrices, ou en les arrêtant à mi-voie du tube, comme l'indique la figure 2. Dans ce cas, la partie inférieure du tube, lisse et plus épaisse, s'use moins vite sous la cendre et le mâchefer. Un autre avantage de l'élasticité longitudinale des tubes de Fox est que leur surface devient le siège de mouvements imperceptibles mais incessamment répétés, suffisants pour empêcher notablement la formation des dépôts calcaires, durs et très adhérents, dangereux pour la surchauffe.

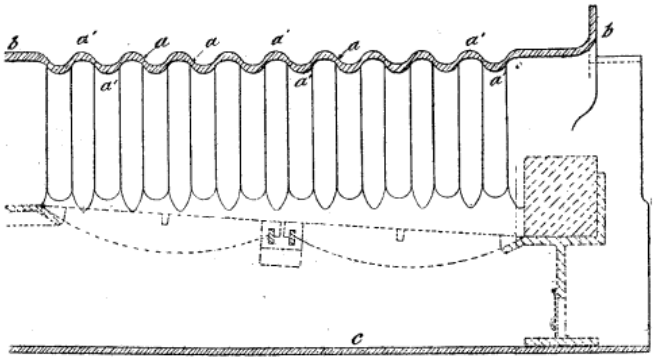


Fig. 2. — Foyer Fox demi-ondulé. — Les ondulations à a' ne s'étendent que sur la moitié environ de la circonférence du foyer dont la partie cylindrique lisse c et les raccordements sont renforcés.

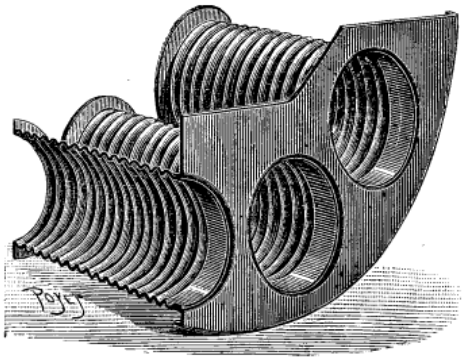
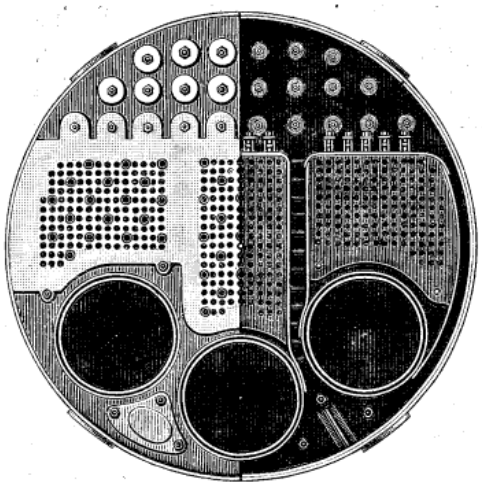


Fig. 3. — Vue perspective et coupe d'un devant de chaudière marine à quatre foyers Fox.

Enfin, avec le tube ondulé, la vaporisation plus active, parce qu'il présente par ses ondulations une surface de chauffe plus étendue que le tube droit, est parfois plus économique, lorsqu'il permet, grâce à sa plus grande résistance, de remplacer, par exemple, deux petits foyers par un seul tube de grand diamètre, où la combustion s'opère mieux et plus facilement (1). L'absence de dépôts adhérents contribue aussi à augmenter la puissance et le rendement du tube.

(1) Exemple : les chaudières de Knaudt (*Engineering*, 29 sept. 1882, p. 300).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



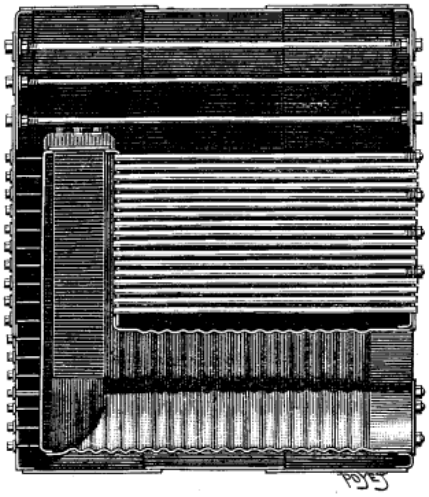


Fig. 4 et 5. — Chaudière du navire *Maréchal-Bugeaud*.
Quatre chaudières motrices simples de 4 mètres de diamètre.

DONNÉES PRINCIPALES

Corps de chaudières.

Pression effective	10k,250
Diamètre moyen	4m,000 m/m
Longueur moyenne	3m,450 —

Foyers.

Nombre	3m,000 m/m
Distance d'axe en axe	1m,070 —
Diamètre intérieur	1m,000 —
Longueur de grille	1m,700 —
Distance intérieure des plaques tubulaires	2m,550 —

Tubes ordinaires.

Nombre	0m,375 m/m
Longueur	2m,600 —
Diamètre inférieur	0m, 50 —
— extérieur	0m, 55 —

Tubes tirants.

Nombre	0m, 59 m/m
Longueur	2m,630 —
Diamètre intérieur	0m, 45 —
— extérieur	0m, 56 —

ÉCHANTILLONS DES MATÉRIAUX

Tôles.

	Acier.
Enveloppe cylindrique	32 m/m
Couvre-joints	21 —
Façades, haut et bas	21 —
Fond, haut, milieu et bas	21 —
Plaques tubulaires	22 —
Flancs de boites à feu	14 —
Ciels de boites à feu	14 —
Fonds de boites à feu	14 —
Armatures de ciels de boites à feu	24 —

Tirants et entretoises.

	Fer.
Diamètre au corps	63
Diamètre au fond du filet	63
Écartement horizontal	320
Écartement vertical	320
Diamètre au fond du filet	32
Écartement moyen	160
Foyers	—

	Acier.	Fer.
Écartement moyen	—	160
Foyers	12	—

RÉSULTATS DES CALCULS

	Pour 3 foyers.	Rapport à 3 de grille.
Surface de grille	5m², 10	1
Section libre des cendriers		
Section libre à l'autel		
Section des tubes	0m², 83	0,16
Surface de chauffe directe — Foyers	14m²,40	
Surface de chauffe directe — Boites à feu	11m²,98	
Surface de chauffe directe — Plaques tubulaires	11m²,09	
Surface de chauffe directe — total	29m², 47	
Surface de chauffe tubulaire	171m², 24	
Surface de chauffe totale	200m , 71	39,35
Volume d'eau	21m3,214	
Volume de vapeur	8m3,418	
Rapport du volume d'eau au volume de vapeur	2m,25	
Hauteur de la chambre de vapeur	1m,016	

DÉTAILS DES POIDS

	Acier.	Fer.
Enveloppe cylindrique	12 142 kil.	
Façades, haut et bas	1 030 —	
Fond	2 510 —	
Plaques tubulaires des façades	780 —	
Boites à feu	2 345 —	
Foyers	3 300 —	
Armatures	200 —	
Entretoises		650 kil.
Tirants		2 560 —
Tubes ordinaires		4 532 —
Tubes tirants		1 818 —
Rivets (6 p. 100 du poids des tôles)		1 340 —
TOTAUX	22 307 kil.	10 900 kil.

Poids approximatif chaudière vide	33 207 kil.
— — de l'eau	21 214 —
— — chaudière d'eau	54 421 —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les applications des tubes de Fox sont aujourd'hui très nombreuses (l'usine de Leeds en a fourni plus de 15 000), et des plus variées : sur les chaudières fixes, les locomotives (1) et surtout aux chaudières marines (fig. 3) dont la pression atteint jusqu'à 15 atmosphères : on peut sans exagération, étant donnée la nécessité presque absolue jusqu'aujourd'hui des types à retours de flammes et à foyer intérieur pour les chaudières marines, affirmer que les foyers Fox ont été l'un des auxiliaires les plus précieux des machines marines modernes à triple et quadruple expansion. Leur emploi sur les navires est actuellement à peu près universel. Les figures 4 et 5 représentent l'application des tubes de Fox à une chaudière à trois foyers du transatlantique *Maréchal-Bugeaud,* et la figure 6 donne le détail d'un devant de chaudière marine de 4m,50 de diamètre, pourvue de quatre foyers Fox de 1m,05 timbrés à 10 atmosphères.

Les tubes de Fox sont presque toujours en acier Siemens-Martin, doux et facile à souder. Toutes leurs tôles sont essayées aux forges de Leeds, ainsi que les tubes finis, et sont ensuite poiçonnées par les inspecteurs du Board of Trade, du Lloyd ou de l'Amirauté, suivant leur destination : chaudière de terre, de la marine marchande ou de la marine militaire.

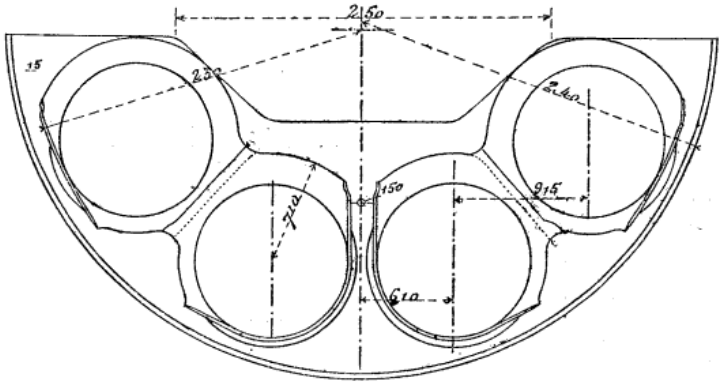


Fig. 6. — Devant de chaudière marine à quatre foyers Fox de 1m,05 de diamètre. Diamètre de la chaudière, 4m,50. — Timbre, 10 atmosphères.

Outillage (2). — Le principal outil employé par M. Fox pour la fabrication de ses tubes ondulés est le laminoir, dont le principe est représenté par les figures 7 à 10.

Ce laminoir comprend deux cylindres lamineurs à ondulations réciproques, D et E, et deux cylindres guides ou cintreurs, *z z*.

Le cylindre lamineur supérieur D est le cylindre moteur du laminoir ; il reçoit son mouvement de la machine motrice par le manchon D_3, et est pourvu d'un prolongement porté par un palier G. Ce palier, ainsi que le palier intermédiaire

(1) Exemples : Strong (Gustave Richard, *la Chaudière locomotive,* p. 17) et Knaudt, *Engineering,* 3 oct. 1889, p. 397. *Revue Générale des Chemins de fer,* février 1890.

(2) Brevets anglais 1 097, 2 530 de 1877 ; 219, 221 de 1882 ; 4 229 de 1883 ; 2 252 de 1884 ; 1 556 3 557, 9 200 de 1885 ; 3 329 de 1886 ; 6 045, 15 181 de 1887. — *Machinery Market,* août 1883.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

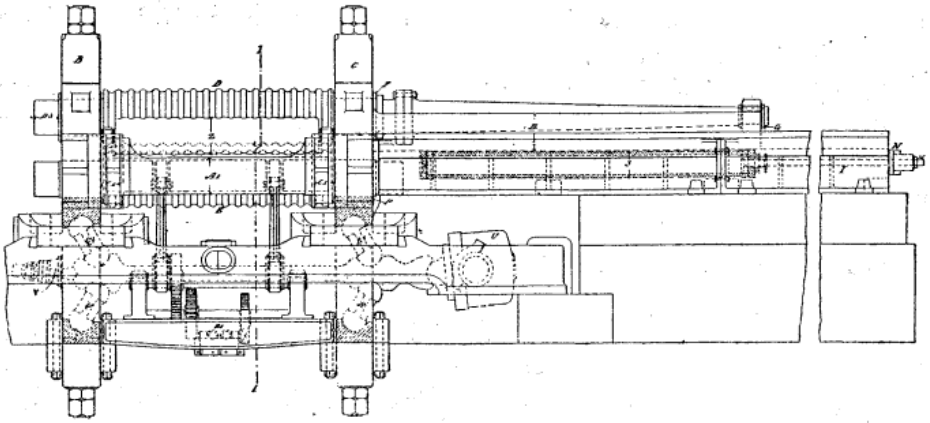


Fig. 7. — Élévation du laminoir Fox.

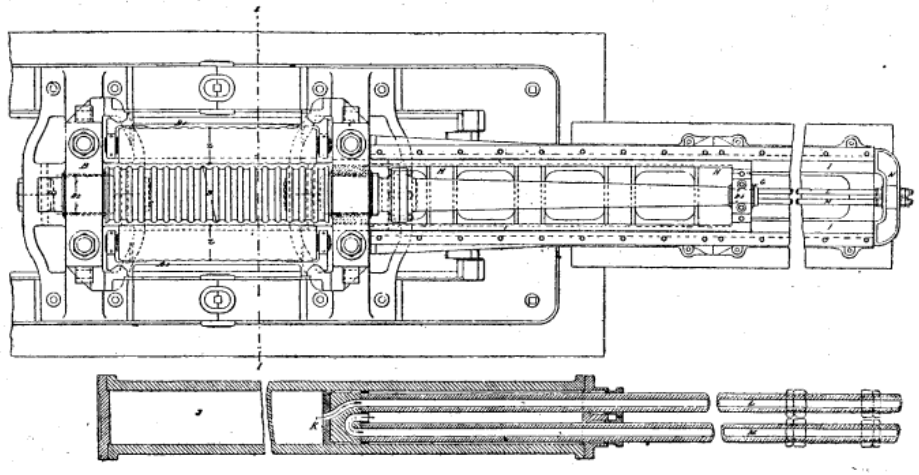


Fig. 8 et 9. — Plan du laminoir et cylindre de manœuvre.
Fig. 7 à 10. — Laminoir Fox.

Légende. — *D*, cylindre moteur entraîné par le carré D^3, à paliers *F* et *G* mobiles sur la glissière *I* et reliés au chariot *H* du cylindre de manœuvre *J*. — *E*, cylindre entraîné dont les paliers peuvent glisser dans les cages *B* et *C* sous l'action des genoux (*R* R_1) (*H* H_1) qui les supportent. Ces genoux, conjugués par une tige *S*, de manière que le cylindre *E* se déplace toujours parallèlement à *D*, sont actionnés par un cylindre hydraulique *U* et un cylindre de rappel *V*. — *zz*, cylindres guides ou cintreurs portés par des paliers A_1 B_1 mobiles sous l'action des excentriques J_1 et J_2 commandés par un moteur hydraulique H_2 et par un train d'engrenage disposé de manière que les cylindres *zz* se rapprochent ou s'écartent également de *D*. — *J*, cylindre manœuvrant le lamineur *D*, mobile sur son piston fixe *K* et recevant l'eau sous pression des tuyaux *M* et *L* attachés en *N* à la glissière *I*.

F, est porté par un chariot H, qui peut glisser sur une glissière I. A cet effet, le chariot H est fixé au cylindre hydraulique J, dont le piston fixe K (fig. 9) communique avec le distributeur d'eau sous pression par les tubes L et M attachés au croisillon N de la glissière. Le cylindre J et le chariot H se déplacent vers la droite ou vers la gauche, retirent le cylindre lamineur ou le remettent dans sa position du travail indiqué par la figure 7, suivant que la distribution admet l'eau

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sous pression en M ou en L, avec l'échappement par L ou par M. Le troisième palier D_2 est fixe dans sa cage.

Le cylindre lamineur inférieur E est porté par deux paliers qui ne peuvent que monter et descendre dans leurs cages de quantités égales, sous l'action des genoux RR_1 QQ_1 commandés par une même tige articulée S, au moyen de deux cylindres hydraulique U et V. L'un de ces cylindres, U, pousse la tige *s*, pour soulever le lamineur E parallèlement à lui-même, et l'autre, V, agit comme un rappel au retour.

Les cylindres guides ou cintreurs *zz* sont portés par des chariots A_1 B_1, (fig. 10) qui reçoivent, dans les cages B et C, un mouvement vertical des excentriques J_1 J_2, actionnés par le moteur hydraulique E_2, au moyen d'un train d'engrenage facile à suivre sur les figures. C'est la position des cylindres *zz*, qui détermine à chaque instant le diamètre du tube laminé entre les cylindres D et E. On pourrait évidemment les supprimer en dédoublant le cylindre lamineur E.

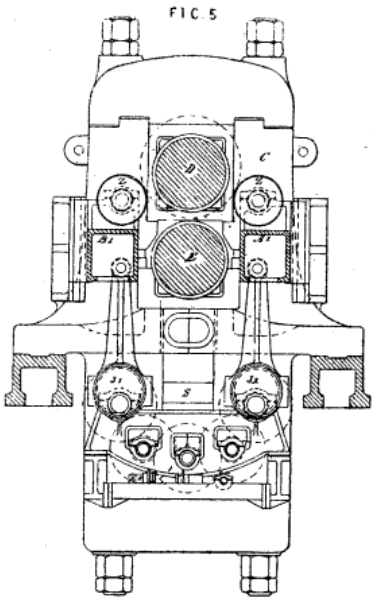


Fig. 10. — Coupe transversale du laminoir de Fox (coupe *ll* agrandie).

Pour fabriquer un tube ondulé, on part d'une tôle d'acier doux cintrée à froid, en forme d'un tube lisse dont on soude les lèvres au gaz et au marteau. Ce tube étant porté au rouge dans un four à recuire, on le pose sur le cylindre lamineur inférieur E, après avoir retiré le cylindre supérieur D par la manœuvre hydraulique J, puis on enfile ce cylindre dans le tube par la même manœuvre. Le laminage s'opère alors automatiquement, en rapprochant simultanément du cylindre supérieur les cylindres *zz* et E. L'enlèvement du tube laminé s'effectue très facilement, après le retrait du cylindre D. Le laminoir actuellement employé par M. Fox est conduit par une machine de 700 chevaux, construite par MM. Tannett Walker, de Leeds. Il ne faut que sept à huit minutes pour chauffer et onduler un tube lisse.

On a proposé, pour onduler les tubes, bien des procédés. Les premiers tubes de M. Fox étaient fabriqués en martelant des tubes lisses entre une longue enclume et une masse volante à corrugations réciproques : on était loin d'obtenir ainsi des tubes aussi parfaitement circulaires et homogènes qu'au laminoir (1). M. Fox essaya successivement l'ondulation par emboutissage d'un tube droit pressé par des coins ondulés le forçant contre les parois d'un moule également ondulé : idée récemment reprise par MM. Hargreaves et Englis sous une

(1) *The Engineer*, 29 mars 1878, p. 213.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

forme un peu différente (1), puis la fabrication directe du tube par le refoulement

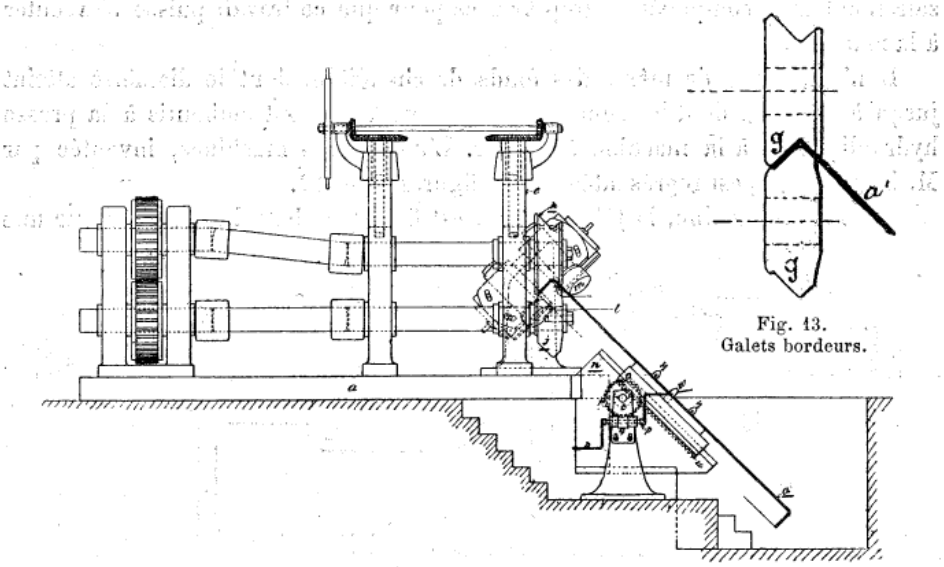


Fig. 11. — Machine à border les fonds de chaudière.

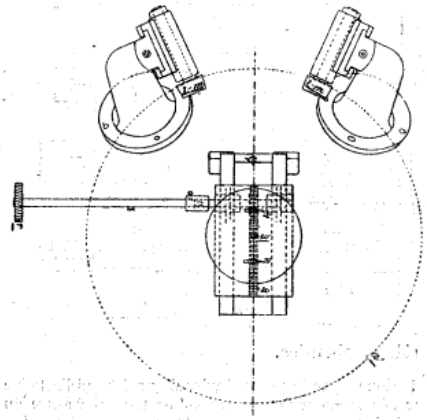


Fig. 12. — Galets directeurs.

Légende. — a', tôle à border tournant sous l'action des galets bordeurs k et j autour du centre w l; m, galets finisseurs; o, table maintenant la tôle a' par les attaches x x; a, plateau cintré en w et que la crémaillère u peut déplacer sur la glissière n à l'aide du train $prst$.
ee, serrage des galets bordeurs gg; (fig. 13), dispositions particulières à des galets bordeurs.

Fig. 13.
Galets bordeurs.

d'une masse d'acier fondu à l'état pâteux dans l'espace annulaire compris entre les parois ondulés d'un plongeur et d'un moule en terre réfractaire convenablement consolidés (2). On chercha aussi longtemps à éviter la soudure en partant d'un tube lisse sans soudure obtenu par les étirages successifs d'un bandage (3); mais, actuellement, la soudure au gaz à l'eau, telle que l'exécute M. Fox, donne toute sécurité, et c'est au laminoir que l'on s'en tient, en apparence définitivement : c'est d'ailleurs aussi la solution adoptée, à la suite de M. Fox, par MM. Craven (4) et Rowland (5).

Les extrémités des tubes sont ensuite, après une seconde chauffe, travaillés à la

(1) Brevet anglais 8 455 de 1888.

(2) Brevet anglais 3 557 de 1885.
(3) Brevet anglais 9 200 de 1885.
(4) Brevets anglais 8 927, 8 928 de 1888.
(5) Brevets anglais 15 428, 15 429 de 1889.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

main, afin de leur donner, pour les raccorder aux chaudières, les formes nécessairement trop complexes et trop variées pour que ce travail puisse s'exécuter à la machine.

Il n'en est pas de même des fonds de chaudière, dont le diamètre atteint jusqu'à 5m,50, et dont les contours et les ouvertures sont emboutis à la presse hydraulique ou à la machine à border. L'une de ces machines, inventée par M. Fox en 1883, est représentée par les figures 11 et 12.

Dans cette machine, la tôle à border est fixée par deux broches xx sur une

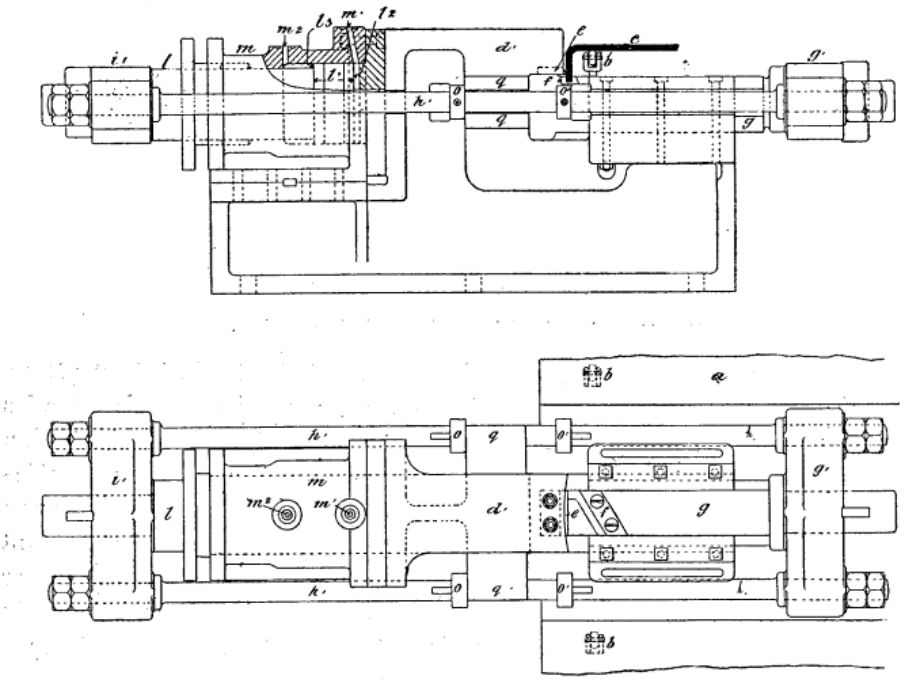


Fig. 14. — Cisailles pour tôles embouties.

Légende. — c, tôle à cisailles ; e, lame fixe ; f, tranchant mobile actionné par le piston hydraulique $l\ l'$ qui l'attaque en g, par le rectangle $i'\ h'\ h'\ g'$ dont la course est limitée par l'écartement des butées oo' de part et d'autre du bloc fixe q ; m', admission de l'eau sous pression en l_2 ; m^2, admission de l'eau en l_3 pour le rappel du piston l.

table o, inclinée à 45°, et qui peut tourner autour d'un centre w, en même temps que glisser sur la glissière n ; ce dernier mouvement lui est communiqué, de la crémaillère u, par le train d'engrenage p,q,r,t. Le bordage de la tôle s'opère par deux galets bordeurs, $g\,g$ (fig. 13), qui entraînent en même temps la tôle autour du centre w. De chaque côté de ces galets se trouve une paire de galets fous, l et m, dont les inférieurs, l,l, finissent le bord de l'emboutis, consolidé contre leur poussée par les galets supérieurs m,m. Le galet bordeur supérieur k est pressé sur le galet inférieur par les vis e. Enfin, on peut, dans certains cas, se

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dispenser des galets finisseurs l et m, en munissant, comme l'indique la figure 13, le galet bordeur inférieur d'une gorge g, qui finit le bord de la tranche emboutie. Après leur emboutissage, ces tôles sont recuites dans un grand four de $5^m,50 \times 6^m$ de long et dressées sur un marbre.

Les cisailles imaginées par M. Fox pour araser les bords des tôles embouties présentent quelques dispositions particulières : la figure 14 représente l'une de ces dispositions. La tôle c, portée par des galets b, peut tourner sur la table de la cisaille et présenter successivement tout son pourtour entre la lame fixe e et le tranchant mobile f. Le tranchant mobile f est relié par sa glissière g, le croisillon g', les tiges $h'h'$ et le croisillon l' au piston l d'une presse hydraulique m. La course active du tranchant f s'opère par l'admission de l'eau sous pression de m' en l_2, sur la grosse face l' du piston, et le rappel par l'admission de l'eau en m^2, dans l'espace annulaire l_3. La course de la cisaille est limitée par la butée des colliers o,o', à écartement variable, sur le bâti fixe q.

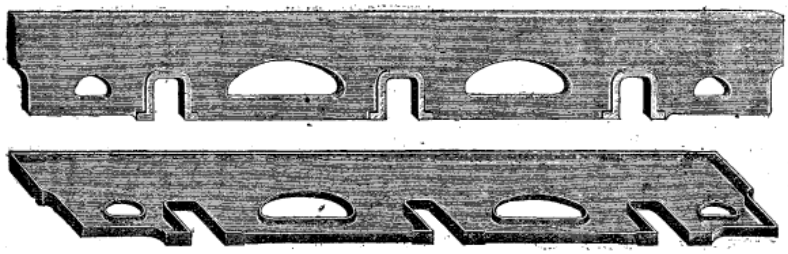


Fig. 15. — Longeron Fox en tôle emboutie pour locomotives.

On emploie aussi, dans bien des cas, comme celui des tôles de longerons dont nous allons parler, pour le finissage des bords, le meulage à l'émeri.

Tôles embouties pour le matériel roulant. Avantages. — L'examen seul de la figure 15 qui représente un longeron en tôles embouties de Fox, suffit pour en faire comprendre les principaux avantages : simplicité, sécurité, légèreté.

La simplification est évidente : une seule tôle remplace de nombreux assemblages de fers sur fers ou de fers sur bois.

La sécurité résulte de la substitution, à des assemblages multiples, d'une seule tôle en acier doux résistant à 40 kilogrammes environ par centimètre carré, avec un allongement de 25 p. 100, à profil offrant, en même temps qu'une grande rigidité dans le sens des réactions des charges, une résistance élastique considérable aux chocs inévitables dans les manœuvres des gares.

De cette meilleure utilisation des matériaux, on obtient, à sécurité égale, des châssis plus légers. D'après M. Nursey (1), le poids mort d'un wagon à châssis en

(1) *Society of Engineers*, 2 déc. 1889. — *Iron*, 6 déc. 1889, p. 483.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fers ordinaires assemblés ou en fers et bois, portant une charge normale de 8 tonnes, serait diminuée, par l'emploi des tôles de Fox, de 4700 kilogrammes à 3700 kilogrammes, ou de 20 p. 100. En outre, l'entretien du matériel est considérablement réduit par le petit nombre des pièces assemblées, et facilité par leur interchangeabilité.

M. Fox exposait, à côté des longerons de locomotives et de wagons, un bogie construit tout entier par l'assemblage de quelques tôles embouties, avec refoulements spéciaux pour le siège du pivot, l'attache de l'attelage, etc. Un bogie de voiture pesant 400 kilogrammes, à deux essieux écartés de 1^{m},80, peut supporter sans fléchir sensiblement une charge de 30 tonnes. On trouve une application très rationnelle de ces bogies dans la construction des wagons à bois.

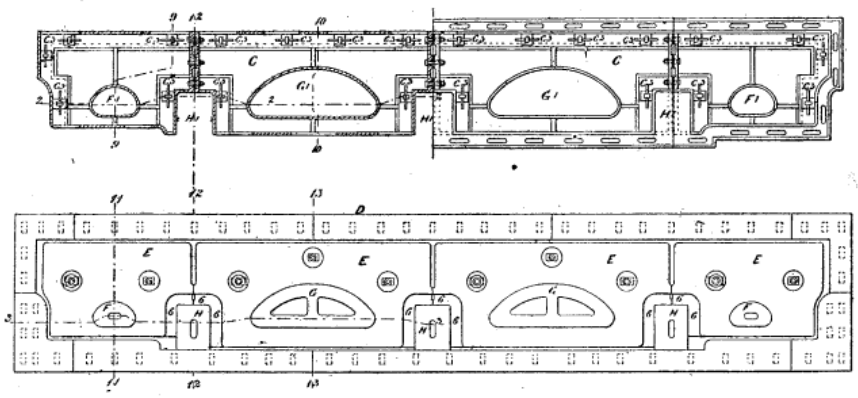


Fig. 16-17. — Presse à emboutir. Détail des empreintes.

Légendes. — Fig. 16. — Matrice. Plan et demi-coupe suivant 8-8 (fig. 18). — Fig. 17. — Poinçons. Plan du plateau mobile.

Les avantages que nous venons d'indiquer sommairement permettent de prédire aux longerons emboutis de M. Fox un succès comparable à celui de ses foyers. Bien que d'une fabrication toute récente (1887) (1), les tôles embouties de M. Fox comptent en effet déjà de nombreuses applications sur les chemins de fer anglais (Great Northern, South Western, Lancashire and Yorkshire, North Eastern), indiens, américains (Pensylvania Railway), espagnols et belges (Grand central).

Fabrication. — La fabrication des longerons en tôles embouties est, en principe, des plus simples : on découpe une tôle suivant un profil suffisamment

(1) Brevets anglais 13 019, 13 020 de 1883; 15 687, 15 688 de 1888. — *Railway Engineer.*, avril 1889, p. 205.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

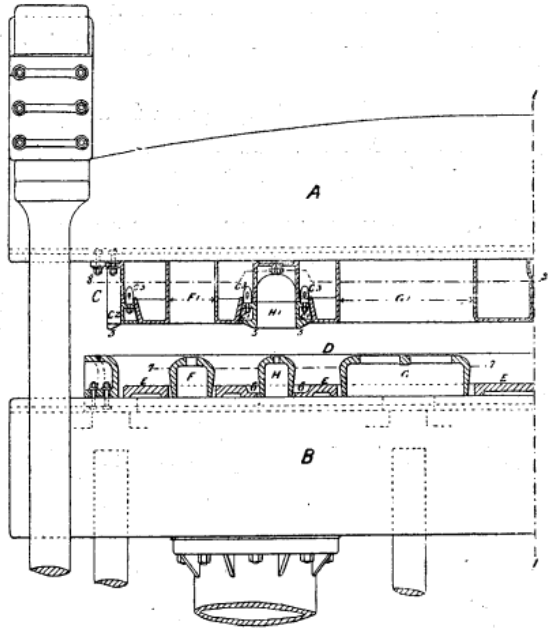


Fig. 18. — Presse à emboutir les longerons.

rapproché de celui du longeron fini (fig. 16 et 17) que l'on obtient en soumettant cette tôle portée au rouge à l'emboutissage par une presse hydraulique. Mais, si le principe est simple, son application ne l'est pas, car il s'agit d'exercer sur des surfaces de plusieurs mètres carrés des pressions de 60 à 70 atmosphères, uniformément réparties par des poinçons et des matrices disposées de façon à emboutir et à refouler la tôle sans la déchirer ni en détruire la parfaite homogénéité. M. Fox a dû créer dans

Fig. 18-19. — Légendes. — Élévation et coupe transversale.
A, Chapiteau fixe.
B, Plateau mobile,
C, Cadre du chapiteau F_1 G_1 H_1... Moules ou matrices fixés au cadre C par des boulons à clavettes c_3 c_3.
D, Cadre du plateau. — B F G H. Poinçons correspondant aux matrices F_1 G_1 H_1. — 6 6... Creux de la sole E correspondant aux saillies 5 5 de C.

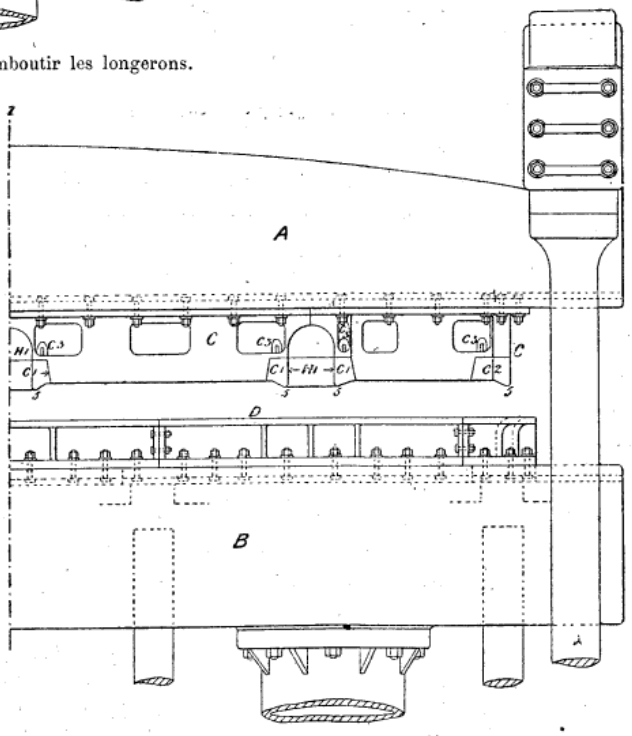


Fig. 19. — Presse à emboutir les longerons.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ce but tout un outillage spécial très puissant et fort ingénieux, dont nous allons essayer de donner une idée par la description sommaire d'une presse à emboutir les longerons de locomotives.

Le chapiteau A de la presse porte un emboutisseur C, C_1, C_2 (fig. 16 à 19), dont la forme générale correspond à celle du longeron à emboutir et dont les moules G_1 F_1 H_1... attachés à la carcasse du chapiteau, bordent et emboutissent la tôle par la pénétration des poinçons correspondants G, H, F... fixés au plateau mobile B. La sole E de ce plateau porte des creux 6, 6..., correspondant aux reliefs 5, 5... du chapiteau ; le tout est emprisonné dans la matrice D, qui détermine le contour général du longeron. Les poinçons H, F, G... simplement assujettis sur la sole E, sont arrondis, puis évasés vers le haut de façon à former l'emboutissage sans déchirement et à pouvoir se retirer facilement de la tole après l'opération, à la descente du plateau B.

On distingue sur les figures 20, 21 et 22 la bordure des pièces *c* du chapiteau,

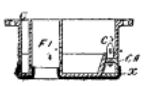


Fig. 20.

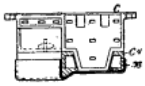


Fig. 21.

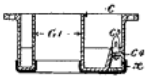


Fig. 22.

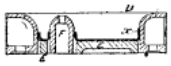


Fig. 23.

Fig. 24.

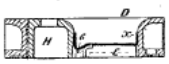


Fig. 25.

Fig. 20-25. — Coupes partielles 9-9, 12-12, 10-10 (fig. 16), 11-11, 12-12, 13-13 (fig. 17).

Mêmes lettres qu'aux figures 18 et 19. — *x*, Tôle en travail.

fixée comme C_1 et C_2 par des boulons goupillés et biseautés de manière à pouvoir se détacher facilement après l'emboutissage en faisant sauter les clavettes. La tôle emboutie est figurée en *x* : on voit sur les figures 23, 24 et 25 la forme qu'elle prend autour des poinçons F, G, H avant la formation des filets de garde par une autre presse, dont l'action est suffisamment représentée par les figures 26 et 27 et leurs légendes.

Nous terminerons cette courte monographie en signalant l'emploi très étendu que M. Fox fait, dans son usine, du gaz à l'eau (1) dont les applications industrielles se répandent de plus en plus (2). On sait que le gaz à l'eau consiste essentiellement en un mélange d'oxyde de carbone et d'hydrogène, avec un peu d'oxy-

(1) *Engineering*, 18 janvier 1889, p. 58. — *Times*, 2 janvier 1889.

(2) Notamment chez Krupp à Essen et à Wickowitz, *Revue industrielle*, 6 janvier 1887, p. 7, et 27 avril 1889, p. 167. — Consulter aussi : *Annales industrielles*, 20 janvier, 14 avril 1889. — *Génie civil*, 23 août 1887, p. 412. — *Journal des Usines à gaz*, 5 janvier 1889, p. 9. — *Iron and Steel Institute*, mai 1888, sept. 1889 : mémoires de MM. Wilson et Lowthian Bell.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gène, d'acide carbonique et d'azote, obtenu par la décomposition de la vapeur d'eau passant au travers d'une masse suffisamment épaisse de carbone incandescent. Dans l'appareil adopté par M. Fox, les injections de vapeur ne durent que quatre minutes, alternées par quelques injections d'air de dix minutes, nécessaires pour ramener à l'incandescence le coke refroidi par la décomposition de la vapeur d'eau. La vapeur traverse le coke de bas en haut et l'air le traverse de haut en bas : on utilise au chauffage des chaudières les volumes considérables de gaz très pauvres qui s'échappent du gazogène pendant l'injection d'air. Le gaz à l'eau, purifié à l'oxyde de fer, est employé exclusivement pour l'éclairage des ateliers et la soudure des tôles; on l'emploie mélangé au gaz des gazogènes Siemens pour le travail des fours. On produit, par heure, à la Leeds forge C°, 1 200 mètres cubes de gaz à l'eau; une tonne de coke rend 900 mètres cubes de gaz à l'eau, qui revient à environ 1 centime et demi le mètre cube. Avec des becs à écran de magnésie, on réduit la dépense à environ 7 litres par carcel-heure : la magnésie, renouvelée toutes les cent heures, coûte 0 fr. 15. M. Fox estime que l'emploi du gaz à l'eau lui procure un bénéfice annuel d'environ 250 000 francs : on pourrait peut-être contester ce chiffre, mais il importe de signaler néanmoins cette application du gaz à l'eau comme des plus intéressantes.

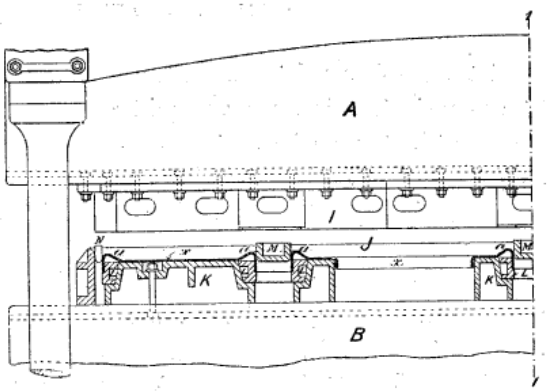


Fig. 26. — Presse à finir les longerons.

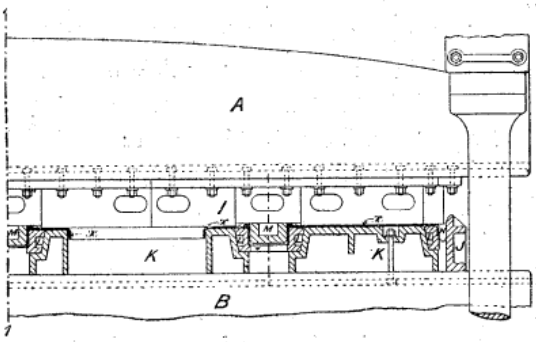


Fig. 27. — Presse à finir les longerons.

LÉGENDE. — A, Chapiteau fixe. — B, Plateau mobile dont les matrices KL transforment, en passant de la position 26 à la position 27, les emboutis *a a* en nervures ou filets autour des boîtes à graisse. — M N, Poinçons du chapiteau A enfoncés en L sous les blocs I du chapiteau A. — *x*, Longeron au finissage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES

OUTIL PNEUMATIQUE DE MAC-COY (1)

Cet appareil consiste en un marteau-piston actionné dans un cylindre par l'air comprimé, ou la vapeur, et qui frappe une suite rapide de coups sur un manche d'outil. Ce manche porte les mèches ou ciseaux appropriés pour tailler le bois, le métal ou la pierre. L'appareil est muni de soupapes d'admission et d'échappement d'air, et il est construit de manière à garantir le cylindre et le piston des frottements nuisibles au moyen d'une couche d'air infinitésimale qui les sépare. Cette même couche d'air s'interpose aussi entre le piston frappeur et la tête du porte-outil. De plus, ce dernier est toujours maintenu de manière à faciliter la continuité du travail.

L'appareil peut fonctionner à une très grande vitesse et donner plus de 5 000 coups par minute.

L'instrument complet (fig. 1 à 6) a la forme d'un cylindre court muni d'un tube flexible à une extrémité; l'air ou la vapeur arrivent par ce tube à la pression d'environ 3 kilogrammes par centimètre carré.

Le porte-outil est ajusté à l'autre extrémité du tube, dans une sorte de guide ou manchon; les outils coupants, mèche, ciseau ou marteau, sont emmanchés dans la douille du porte-outil.

En ouvrant un loquet (fig. 4 et 6) par la pression d'un bouton, on peut dévisser les extrémités du tube et l'on aperçoit à l'intérieur un cylindre portant des conduits partant du tube flexible à son point d'assemblage à l'entrée du tube, pour aboutir à une chambre à rainures qui est en dehors de celui-ci et se termine par une lumière d'entrée dans le cylindre.

Une autre chambre à rainures, limitée par l'enveloppe du cylindre, se prolonge par un passage réduit autour de celui-ci et se termine par un canal aboutissant à l'atmosphère par la tête du cylindre (fig. 2).

Le piston est long et à garniture étanche, mais à frottement minimum avec le cylindre.

L'organe de distribution, celui qui règle l'admission et la sortie de l'air, se trouve placé dans l'intérieur du piston-marteau. C'est un petit piston à deux têtes ayant deux gorges séparées par une paroi au centre; dans sa course, il couvre et découvre tour à tour les orifices d'émission et d'admission d'air.

La douille du porte-outil est munie à l'intérieur d'un ressort à boudin (fig. 1 et 2) qui rappelle constamment l'outil en arrière, chaque fois qu'il a été

(1) Exposition universelle, salle des machines, section américaine.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

frappé d'un coup du marteau-piston. Ce marteau-piston n'a pas de tige; il joue librement dans le cylindre principal et il porte en lui-même, par le travers de son axe, son appareil de distribution décrit ci-dessus. Cet organe, en jouant constamment d'un côté et de l'autre, permet le passage de l'air comprimé qui

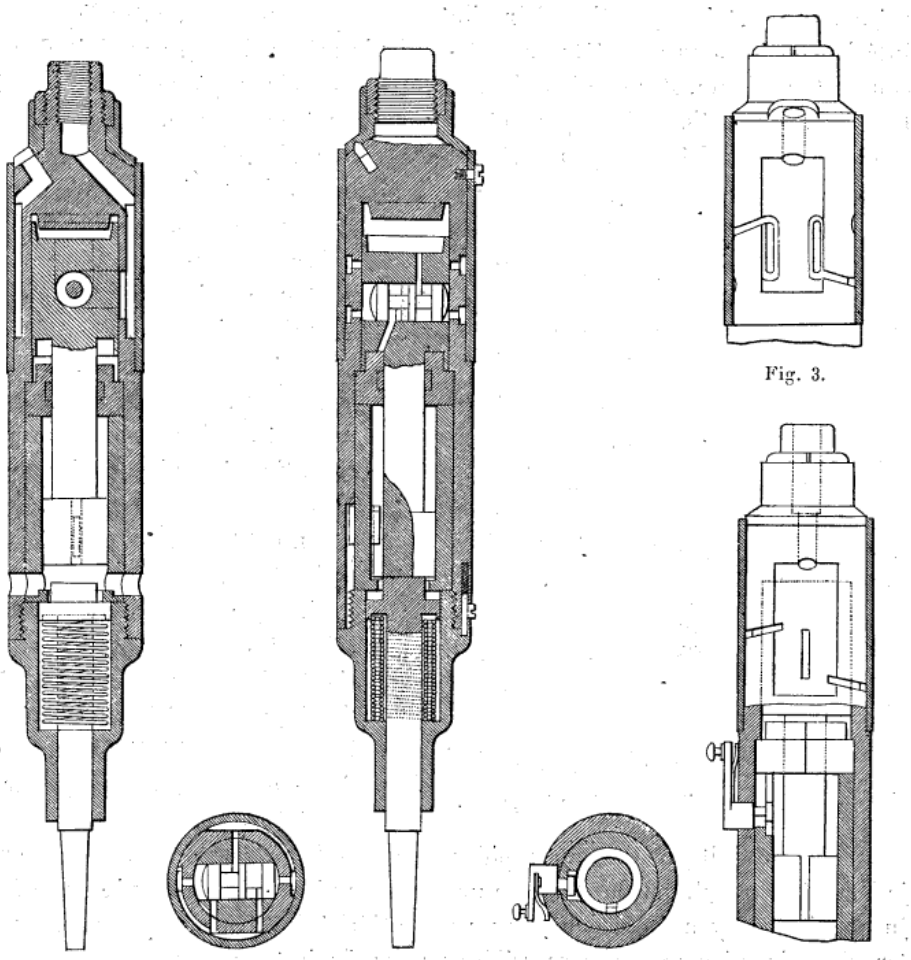


Fig. 1. Fig. 5. Fig. 2. Fig. 6. Fig. 3. Fig. 4.

Fig. 1 à 6. — Outil pneumatique.

abat et relève alternativement le marteau. L'introduction et l'échappement de l'air sont conduits de telle façon que le piston ne frappe jamais, dans sa course ascendante ou descendante, sur les parois de l'appareil qu'il enveloppe; il n'a pas non plus de contact latéral avec cette enveloppe, car il est toujours entouré de tous côtés d'une couche d'air très mince, mais qui est suffisante pour l'isoler com-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plètement. C'est ce qui explique que cet outil peut travailler avec une vitesse aussi merveilleuse sans être jamais graissé.

Lorsque l'air comprimé est introduit dans l'outil, il rencontre comme obstacle le piston-marteau qu'il chasse en avant, jusqu'à ce que celui-ci frappe sur la tête de la tige qui porte l'outil. Par le moyen d'une rainure ménagée dans le cylindre même, une certaine quantité d'air s'interpose à chaque coup, entre l'extrémité inférieure du piston et la tête du porte-outil; la même chose se produit dans la course ascendante. Par ce dispositif, un matelas d'air empêche le contact violent des deux parties métalliques, et par conséquent, leur usure.

La course du piston frappeur est très courte; elle varie de 3 à 6 millimètres seulement selon la dimension de l'outil.

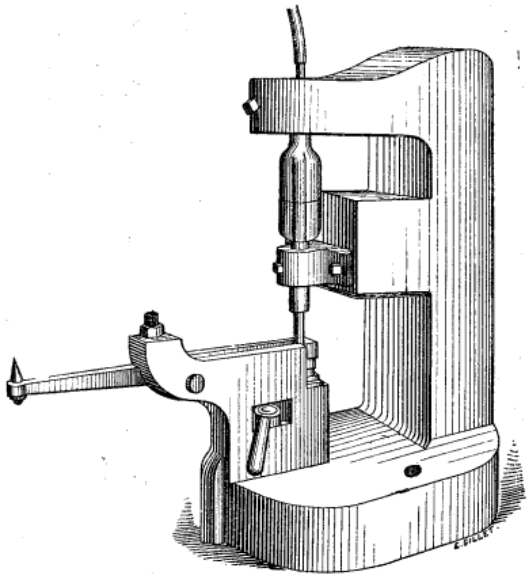


Fig. 7. — Outil pneumatique à repasser.

L'organe d'admission de l'air qui se manœuvre au moyen d'un bouton, est placé de manière que l'ouvrier qui emploie l'outil puisse le contrôler facilement. Par un léger mouvement du doigt, il active le travail au point de frapper cinq, six et jusqu'à dix mille coups à la minute, ou à n'en frapper qu'un petit nombre et d'une très petite force.

Le cylindre-enveloppe est en acier et l'instrument entier, variant selon les applications, pèse de 250 grammes à 10 kilogrammes; il mesure de 12 à 150 millimètres de diamètre sur une longueur de 100 à 150 millimètres.

L'effet produit par les coups rapides et répétés de cet instrument sur la pierre, le bois et le métal, est de produire une surface plus unie qu'on n'a pu le faire jusqu'ici au moyen du ciseau et avec une célérité dont rien n'approche. Il peut travailler dans les angles inaccessibles aux outils du tour.

On l'a appliqué avec succès à mater les joints des chaudières à vapeur, aux travaux de repoussage pour l'orfèvrerie, la statuaire et la chaudronnerie de toute dimension. La machine qui sert à exécuter ces travaux est représentée (fig. 7). L'action de l'outil est transmise au moyen d'un bras de levier pivotant; à l'extrémité de ce bras on place les diverses formes et outils exigés par le travail à accomplir.

La découverte d'une méthode nouvelle, rapide et économique, qui permette de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tailler la pierre et le métal, et la perfection de l'instrument qui peut s'appliquer avec tant de succès à des industries si diverses, réalisent une incontestable invention.

Dans ses applications au matage et au ciselage ainsi qu'à la découpure de feuilles de métal, cet outil surpasse en commodité, en rapidité et en perfection de travail tous les autres instruments, et, à titre de machine d'une utilité pratique, il se recommande comme un progrès de la plus haute importance.

Les caractères principaux de cette invention peuvent se résumer dans les termes suivants : c'est une méthode qui permet de produire des surfaces unies sur la pierre, le métal ou toute autre substance dure au moyen d'une machine à coups intermittents dont la fréquence est assez grande pour que l'action puisse être considérée comme pratiquement continue.

(*Franklin Institute.*)

MÉTALLURGIE

FABRICATION DES ALLIAGES D'ALUMINIUM D'APRÈS LES PROCÉDÉS DE COWLES PAR M. IVANOV.

La production de l'aluminium et de ses alliages est devenue aujourd'hui une branche d'industrie importante pour laquelle on a dû établir des moteurs spéciaux et les plus puissantes machines dynamo-électriques connues.

En 1879, lorsque Siemens avait réussi à fondre quelques kilogrammes d'acier au moyen du courant électrique dont l'intensité ne dépassait pas 100 ampères, on était loin de supposer que, neuf ans plus tard, on arriverait à produire journellement par des procédés industriels 1 600 kilogrammes à 10 p. 100 de bronze d'aluminium au moyen de machines dynamo de la force de 5 000 à 6 000 ampères ; cela est réalisé cependant dans la fabrique de la Compagnie du syndicat de Cowles à Milton, au moyen d'appareils décrits ci-dessous d'après la communication de Crampton à la dernière séance de l'Association britannique pour l'avancement des sciences.

L'usine de Milton possède une batterie de chaudières à vapeur, un moteur à vapeur, une machine dynamo, douze fours électriques et un certain nombre d'appareils d'importance secondaire. Les chaudières à vapeur sont du type Babcock et Wilcock d'une puissance productrice de 500 à 600 chevaux-vapeur, pourvues d'appareils mécaniques d'alimentation qui réduisent à un homme le personnel employé à leur service.

Le moteur à vapeur horizontal de 600 chevaux, du système Compound avec régulateur centrifuge, permet de régler la vitesse normale à 76 tours par minute, sans parler des grands changements apportés dans le mode d'excitation de la machine dynamo. Le volant a 6^{m},30 de diamètre et pèse 30 tonnes ; la transmission de mouvement du moteur à la machine dynamo se fait au moyen de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

18 câbles et est remarquable par sa marche silencieuse. La machine dynamo, montée par Crampton et Sinbor à Chelmsford, la plus puissante des machines connues, est de 400 chevaux-vapeur; elle est à courant continu; son arbre repose sur trois supports; il a $4^{m},50$ de longueur, 25 centimètres de diamètre au milieu et $17^{m},5$ sur les supports. Son excitateur se compose de 128 barres de cuivre de 22 millimètres d'épaisseur sur $7^{mm},5$ de largeur, isolées au moyen d'une nouvelle substance isolatrice dite fiburine, supportant d'une manière continue une température de 160° sans ramollissement ni changement de couleur. Le diamètre de l'armature est de $0^{m},50$ sur $1^{m},2$ de longueur.

La machine a un double excitateur et est pourvue d'un rhéostat qui lui permet de faire varier dans certaines limites sa force électro-motrice pendant les opérations. Un ouvrier est préposé à maintenir la position des balais, ceux-ci ne donnent que très peu d'étincelles et ils varient de position avec le courant produit par la machine.

A la vitesse de 380 tours par minute, la dynamo produit normalement 5000 ampères et 60 volts et ne donne pas d'échauffement supérieur à 70° dans l'armature. Bien qu'établie dans de telles conditions normales de production, la machine a fourni pratiquement pendant de courts intervalles jusqu'à 8000 ampères, mais en marche normale on ne peut compter que sur 5 000 ampères.

Un gigantesque interrupteur de courant est formé par 12 plaques de plomb, et interrompt très exactement le courant aux environs de 8000 ampères sans aucune projection ni dispersion du plomb en fusion. En traversant l'interrupteur, le courant traverse un indicateur composé d'un simple solénoïde à 9 tours et passe de là dans 12 fours électriques placés dans deux salles voisines. Chaque condensateur est formé d'un long auget en briques réfractaires terminé à ses extrémités par des tuyaux de fonte traversés par des électrodes en charbon. L'auget a 60 centimètres de large, $1^{m},4$ de long et 50 centimètres de profondeur.

Sous le four et autour des parois se trouve une certaine quantité de charbon mouillé d'eau de chaux; il sert à isoler les parois du condensateur et à empêcher son refroidissement (ce charbon est du charbon de bois réduit en gros grains; il a été trempé dans de l'eau de chaux filtrée); sans cette précaution une partie notable du courant se répandrait dans l'enveloppe, et l'échaufferait au détriment de la masse sur laquelle on opère. Après avoir chargé les foyers, on rapproche les extrémités des charbons électrodes à 6 ou 8 centimètres de distance et l'on place sur le foyer un gabarit en feuilles de tôle mince afin de former dans le centre du four un espace parallélipipédique pour le chargement. Les vides laissés par le gabarit sont remplis aussi de charbon pilé et mouillé. On remplit l'espace entre les électrodes de débris de charbons d'électrodes et le gabarit lui-même est rempli de la masse à fondre qui, pour la production du bronze d'aluminium, consiste en 70 kilogrammes de cuivre et 38 à 40 kilogrammes d'alumine ou corindon.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Par l'effet du chauffage du mélange, la résistance électrique diminue et l'ouvrier éloigne les électrodes pour maintenir autant que possible la régularité du courant; lorsque toute la masse est portée au rouge blanc, on porte la puissance du courant à 5 000 ampères et on l'y maintient pendant une heure, ce qui termine l'opération.

Le passage du courant dure une heure et demie environ, et après l'avoir arrêté, on amène les conducteurs mobiles dans un autre four, et on commence une deuxième opération.

Après celle-ci, on retire les électrodes de charbon pour les laisser refroidir, on enlève le couvercle de fonte et on retire du four le charbon pilé et la scorie solidifiée qui recouvre la fonte, laquelle renferme 14 à 20 p. 100 d'aluminium; on peut juger, après une certaine pratique, d'après la cassure, de la proportion d'aluminium.

Chaque opération donne en moyenne 90 kilogrammes d'alliage à 14 p. 100 d'aluminium, c'est-à-dire 12^{kg},6 d'aluminium.

Suivant l'opinion de Cowles, la température, au centre de la masse, s'élève tellement au moment de l'ouverture du courant, que l'aluminium mis en liberté ainsi que l'autre métal se réduisent en vapeur et se déposent à la partie inférieure qui est la plus froide.

Le travail de ces fours électriques ne laisse rien à désirer pour la production du bronze d'aluminium; il n'en est pas de même pour l'alliage avec le fer, car il se produit des changements brusques dans la résistance de la masse en traitement, ce qui oblige à des modifications de construction.

Le procédé de Cowles exige très peu de personnel; à l'usine de Milton, il n'y a que deux hommes aux machines, l'un pour les chaudières et un garçon pour tenir les électrodes. Deux ouvriers sont suffisants pour le chauffage et l'arrangement des fours; le reste du personnel travaille les alliages et s'occupe du classement et de la fonte des lingots.

L'expérience acquise par Crampton et Sinbor dans l'établissement des machines à l'usine de Milton leur permet d'espérer qu'ils ne rencontreront pas de difficultés à l'établissement de machines pour une puissance productrice de 15 000 et même de 20 000 ampères au besoin, si les fours du système Cowles de plus grandes dimensions exigeaient des courants d'une telle intensité.

Comme conclusion, il reste à dire quelques mots des qualités spéciales de ces nouveaux alliages dont la plus grande partie était absolument inconnue il y a de cela trois ans.

1° *Bronze d'aluminium*. — Le plus connu est celui qui renferme 10 p. 100 d'aluminium, il est d'une composition très homogène et se distingue par une grande ductilité; sa résistance à la traction varie de 85 à 90 kilos par millimètre carré; il se polit très bien et a déjà beaucoup d'applications malgré son prix élevé, qui était au commencement de 15 francs le kilogramme, et malgré quelques difficultés

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à le travailler, qui dépendaient, comme on l'a reconnu plus tard, de la qualité du cuivre. Actuellement ces difficultés ne se présentent plus, grâce à la qualité du cuivre préparé par l'électricité, et le procédé de Cowles a réduit notablement le prix du bronze d'aluminium au point que l'on peut compter sur la vulgarisation de son emploi dans l'avenir.

2° Le *laiton d'aluminium* est moins cher que le bronze d'aluminium et est caractérisé par de précieuses qualités. L'alliage de 63 parties de cuivre, 33,66 parties de zinc et 3,33 d'aluminium, présente une résistance à la traction de $57^{kg},5$ par millimètre carré; il se fond, se forge et se moule facilement; il se distingue par une faible pesanteur spécifique et résiste mieux que le laiton ordinaire aux influences extérieures. Des vis en laiton d'aluminium, composé de 15 parties de bronze d'aluminium à 10 p. 100 d'aluminium et de 28 parties de zinc, ont été enfoncées dans du cœur de chêne jusqu'à la tête sans aucune déformation ni rupture, alors que des vis en laiton ordinaire ne pouvaient y être enfoncées de $0^{m},015$ sans rupture. Le bronze d'aluminium à 5 p. 100 d'aluminium, allié à 7,5 parties de plomb, donne un alliage convenable pour être coulé en coussinets d'arbres en acier dur marchant à grande vitesse et à grande pression.

Le métal *Hercule*, composé en parties égales de bronze d'aluminium à 2,5 p. 100 d'aluminium et de zinc, a une texture à grains fins; il est très malléable lorsqu'il est chauffé et se moule parfaitement.

3° L'*alliage de nickel et de bronze d'aluminium* se distingue par des qualités spéciales pour en forger des instruments de chirurgie; il est très dur, d'une couleur blanchâtre, acquiert un beau poli et résiste bien aux influences atmosphériques ainsi qu'aux liquides de l'organisme de l'homme.

4° *Bronze de silicium*. — En remplaçant le corindon par du sable blanc, on peut obtenir un alliage dont la richesse en silicium varie de 1 à 17 p. 100 et qui, fondu avec une quantité de cuivre 300 à 400 fois plus grande, donne le bronze ordinaire de silicium, si estimé pour la télégraphie et la téléphonie.

5° *Alliage de fer et d'aluminium*. — Il est extrêmement important pour tous ceux qui travaillent le fer, car les récentes expériences de Kip, Meber et Wors dont les résultats viennent d'être exposés à la réunion de la Société américaine pour l'avancement de la science, font prévoir les applications illimitées de cet alliage. On savait déjà que l'addition de cet alliage à l'acier fondu, même dans la proportion d'une partie d'aluminium pour 1000 parties d'acier, abaisse le degré de fusion presque à 300°, donne un métal plus malléable et un moulage sans pailles ni soufflures. Les expériences de Kip ont démontré qu'une très petite proportion d'aluminium communique aussi ces qualités à la fonte.

(*Franklin Institute.*)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Pyromètre à air de Wiborg. — La description de ce pyromètre à air a été donnée dans les annales de Jernkontorets et reproduite dans les Annales autrichiennes des mines.

Depuis la détermination du coefficient de dilatation de l'air par les célèbres travaux de Gay-Lussac, Dulong, Rudberg et Regnault, on a employé des appareils semblables aux leurs pour mesurer les températures, sous les noms de thermomètres et de pyromètres à air.

Mais, en raison de la complication de ces appareils, de la pratique et de la minutie qu'exige leur maniement, ils n'ont servi jusqu'à présent qu'à des recherches scientifiques, ou tout au plus à la graduation de pyromètres employés dans l'industrie.

Le coefficient de dilatation de l'air étant constant même à de très hautes températures, cette dilatation offre la base la plus sûre pour la construction d'un pyromètre ; c'est cette remarque qui a conduit Wiborg à établir un pyromètre à air d'une forme plus pratique et plus facile à consulter.

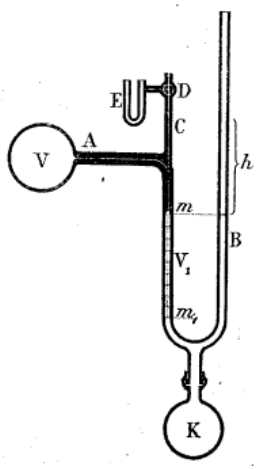


Fig. 1.
Disposition du pyromètre de Wiborg.

Avant de nous rendre compte comment il a résolu le problème, rappelons les deux principes qui ont guidé jusqu'ici la construction des pyromètres à air :

Dans un cas, on échauffe une quantité d'air déterminée dans un espace de volume invariable, de manière à faire servir son élévation de pression à calculer son changement de température ; dans l'autre cas, on maintient le volume d'air sous une pression invariable, de manière à déduire sa variation de température du changement de volume.

Ces deux espèces de pyromètres peuvent être compris d'après la figure 1 dans laquelle V est un ballon rempli d'air qui communique par un tube capillaire A avec un manomètre ouvert, dont la partie V_1 est divisée en centimètres cubes, et l'autre branche B consiste en un long tube vertical. Le tube en **U** inférieur de ce manomètre est en communication avec le ballon en caoutchouc contenant du mercure qui peut être chassé dans le manomètre par une pression de la main. L'air du ballon V peut être mis en communication avec l'air extérieur par le tube capillaire C et le robinet D.

Le volume du tube capillaire C est pris assez petit pour être négligeable.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour employer cet instrument d'après le premier cas, on ouvre le robinet D et on presse le mercure jusqu'à la marque m où commence le tube capillaire. Le mercure se met de niveau dans les deux branches du manomètre ; on ferme alors le robinet D, on soumet le ballon V à la source de chaleur dont il s'agit de déterminer la température ; l'air se dilate, refoule le mercure dont le niveau s'élève dans le tube B au-dessus du point m. On ramène l'air à son volume primitif en pressant le ballon K de manière à remonter le niveau du mercure dans le tube V_1 jusqu'en m ; le niveau dans le tube B remonte alors de h par exemple, et cette augmentation de pression h a la relation suivante avec la température cherchée :

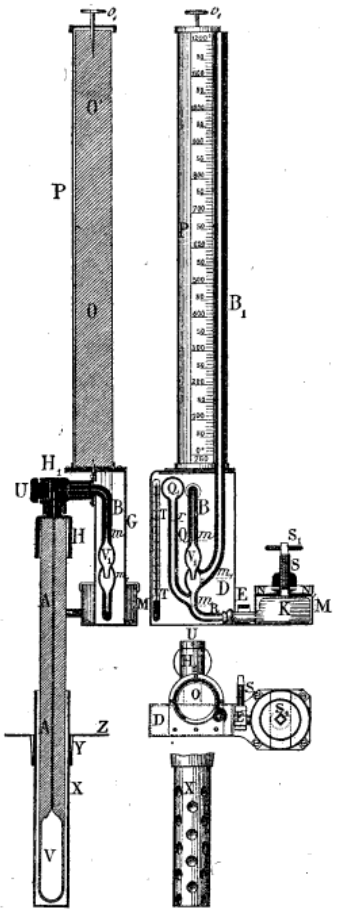


Fig. 2. — Pyromètre de Wiborg.

$$h = H \alpha t$$

H étant la hauteur de la colonne barométrique au moment de l'expérience.

On voit par là que pour que le pyromètre à air conserve cette forme, cela ne dépendra pas de la grosseur de la boule V, mais de l'excès de pression h qui est proportionnel à l'élévation de la température, car pour une élévation de 272°, la pression h augmentera d'une atmosphère ou de $0^m,760$, ce qui empêche d'employer cet instrument pour des températures élevées.

Si l'on veut employer cet instrument d'après le deuxième cas, on presse comme précédemment le mercure jusqu'en m ; mais, pendant que l'on chauffe la boule V jusqu'à $t°$, on laisse entrer une partie de l'air extérieur dans le tube V_1, le mercure est refoulé dans le manomètre de manière à se mettre au même niveau dans les deux branches, et l'air enfermé est soumis à cette même pression. Pour une certaine élévation de température de $(t' - t)$, l'air se dilate d'un certain volume V_t qui peut être lu sur le tube gradué et ce volume est dans le rapport suivant avec la température cherchée :

$$V_t = V \frac{\alpha(t' - t)}{1 + \alpha t}$$

($t' - t$ étant la température au commencement de l'expérience), pourvu que le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

volume V_1 après la dilatation possède le même degré de température que V a acquis pendant l'échauffement et que la pression barométrique n'ait pas varié pendant l'expérience.

Dans ce cas, le résultat est indépendant de la pression atmosphérique, mais, par contre, l'augmentation de volume n'est pas proportionnel à l'augmentation de température et on se demande quelle influence a cette circonstance sur la facilité des observations. Si l'on applique cette formule à deux opérations de 100 à 200° et de 900 à 1 000°, en supposant que le volume V est de 10^{cc} par exemple, on trouve dans le premier cas $V_1 = 2{,}6^{cc}$ et dans le deuxième cas $V_1 = 0{,}8^{cc}$, d'où il suit que la sensibilité du thermomètre diminue rapidement.

Si l'on augmente le volume V, le volume V_1 augmente également, mais cet accroissement entraîne aussi à des difficultés pratiques d'exécution, et les lectures de ce thermomètre exigent une excessive précision. Dans le but de les faciliter, le professeur Pettersson, de Stockholm, a introduit une amélioration, c'est de pourvoir le tube C d'un petit manomètre E qui contient un peu d'eau et est très sensible. Lorsque le mercure approche du même niveau dans les deux branches du manomètre, on ouvre par le robinet D la communication avec le manomètre E et le mercure peut ainsi établir son égalité de niveau plus exactement, de manière que les gaz enfermés se trouvent soumis à la pression atmosphérique. Mais il ne suffit pas que la température du volume V_1 puisse être déterminée avec exactitude, il faut encore que le manomètre E soit maintenu à une température connue, ce qui rend le maniement de ce thermomètre très incommode. Par ces raisons, un semblable pyromètre à air ne semble pas pratique pour la détermination des températures dans l'industrie.

Un examen plus attentif de la figure 1 permet de faire encore un autre genre d'observations : on peut laisser le mercure descendre jusqu'à la marque m_1 en laissant le robinet D ouvert. Par une variation quelconque de la température du ballon V, par suite de la sortie d'une partie de l'air, la pression atmosphérique s'établit en V.

Lorsque l'on doit observer une température, on ferme le robinet D et on comprime le mercure jusqu'en m : de cette manière un certain volume V_1 est comprimé dans V. Si ce volume V_1 au moment de la compression est à $t°$ et que le ballon V soit à T°, le volume V_1 s'échauffe de T—t et exige pour être comprimé dans le ballon V une certaine pression h en sus de la pression atmosphérique, laquelle pression h donne la mesure de la température T cherchée.

Ce principe, non encore employé dans les pyromètres à air, est celui du pyromètre de Wiborg, ainsi que l'on pourra s'en convaincre par ce qui suit.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Théorie du pyromètre. — Dans le ballon V contenant de l'air à t et à la pression atmosphérique, cet air doit être comprimé, ainsi qu'un volume V_1 à la température t et sous la pression atmosphérique, de manière à être porté à T. Lorsque la pression sera devenue fixe, tout le volume d'air aura pris la température T et sera :

$$V + V_1[1 + \alpha(T - t)].$$

Mais lorsque le volume V_1 aura été comprimé dans le ballon V, la pression change et produira d'une certaine hauteur h et nous aurons l'égalité suivante :

$$(1) \qquad V = H \times \frac{V + V_1[1 + \alpha(T - t)]}{H + h},$$

ou

$$(2) \qquad h = \frac{V_1}{V} H[1 + \alpha(T - t)],$$

ou

$$(3) \qquad T - t = \frac{Vh - V_1 H}{\alpha V_1 H}.$$

On néglige dans ces formules le volume du tube capillaire et la dilatation cubique du ballon V, mais si on voulait tenir compte de cette dernière, on aurait pour cela au lieu de (2) la formule

$$(4) \qquad h = \frac{V_1 H}{V(1 + kT)}[1 + \alpha(T - t)].$$

On déduit de la formule (3) que le thermomètre donne seulement la différence des températures $T - t$, et dans la formule (2) si on fait $T = t$ on a :

$$h = \frac{V_1}{V} H.$$

Ce qui donne le point zéro de l'instrument.

Le deuxième membre de la formule (2) donne, par conséquent, l'augmentation de h nécessaire pour refouler le volume V_1 dans V si la température est différente. Cette augmentation est proportionnelle à l'accroissement de température, d'où il suit que le thermomètre, pour une même élévation de température, doit avoir un même développement indépendant de l'élévation de cette température. De ce qui précède, il résulte que l'on obtient la température T cherchée, si, à la température du ballon V ou à la différence de température de ce ballon indiquée par l'instrument, on ajoute la température du volume V_1 avant sa compression.

De l'équation (2) il résulte que la position du point zéro aussi bien que l'excès de pression répondant à une certaine surélévation de température, qui doit en être la conséquence, dépendent du rapport $\frac{V_1}{V}$. Plus le rapport $\frac{V_1}{V}$ sera grand, plus sera petite la hauteur h pour une différence de température donnée, et l'on peut

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

déterminer ainsi à volonté les proportions du pyromètre en vue d'une différence de température donnée pour qu'il donne des mesures grandes ou petites; de même que, dans un thermomètre à mercure ordinaire, la longueur des divisions varie selon le volume de la boule et le diamètre du tube.

Il est également évident que ce pyromètre est aussi bon pour mesurer les hautes ou les basses températures, car si le ballon V est plus froid que le volume V_1, le second membre de la formule (2) sera négatif, c'est-à-dire que la pression h sera en dessous du point zéro.

Construction du pyromètre. — La figure 2 montre la construction du pyromètre destiné principalement à la mesure de la température du vent dans les hauts fourneaux. Le ballon V qui contient environ 12^{cc} est adapté à un tube en porcelaine de 0^m,020 de diamètre extérieur et de 0^m,005 à l'intérieur, de manière qu'il peut être considéré comme capillaire. Ce tube qui doit être adapté au reste de l'instrument doit être très solide, c'est pourquoi il est aussi très épais.

Ce tube est luté dans un chapeau en métal qui est vissé au cylindre métallique H_1; ce cylindre communique avec le manomètre BV_1B_1.

Le tube en verre qui constitue le manomètre s'élargit en m de 0^m,0015 à 0^m,002 sur une longueur d'environ 0^m,010; cette longueur est suivie d'un plus grand élargissement formant le volume V_1; pour déterminer la température, ce volume V_1 doit être refoulé dans la boule du thermomètre dont la capacité est environ le $\frac{1}{10}$ de V. En m_1 aboutit le long tube B_1 du manomètre de 0^m,0020 de diamètre à l'intérieur et de 0^m,008 à l'extérieur; ce tube s'élève verticalement et est en communication par le bas, au moyen d'une tubulure, avec le ballon en caoutchouc K. Ce ballon K est renfermé dans une boîte métallique M pourvue d'un couvercle mobile N qui peut être refoulé dans la boîte par la vis S afin de comprimer le mercure du ballon dans le manomètre.

La vis S est manœuvrée au moyen d'un disque métallique S, fixé légèrement sur l'extrémité de la vis qui est terminée en forme de tenon; de cette manière, on peut retirer facilement le disque et empêcher que par un attouchement maladroit le mercure ne soit chassé par le tube B dans la boule du thermomètre et l'instrument endommagé.

(*Dingler.*)

Les mines de nickel dans l'Oural et les applications de ce métal dans l'industrie, par le comte Stenbock. — *Aperçu historique.* — Le minerai de nickel de couleur verte fut découvert pour la première fois en 1820 dans les monts Ourals, à Pétrow, près d'Ekaterinbourg dans le district de Revdin, d'où son nom de *Revdinskitt* qui lui fut donné pour le distinguer des autres minerais de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nickel découverts en Europe jusqu'à l'année 1850 et qui sont beaucoup moins purs, en raison du soufre et de l'arsenic qu'ils contiennent.

Les recherches que l'on fit dans l'Oural pour découvrir des filons de ce minerai jusqu'à l'année 1874 ne réussirent pas, ou du moins on en trouva très peu et l'on ne sut pas en extraire le métal, les méthodes de traitement étant encore peu répandues.

En 1874 les recherches furent reprises et furent plus heureuses, on creusa des puits et des galeries à des profondeurs de 20 à 30 mètres, on en retira en deux ans 500 000 kilogrammes de minerai et l'on aboutit, dans un puits à une profondeur de 34 mètres, à un banc très dur de minerai silicaté.

Le minerai fut traité parallèlement par deux procédés : 1° par voie sèche dans des fours régénérateurs à gaz de Siemens ; 2° par voie humide au moyen de l'acide sulfurique et de l'acide chlorhydrique. On obtint en deux ans par ces deux procédés environ 20 000 kilogrammes de métal et d'oxyde.

Le prix du nickel a beaucoup varié en Europe depuis qu'on emploie ce métal ; il est descendu de 240 francs le kilogramme, en 1860, à 10 francs en 1884.

La cause principale de cette diminution de prix a été la découverte en 1874 des riches mines de nickel silicaté de la Nouvelle-Calédonie. Cette découverte arrêta la production des mines d'Europe ainsi que celle de Revdin.

L'exploitation fut reprise en 1877 par l'approfondissement du puits où on avait découvert en 1874 le filon de minerai silicaté, mais la mine fut abandonnée de nouveau en 1888 par manque de capitaux. A cette époque, on attaqua résolument la mine à la dynamite. On creusa un puits jusqu'à 510 mètres, on poussa des galeries autour du filon et on réussit complètement à en reconnaître la puissance maximum qui est de 7 mètres. Bien que les travaux de reconnaissance ne soient pas encore terminés, on peut estimer approximativement la richesse de la mine de la manière suivante : l'étendue du filon est de 510 mètres, sa profondeur moyenne de 21 mètres et son épaisseur moyenne de $2^{m},80$; le poids du mètre cube du minerai est de 11 650 kilogrammes et il contient 5 p. 100 de nickel au minimum.

L'analyse de ce minerai faite à l'École des mines de Paris par M. Edmond Boutan, ingénieur des mines, en septembre 1880, a donné les résultats suivants :

	MINERAI TENDRE.		MINERAI DUR SILICATÉ.	
	à 16 mètres de profondeur.	à 32 mètres.	à 10 mètres.	à 16 mètres.
Nickel. .	15,90 p. 100	13,70 p. 100	3,30 p. 100	7,80 p. 100
Cobalt. .	6,30 —	3,40 —	0,30 —	1,70 —
Soufre. .	traces.	0	0	0,25 —
Arsenic .	0	0	0	0

L'analyse d'un autre échantillon de la mine découverte en 1888 a été faite à Saint-Pétersbourg par M. Purgol, chimiste, et a donné les résultats suivants :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

	MINERAI TENDRE.	MINERAI DUR.
Sable	20,08 p. 100	29,30 p. 100
Silice	26,48 —	24,73 —
Alumine	4,41 —	2,23 —
Oxydes de fer	3,52 —	7,69 —
Oxydes de nickel	22,55 —	11,03 —
Chaux	4,25 —	4,02 —
Magnésie	3,36 —	8,83 —
Pertes dues à la calcination	14,80 —	13,25 —

Les minerais de nickel sont assez répandus en Europe et en Amérique, mais ils contiennent à peu près tous du soufre et de l'arsenic; il n'existe de minerai silicaté qu'en Nouvelle-Calédonie, où l'on rencontre des filons de 1^{m},50 d'épaisseur, et dans la mine de Revdin.

Le traitement des minerais sulfureux et arsénicaux est assez compliqué, c'est pourquoi le travail en est réparti entre deux espèces d'usines : dans les premières établies sur les lieux d'extraction, on obtient par des procédés métallurgiques une fonte de nickel contenant de 15 à 30, en général, et rarement plus de 40 p. 100 de métal; dans les seconds établissements, on traite cette fonte par voie sèche et par voie humide.

On extrait d'abord de cette fonte un oxyde de nickel, puis on la mélange avec différentes substances liantes et plus ou moins carburées telles que la pâte, la mélasse, dans la proportion de 5 p. 100 environ; on étend ce mélange sur des feuilles de tôle et on le sèche dans un four à 170 degrés; puis on le découpe en cubes de 10 à 13 millimètres de côté que l'on reporte de nouveau au four jusqu'à opérer un séchage complet. On place ces cubes dans des creusets en graphite ou en terre et on y ajoute de la poussière de charbon de bois en excès, on chauffe rouge dans des fours spéciaux; l'oxyde de nickel se réduit sans fusion de métal et les cubes qui ont conservé leur forme sont vendus dans le commerce où ils servent, en les mêlant au cuivre, au zinc et à l'argent, à préparer les différents alliages blancs du commerce.

Ces procédés de traitement donnaient un produit mélangé de cuivre, de fer et de cobalt, ne contenant que 75 à 88 p. 100 de nickel; le métal qui en était extrait était cassant et peu utilisable ; les procédés de fabrication des cubes ont été perfectionnés depuis et l'on obtient actuellement un produit contenant 97 à 99,57 p. 100 de nickel qui est ductile et malléable et se travaille comme le fer doux.

Actuellement, en Nouvelle-Calédonie, on opère la fusion du minerai dans de hauts fourneaux et la fonte obtenue est traitée en Europe pour en extraire le métal. Dans cette dernière opération, le D^{r} Fleitman, en Westphalie, a obtenu d'excellents résultats en employant de 0,05 à 2 p. 100 de magnésie et de magnésium. L'électrolyse paraît être aussi le meilleur procédé pour obtenir le métal à l'état pur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Propriétés physiques et chimiques du nickel. — Ce métal, qui a presque l'éclat de l'argent, a une densité de 8,3 à 8,9; il fond à 1 600 degrés. Il se lamine jusqu'à une épaisseur de 1/100e à 1/500e de millimètre et s'étire en fils si ténus qu'une longueur de 180 mètres pèse 1gr,22. Il s'allie facilement au fer et à l'acier; allié au cuivre, il se laisse plaquer au moyen du marteau ou du laminoir. Sa dureté est supérieure à celle du fer et égale à celle de l'acier Bessemer, ce qui lui permet de conserver longtemps un beau poli.

Ce métal, allié à 1/20e de magnésium, présente une résistance de 55 à 65 kilogrammes par millimètre carré avec 15 à 21 p. 100 d'allongement; sa limite d'élasticité est de 38 kilogrammes. Un fil de nickel allié à 0,3 p. 100 de silicium et 0,1 p. 100 de cuivre a donné une résistance de 90 kilogrammes par millimètre carré (Deville).

En raison de son inaltérabilité à l'air et à l'action des acides et des bases, à l'exception de l'acide azotique étendu, le nickel est très employé dans la galvanoplastie et le placage sur métaux; on en fait également des creusets qui résistent mieux que les creusets en argent.

Applications du nickel. — Son emploi se répand de plus en plus à l'état d'alliage avec le cuivre, le zinc et l'argent pour la confection d'articles de luxe sous différents noms, d'alfénide, maillechort, etc. On en a frappé des monnaies déjà dans plusieurs pays.

L'alliage de nickel et d'acier sert à fabriquer des pièces de machines de grande résistance, des fusils à grande portée, des armes blanches, des cartouches de fusils et de mitrailleuses.

Le placage et le laminage de feuilles d'acier plaquées de 5 à 20 et à 30 p. 100 de nickel donnent un produit qui sert à fabriquer des ustensiles de cuisine déjà assez répandus en Europe, des réflecteurs de lumière qui s'altèrent beaucoup moins que ceux d'argent ou en cuivre argenté.

Ces feuilles d'acier plaqué de nickel peuvent servir également au doublage des navires au-dessous de la ligne de flottaison, car elles ne s'oxydent pas et les coquillages n'y adhèrent pas comme elles le font avec les feuilles de cuivre.

En Amérique, on est arrivée à nickeler les plaques et poignées des wagons, toutes les parties de locomotives qui étaient primitivement en cuivre, ce qui les maintient à l'état brillant presque sans entretien ni nettoyage.

A Vienne est installée une fabrique d'ustensiles de cuisine en nickel; ces objets sont presque inusables et n'exigent presque aucun entretien. On y fait aussi des cartouches en nickel, qui sont plus résistantes et plus durables que celles en cuivre.

(*Zapiski imper. russ. tech. obch.*)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BIBLIOGRAPHIE

La *Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale* reçoit les publications suivantes :

Aéronaute.
Annales de chimie et de physique.
— *de la Sociedad Rural Argentina.*
— *de l'École polytechnique de Delft.*
— *des mines.*
— *des ponts et chaussées.*
— *du commerce extérieur.*
— *télégraphiques.*
Année scientifique, par L. Figuier.
Bibliographie de la France, journal de l'Imprimerie et de la Librairie.
Boletin de la Sociedad de Fomento fabril.
Bulletin de la Brasserie.
— *de l'Aéronautique.*
— *de l'Association des Élèves de M. Frémy.*
— *de l'Association philotechnique.*
— *de la Société centrale des Architectes.*
— — *chimique de Paris.*
— — *d'Agriculture de Valenciennes.*
— — *d'Économie politique.*
— — *de Géographie.*
— — *d'émulation d'Abbeville.*
— — *de l'Industrie minérale* (avec *Atlas*).
— — *de Photographie.*
— — *des Sciences et Arts du Havre.*
— — *industrielle d'Amiens.*
— — — *d'Angers.*
— — — *d'Elbeuf.*
— — — *de Mulhouse.*
— — — *de Reims.*
— — — *de Rouen.*
— — — *de Valenciennes.*
— — *internationale des Électriciens.*
— *de l'Institut égyptien.*
— *des musées coloniaux.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Bulletin des Séances de la Société nationale d'Agriculture.
— *du Comité des Forges de France.*
— *du Ministère de l'Agriculture.*
— *du Ministère des travaux publics.*
— *général de la Papeterie.*
— *officiel de la propriété industrielle et commerciale.*
Bulletin technologique de la Société des anciens élèves des écoles nationales d'Arts et Métiers.
Chemical News.
Chercheur.
Chronique Industrielle.
Comptes rendus de l'Académie des sciences.
— *de l'Académie des sciences physiques et math. de Naples.*
Cosmos.
Dingler's polytechnisches Journal.
Économiste français.
Électricien.
Engineering.
Galilée.
Gaz.
Gazette de l'Université de Kief.
Génie civil.
Industria.
Industrie française.
Institution of Mechanical Engineers.
Invention.
Inventions nouvelles.
Iron.
Journal American of Science.
— *d'Agriculture pratique.*
— *de l'Agriculture,* fondé par M. Barral.
— *d'Éducation populaire.*
— *de la Société nationale d'Horticulture de France.*
— *des Fabricants de sucre.*
— *d'Horticulture.*
— *d'Hygiène (climatologie).*
— *du Gaz et de l'Électricité.*
— *of the Franklin Institute.*
— *of the Society of Arts.*
— *of the Society of chemical industry.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Lumière électrique.
Mémoires et comptes rendus de la Société des Ingénieurs civils.
Moniteur scientifique du Dr Quesneville.
Nature.
Nature (la).
Nouvelles Annales de la construction d'Oppermann.
Portefeuille économique des machines d'Oppermann.
Proceedings of the royal Society.
Revue chronométrique, journal de l'Horlogerie française.
— *de Géographie.*
— *de l'Architecture.*
— *des Arts décoratifs.*
— *des Deux Mondes.*
— *du Génie militaire.*
— *générale des Chemins de fer.*
— *générale des Machines-outils et des appareils de levage.*
— *internationale de l'Électricité.*
— *maritime et coloniale.*
— *scientifique.*
— *Sud-Américaine.*
Science illustrée.
Semaine des constructeurs.
Smithsonian Institution.
Tour du Monde.
Transactions of the institution of Engineers.
Valentin Haüy.
Verhandlungen des Vereines zur Beförderung des Gewerbfleiszes.
Zeitschrift des Vereines Deutscher ingenieure.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

PROCÈS-VERBAUX

Séance du 24 janvier 1890.

Présidence de *M. Haton de la Goupillière,* président.

M. Mac Gregor, président de l'Institut des sciences naturelles de la Nouvelle-Écosse, à Halifax (Canada), propose l'échange des *Proceedings and transactions* de cet Institut contre le *Bulletin* de la Société. (*Bulletin.*)

M. Émile Dadu, à Prévessin, par Ferney-Voltaire (Ain), ouvrier et conducteur de travaux, médaillé de la Société. — Petit outil agricole en fer. (Agriculture.)

M. Cordier, rue de Fleurus, 27. — Tables d'intérêts, au taux 6 p. 100. (Commerce.)

M. le Secrétaire fait part de la mort de *M. Gustave Adolphe Hirn,* membre correspondant de l'Institut, correspondant de la Société dans le Comité des arts mécaniques.

Une notice sera insérée dans le *Bulletin.*

M. Jean Baylac, rue de l'Université, 225. — Dessin et description d'un poêle mobile à feu visible et continu. (Arts économiques.)

M. Rubatto, rue du Moulin-Vert, 69. — Machine à enfiler les perles. (Arts mécaniques.)

Le Ministre du commerce et de l'industrie envoie deux exemplaires des tomes 56, 57 et 58 de la collection des brevets d'invention et la table de l'année 1884. (Bibliothèque.)

M. Audouin, ingénieur des arts et manufactures, membre de la Société, rue Cuvier, 14. — Pli cacheté, avec une boîte d'échantillons, ayant pour titre : *Nouveaux alliages denses et résistants applicables à la confection des projectiles, notamment à ceux des nouvelles armes faisant usage de poudre dite sans fumée*, faisant suite à un pli cacheté remis le 14 juin 1889 et qui a été accepté par la Société.

M. Alfred Cazeaux, viticulteur, à Casseuil (Gironde). — Complément de l'ouvrage qu'il a déjà présenté sur les principales variétés de vignes françaises et américaines. (Agriculture.)

M. Henry Vallin, rue Bonaparte, 31. — Procédé pour le durcissement des plâtres. (Constructions et beaux-arts.)

M. Roveau, rue du Four, 25. — Machine à fabriquer les chandelles et bougies japonaises. (Arts chimiques.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOMINATION DE MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ. — Sont nommés membres de la Société :

M. Fourchotte, ingénieur, répétiteur à l'École centrale des arts et manufactures, présenté par *MM. Vincent* et *Bardy*.

M. Gibon, ancien directeur des usines de Commentry, présenté par *MM. Haton de la Goupillière, Biver* et *Cheysson*.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Machine à chiner. — M. Édouard Simon* fait, au nom du Comité des arts mécaniques, un rapport sur *une machine à chiner les rubans de laine*, de *MM. Mahon* frères, constructeurs à Roubaix (Nord).

En 1867, *MM. Mahon* frères exposèrent la première de leurs machines à chiner les fils ou écheveaux, puis, en 1878, la machine à chiner les écheveaux en deux couleurs simultanément appliquées, enfin, en 1889, la machine destinée au chinage, à 1 ou à 2 couleurs, des rubans de préparation étirés sur le *gill-box*.

Les Anglais qui, pour le même genre de machines et de rouleaux, faisaient surtout concurrence aux mécaniciens français, sont évincés de notre marché. *MM. Mahon* exportent aujourd'hui leurs appareils brevetés, en Belgique, en Suisse en Autriche, en Allemagne, aux États-Unis d'Amérique et au Mexique.

Le Comité des arts mécaniques propose au Conseil de remercier *MM. Mahon* frères de leur intéressante communication et de voter l'insertion au *Bulletin* du présent rapport avec une planche de dessins représentant la machine à chiner les rubans de laine et une légende explicative.

Ces conclusions sont adoptées.

Appareil pour le jaugeage des fluides de M. Parenty. — M. Brüll fait, au nom du Comité des arts mécaniques, un rapport sur les travaux de *M. Parenty* relatifs au mouvement des fluides.

M. Parenty, ingénieur des manufactures de l'État à Orléans, a étudié une machine à fumer, destinée à mesurer automatiquement la combustibilité des différents genres de tabacs. C'est à l'occasion de la construction de cette machine que *M. Parenty* a combiné divers dispositifs hydrauliques, qu'il a ensuite appliqués à la solution des nombreux problèmes relatifs à la mesure et à la régulation des pressions et des débits des fluides.

Les appareils de *M. Parenty* figuraient à l'Exposition universelle de 1889, au nombre d'une vingtaine, dont le rapporteur décrit les principaux, en proposant :

1° De féliciter *M. Parenty* de ses beaux travaux sur l'écoulement des fluides pesants;

2° De le remercier de ses très intéressantes communications;

3° D'ordonner le dépôt à la bibliothèque des douze mémoires qu'il a rédigés pour la Société;

4° D'ordonner l'insertion du présent rapport au *Bulletin* de la Société, avec les données qui l'accompagnent.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces conclusions sont adoptées.

COMMUNICATIONS. — *Calendrier perpétuel.* — *M. Ed. Collignon* présente à la Société un calendrier perpétuel disposé pour donner à vue, sans calcul, le nom du jour de la semaine pour une date quelconque du style grégorien. Il expose sommairement les principes sur lesquels est fondée la construction de ce calendrier, et montre par quelques exemples l'usage qu'on en peut faire pour résoudre certains problèmes.

M. le Président remercie *M. Collignon* de sa communication, qui sera insérée dans le *Bulletin*.

Pile électrique. — *M. Aimé Baron* fait une communication sur des éléments de piles électriques qui sont basés sur de nouvelles combinaisons chimiques. Les oxydes de plomb, le charbon et le zinc sont en dissolution, et, dans certains cas, l'alun d'ammoniaque et l'acide tartrique lui fournissent une grande puissance et une longue durée.

Dans ces éléments, le pôle charbon travaille, comme il est facile de le constater par les nombreux globules qui se renouvellent continuellement tout autour du charbon, tandis que dans les autres piles le charbon ne sert que de conducteur.

Le liquide excitateur de cette pile est très riche en corps métalliques.

Au point de vue de la lumière, l'auteur garantit, avec de petits éléments de la capacité d'un litre et demi de liquide excitateur, au moins deux mois de lumière à raison de cinq à six heures par jour, n'ayant qu'à changer l'eau salée des vases poreux tous les dix ou douze jours.

La préparation du liquide est simple et peu coûteuse; en voici la formule :

Mettre dans un vase en grès ou en fonte émaillée 20 kilogrammes de charbon de cornue ou de bois.

Verser 100 litres d'eau filtrée,

20 litres d'acide sulfurique.

Ajouter 10 kilogrammes de zinc.

Le liquide entrant immédiatement en ébullition, y répandre 5 kilogrammes de minium de plomb très pur, ou bien la même quantité de litharge. Laisser bouillonner environ trois heures et filtrer. Après refroidissement, ajouter 20 litres d'acide nitrique à 40°.

Ce composé donne des résultats excellents; ainsi, avec 6 petits éléments de 1 litre et demi de ce liquide, l'auteur a fait marcher pendant 12 fois 24 heures *sans interruption* une lampe de 8 volts, sauf le temps de changer l'eau salée des vases poreux, qui se compose comme suit :

100 litres d'eau filtrée;

1 500 grammes de sel marin.

La quantité d'acide nitrique peut être diminuée et remplacée par de l'acide

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tartrique, de façon à rendre le liquide à peu près inodore. Dans ce cas, il faut ajouter 5 kilogrammes d'alun d'ammoniaque.

M. Baron appelle spécialement l'attention sur l'agent nouveau qui contribue largement à la puissance de ses piles, l'oxyde de plomb qui donne au liquide une durée double. Il pense que son invention résout presque sans frais la question de l'électricité à domicile, au point de vue de la lumière et de la petite mécanique.

M. le Président remercie *M. Baron* de sa communication, qui est renvoyée au Comité des arts économiques.

*Conservation des viandes. — MM. Rouart frères et C^ie^*, successeurs de *MM. Mignon et Rouart*, font une communication sur la production de l'air froid et sur divers modes de conservation par le froid de denrées alimentaires, et plus particulièrement de la viande.

Suivant ces ingénieurs, l'air froid, pour donner un effet utile, doit être produit à l'endroit même où on l'emploie : ce qui s'explique aisément.

En effet, un mètre cube d'air n'absorbe que 3 calories pour une différence de température de 10°, de sorte qu'il faut 26 mètres cubes d'air pour produire le même effet qu'un kilogramme de glace.

Si l'on compare la surface occupée par 26 mètres cubes d'air véhiculé par un tuyau de 0^m^,10 de diamètre, avec celle d'un kilogramme de glace, on voit que cette surface est de 17 000 fois plus grande pour l'air, ce qui, par suite, augmente d'autant les chances de déperdition.

De plus, l'air froid doit être produit sec, et à ce sujet *MM. Rouart frères* ont présenté divers appareils permettant d'obtenir l'air froid sec.

L'un se compose tout simplement d'un tuyau percé de trous et plongeant dans un liquide refroidi. L'air actionné par un ventilateur traverse les trous du tuyau et, passant à travers le liquide, échange sa température dans l'endroit même où le froid est nécessaire.

L'autre se compose d'un cylindre tournant traversé par un liquide refroidi et enveloppé lui-même d'un second cylindre.

L'air actionné par un ventilateur est envoyé à travers l'espace annulaire compris entre les deux enveloppes.

Il s'y refroidit au contact du premier cylindre.

Mais comme en se refroidissant il dépose son givre, un couteau légèrement tiédi vient racler ce givre au fur et à mesure de sa formation et permet d'expulser au dehors l'eau de liquéfaction de ce givre.

MM. Rouart frères ont aussi attiré l'attention de la Société sur divers perfectionnements apportés par eux à leurs moyens de conservation des denrées alimentaires, et principalement de la viande, qui leur ont déjà valu de la Société un prix de 1 000 francs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Au lieu de se servir de parois de glace pour envelopper les caisses, wagons, cales de navire, dans lesquels se placent les viandes à transporter, ils constituent simplement entre les deux parois de ces récipients un espace vide rempli d'eau et dans lequel baignent des serpentins. Ces serpentins peuvent être mis en communication avec un liquide refroidi qui congèle l'eau dans laquelle ils baignent. Le liquide refroidi en traversant les serpentins congèle rapidement l'eau qui les entoure et fournit une couche compacte de glace.

On peut ainsi faire sa provision de glace comme on ferait sa provision de charbon, et cela sans avoir besoin d'appareils à bord.

On conçoit aisément les avantages de procédés aussi simplifiés.

Comme démonstration, *MM. Rouart* ont présenté à la Société une caisse qui avait été scellée le 23 novembre 1889 par des membres du Bureau de la Société et qui contenait de la viande conservée.

Cette caisse a été ouverte à la séance et les viandes qu'elle contenait, et qui avaient par conséquent deux mois de date, ont passé sous les yeux des membres de la Société qui ont pu ainsi se rendre compte de leur bonne conservation et de leur parfait état de comestibilité.

M. le Président remercie *MM. Rouart frères* de leur communication, qui est renvoyée au Comité des arts chimiques.

Le Gérant : J.-H. Ginestou.

Paris. — Typographie Georges Chamerot, 19, rue des Saints-Pères. — 25615.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1

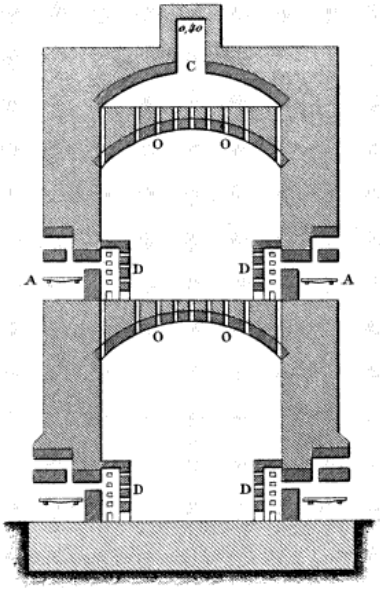


Fig. 2

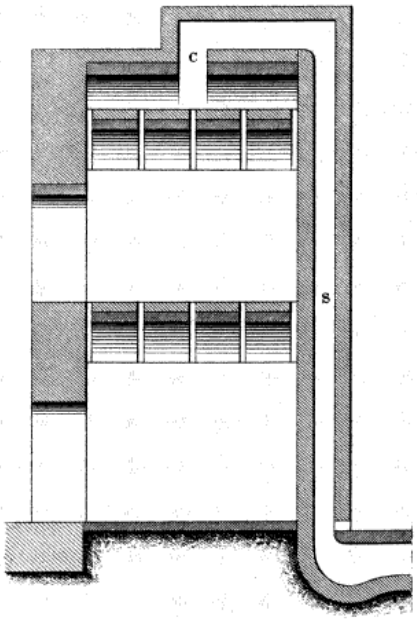


Fig. 3

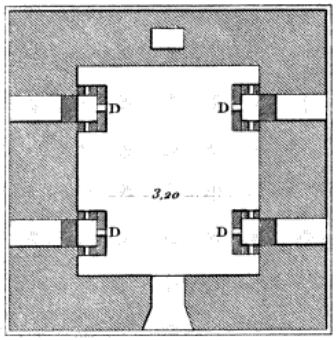
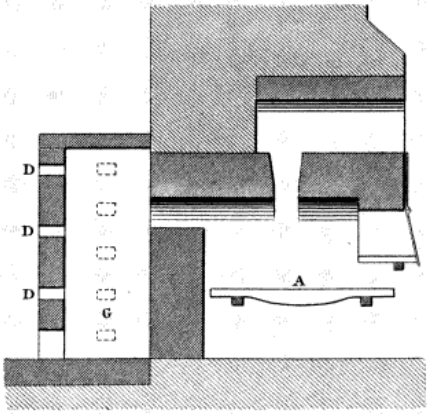


Fig. 4



Echelle au 1/100

Imp. R. Taneur, Paris. Léon Chaumont del. et sc.

FOUR ÉTAGÉ À CHALEUR CONCENTRÉE DE M. L. MÉTENIER

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU I.

Quantièmes					Mois: Janvier Octobre	Mai	Août	Février Mars Novembre	Juin	Septembre Décembre	Avril Juillet	Correspondance des lettres
1	8	15	22	29	A	b	c	d	e	f	g	Dimanche
2	9	16	23	30	b	c	d	e	f	g	A	Lundi
3	10	17	24	31	c	d	e	f	g	A	b	Mardi
4	11	18	25		d	e	f	g	A	b	c	Mercredi
5	12	19	26		e	f	g	A	b	c	d	Jeudi
6	13	20	27		f	g	A	b	c	d	e	Vendredi
7	14	21	28		g	A	b	c	d	e	f	Samedi

MANIÈRE DE SE SERVIR DE CES TABLEAUX.

Cherchez l'Année donnée dans le Tableau II *(Style Grégorien)* ou dans le Tableau III *(Style Julien)*. On trouve une lettre à la rencontre de la colonne des centaines et de la ligne horizontale des dizaines et unités. Si l'Année est bissextile, on trouve deux lettres: la première indique les Dimanches des mois de Janvier et de Février; la seconde, les Dimanches des dix mois suivants.

Cherchez dans le Tableau I la lettre qui correspond au quantième et au mois donnés. Cherchez ensuite, dans la colonne du Tableau I qui commence à la lettre dominicale prise dans l'autre tableau, la lettre du quantième et du mois. Le nom du jour cherché sera en regard de cette dernière lettre dans la colonne extrême de droite du Tableau I.

TABLEAU II. LETTRES DOMINICALES DES ANNÉES *(Style Grégorien)*.

Année 100 N+B

B				$N = 4n$ 1600	$N = 4n+1$ 1700	$N = 4n+2$ 1800	$N = 4n+3$ 1900
00				bA	c	e	g
01	29	57	85	g	b	d	f
02	30	58	86	f	A	c	e
03	31	59	87	e	g	b	d
04	32	60	88	dc	fe	Ag	cb
05	33	61	89	b	d	f	A
06	34	62	90	A	c	e	g
07	35	63	91	g	b	d	f
08	36	64	92	fe	Ag	cb	ed
09	37	65	93	d	f	A	c
10	38	66	94	c	e	g	b
11	39	67	95	b	d	f	A
12	40	68	96	Ag	cb	ed	gf
13	41	69	97	f	A	c	e
14	42	70	98	e	g	b	d
15	43	71	99	d	f	A	c
16	44	72		cb	ed	gf	bA
17	45	73		A	c	e	g
18	46	74		g	b	d	f
19	47	75		f	A	c	e
20	48	76		ed	gf	bA	dc
21	49	77		c	e	g	b
22	50	78		b	d	f	A
23	51	79		A	c	e	g
24	52	80		gf	bA	dc	fe
25	53	81		e	g	b	d
26	54	82		d	f	A	c
27	55	83		c	e	g	b
28	56	84		bA	dc	fe	Ag

TABLEAU III. LETTRES DOMINICALES DES ANNÉES *(Style Julien)*.

Année 100 N+B

B				$N=7n$ 0 700 1400	$N=7n+1$ 100 800 1500	$N=7n+2$ 200 900 1600	$N=7n+3$ 300 1000 1700	$N=7n+4$ 400 1100 1800	$N=7n+5$ 500 1200 1900	$N=7n+6$ 600 1300 2000
00	28	56	84	dc	ed	fe	gf	Ag	bA	cb
01	29	57	85	b	c	d	e	f	g	A
02	30	58	86	A	b	c	d	e	f	g
03	31	59	87	g	A	b	c	d	e	f
04	32	60	88	fe	gf	Ag	bA	cb	dc	ed
05	33	61	89	d	e	f	g	A	b	c
06	34	62	90	c	d	e	f	g	A	b
07	35	63	91	b	c	d	e	f	g	A
08	36	64	92	Ag	bA	cb	dc	ed	fe	gf
09	37	65	93	f	g	A	b	c	d	e
10	38	66	94	e	f	g	A	b	c	d
11	39	67	95	d	e	f	g	A	b	c
12	40	68	96	cb	dc	ed	fe	gf	Ag	bA
13	41	69	97	A	b	c	d	e	f	g
14	42	70	98	g	A	b	c	d	e	f
15	43	71	99	f	g	A	b	c	d	e
16	44	72		ed	fe	gf	Ag	bA	cb	dc
17	45	73		c	d	e	f	g	A	b
18	46	74		b	c	d	e	f	g	A
19	47	75		A	b	c	d	e	f	g
20	48	76		gf	Ag	bA	cb	dc	ed	fe
21	49	77		e	f	g	A	b	c	d
22	50	78		d	e	f	g	A	b	c
23	51	79		c	d	e	f	g	A	b
24	52	80		bA	cb	dc	ed	fe	gf	Ag
25	53	81		g	A	b	c	d	e	f
26	54	82		f	g	A	b	c	d	e
27	55	83		e	f	g	A	b	c	d

Imp. Monrocq. *Autog. (Zinc) E. Gillet, 3e rue Guy-Lussac. Paris.*

CALENDRIER PERPÉTUEL PAR M. ED. COLLIGNON.

Reste R de la division par 19 du nombre de l'Année	19 R	Ancien Style. Reste H de la division par 30 du nombre 19 R + 15. Limites correspondantes de la date de Pâques.	Nouveau Style. Reste H de la division par 30 des nombres. 19 R + 22 Période 1582 - 1699. Limites correspondantes de la date de Pâques.	19 R + 23 Période 1700 - 1899. Limites correspondantes de la date de Pâques.	19 R + 24 Période 1900 - 2199. Limites correspondantes de la date de Pâques.	19 R + 25 Période 2200 - 2399. Limites correspondantes de la date de Pâques.
0	0	15 { 6 Avril. / 12 —	22 { 13 Avril. / 19 —	23 { 14 Avril. / 20 —	24 { 15 Avril. / 21 —	25 { 16 Avril. / 22 —
1	19	4 { 26 Mars. / 1.er Avril.	11 { 2 Avril. / 8 —	12 { 3 Avril. / 9 —	13 { 4 Avril. / 10 —	14 { 5 Avril. / 11 —
2	38	23 { 14 Avril. / 20 —	0 { 22 Mars. / 28 —	1 { 23 Mars. / 29 —	2 { 24 Mars. / 30 —	3 { 25 Mars. / 31 —
3	57	12 { 3 Avril. / 9 —	19 { 10 Avril. / 16 —	20 { 11 Avril. / 17 —	21 { 12 Avril / 18 —	22 { 13 Avril. / 19 —
4	76	1 { 23 Mars. / 29 —	8 { 30 Mars. / 5 Avril.	9 { 31 Mars. / 6 Avril.	10 { 1.er Avril. / 7 —	11 { 2 Avril. / 8 —
5	95	20 { 11 Avril. / 17 —	27 { 18 Avril. / 24 —	28 { 19 Avril. / 25 —	29 { 20 Avril. / 26 —	0 { 22 Mars / 28 —
6	114	9 { 31 Mars. / 6 Avril.	16 { 7 Avril. / 13 —	17 { 8 Avril. / 14 —	18 { 9 Avril. / 15 —	19 { 10 Avril. / 16 —
7	133	28 { 19 Avril. / 25 —	5 { 27 Mars. / 2 Avril.	6 { 28 Mars. / 3 Avril.	7 { 29 Mars. / 4 Avril.	8 { 30 Mars. / 5 Avril.
8	152	17 { 8 Avril. / 14 —	24 { 15 Avril. / 21 —	25 { 16 Avril. / 22 —	26 { 17 Avril. / 23 —	27 { 18 Avril. / 24 —
9	171	6 { 28 Mars. / 3 Avril.	13 { 4 Avril. / 10 —	14 { 5 Avril. / 11 —	15 { 6 Avril. / 12 —	16 { 7 Avril. / 12 —
10	190	25 { 16 Avril. / 22 —	2 { 24 Mars. / 30 —	3 { 25 Mars. / 31 —	4 { 26 Mars. / 1.er Avril.	5 { 27 Mars. / 2 Avril.
11	209	14 { 3 Avril. / 9 —	21 { 12 Avril. / 18 —	22 { 13 Avril. / 19 —	23 { 14 Avril. / 20 —	24 { 15 Avril. / 21 —
12	228	3 { 25 Mars / 31 —	10 { 1.er Avril. / 7 —	11 { 2 Avril / 8 —	12 { 3 Avril. / 9 —	13 { 4 Avril. / 10 —
13	247	22 { 13 Avril. / 19 —	29 { 20 Avril. / 26 —	0 { 22 Mars. / 28 —	1 { 23 Mars. / 29 —	2 { 24 Mars. / 30 —
14	266	11 { 2 Avril. / 8 —	18 { 9 Avril. / 15 —	19 { 10 Avril. / 16 —	20 { 11 Avril. / 17 —	21 { 12 Avril. / 18 —
15	285	0 { 22 Mars / 28 —	7 { 29 Mars. / 4 Avril.	8 { 30 Mars. / 5 Avril.	9 { 31 Mars. / 6 Avril.	10 { 1.er Avril. / 7 —
16	304	19 { 10 Avril. / 16 —	26 { 17 Avril. / 23 —	27 { 18 Avril. / 24 —	28 { 19 Avril. / 25 —	29 { 20 Avril. / 26 —
17	323	8 { 30 Mars / 5 Avril.	15 { 6 Avril. / 12 —	16 { 7 Avril. / 13 —	17 { 8 Avril. / 14 —	18 { 9 Avril. / 15 —
18	342	27 { 18 Avril. / 24 —	4 { 26 Mars. / 1.er Avril.	5 { 27 Mars / 2 Avril.	6 { 28 Mars. / 3 Avril	7 { 29 Mars. / 4 —

Imp. Monrocq — Autog. (Linc.) E. Gillet, 30, rue Gay Lussac, Paris.

TABLEAU POUR DÉTERMINER LA DATE DE PÂQUES,

PAR M. ED. COLLIGNON.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 2

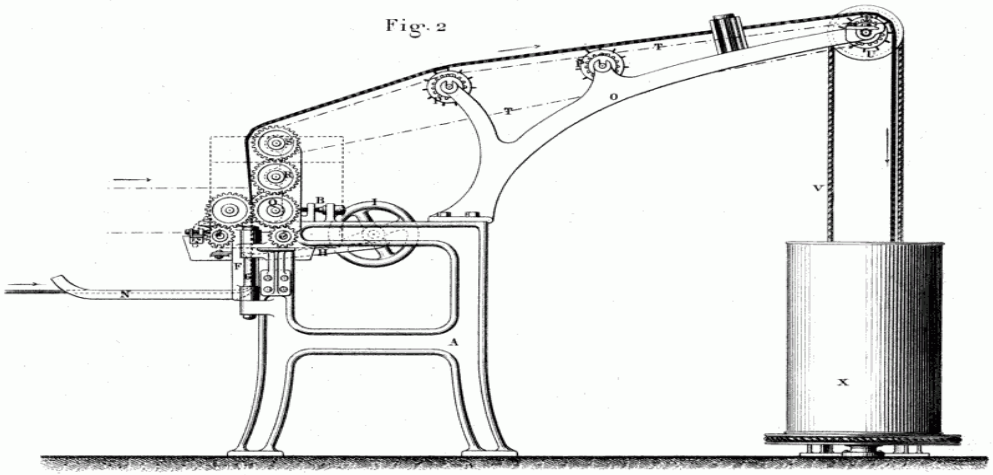


Fig. 1

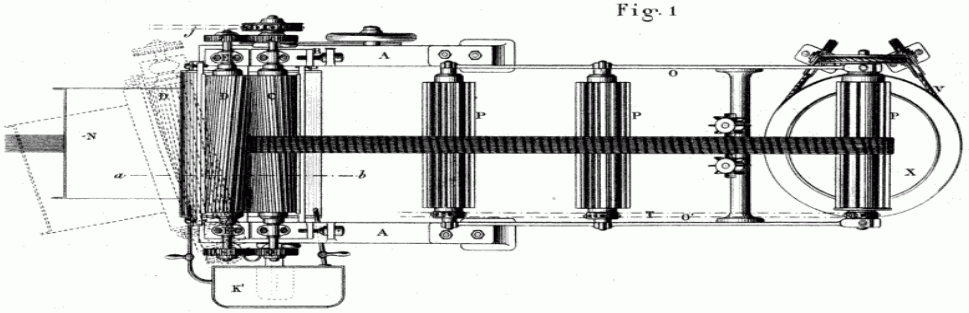
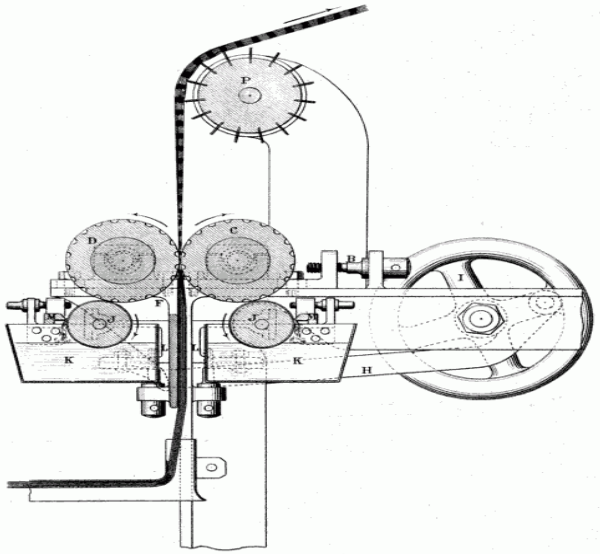


Fig. 3



Echelle de 0,02 p.c mét. p.r les Fig. 1 et 2.

Echelle de 0,05 p.c mét. p.r la Fig. 3.

Imp. R. Taneur, Paris.

Léon Chaumont del. et sc.

MACHINE À CHINER LES RUBANS DE LAINE, DE M.M. MAHON FRÈRES.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

89e ANNÉE. Quatrième Série, Tome V. AVRIL 1890.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

AGRICULTURE

RAPPORT *fait par* M. LIÉBAUT, *au nom du Comité d'agriculture, sur le* PRESSOIR CONTINU *de* M. GAYON.

Le pressoir continu de M. Gayon se compose principalement d'un bâti en fonte (fig. 1) sur lequel reposent cinq cylindres dont l'un, enduit d'une couche de caoutchouc, reçoit de l'auteur le nom de *principal*. Trois autres cylindres en bois travaillent autour de lui : l'un d'eux est dit *entraîneur,* l'autre *égrappeur,* le dernier enfin *pressureur*. L'entraîneur a son axe placé dans le même plan horizontal que le principal, et limite la couche d'introduction de la matière à presser; le rôle de l'égrappeur est indiqué par son nom même ; quant au pressureur, il est monté sur des paliers coulissant dans des glissières et recevant l'effort d'un ressort de voiture commandé par une vis de pression : à l'aide de ce dispositif, on peut appuyer le pressureur sur le principal, avec une pression graduée.

Enfin, un dernier cylindre, dont l'axe se trouve dans un plan horizontal, à 50 centimètres au-dessous du plan des axes des précédents, est destiné à conduire une toile sans fin en fibre végétale rendue hydrofuge par un enduit spécial. Cette toile conduit la matière à presser entre le principal et l'entraîneur, entre le principal et l'égrappeur, entre le principal et le pressureur. Le marc, après avoir été pressé, reste adhérent à la toile et vient se présenter à l'action d'une brosse circulaire qui le projette sur un tablier formé de petites lattes, espacées les unes des autres de telle sorte qu'on puisse obtenir, suivant les besoins, la séparation des rafles d'avec les pellicules et les pépins. Une trémie reposant sur le bâti reçoit le raisin ou le marc à pressurer, et les dirige entre le principal et l'entraîneur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le mouvement est transmis à chacun des cylindres par une série d'engrenages, et deux hommes peuvent actionner la machine à l'aide de deux manivelles ; bien entendu, toute force motrice est apte à remplir cette fonction.

L'auteur annonce que le vin obtenu avec son appareil est, en qualité, égal au vin de coulée : parce que, pendant l'opération, l'appareil n'écrase ni pépin ni rafle. Pour obtenir les vins blancs, cette machine présente l'avantage de donner de suite, en une seule opération, tout le moût du raisin, en

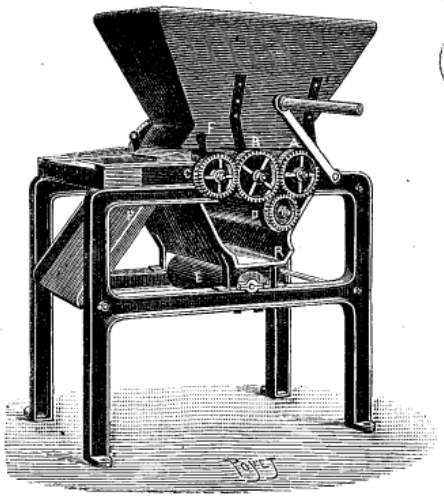


Fig. 1. — Pressoir continu de M. Gayon.

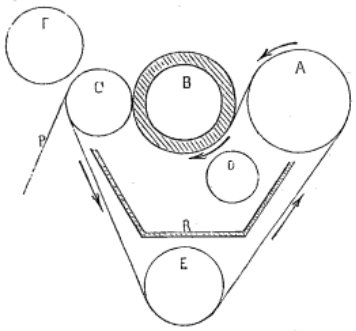


Fig. 2. — Disposition des cylindres du pressoir continu.

le séparant de son marc, accomplissant simultanément le foulage, l'égrappage et le pressurage.

Il est impossible, actuellement, de se prononcer d'une manière définitive sur le pressoir continu de M. Gayon. Il faut suivre cet appareil dans les opérations pratiques de la viticulture.

Mais on peut affirmer, dès maintenant, qu'il y a là une idée très heureuse réalisée par des dispositions mécaniques parfaitement rationnelles.

En conséquence, Messieurs, le Comité d'agriculture a l'honneur de vous proposer de remercier M. Gayon de son intéressante communication, et de décider l'insertion au *Bulletin* du présent rapport, accompagné de figures.

Signé : Liébaut, *rapporteur.*

Approuvé en séance le 27 *décembre* 1889.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LÉGENDE DES FIGURES REPRÉSENTANT LE PRESSOIR CONTINU DE M. GAYON.

A, Cylindre entraîneur en bois.
B, Cylindre principal en bois enduit de caoutchouc.
C, Cylindre-pressureur en bois commandé par un ressort et une vis qui donne la pression.
D, Cylindre égrappeur en bois.
E, Cylindre conducteur de la toile sans fin qui enveloppe A, C, E, et qui marche suivant les flèches.
F, Brosse circulaire en chiendent.
R, Rigole qui récolte le jus et le dirige sur l'un des côtés de la machine.
P, Plan incliné à secousse qui reçoit et divise le marc.

CONSTRUCTIONS ET BEAUX-ARTS

RAPPORT FAIT *par* M. CHARLES ROSSIGNEUX, *au nom du Comité des constructions et des beaux-arts, sur le* RECUEIL D'ÉLÉMENTS DES PRIX DE CONSTRUCTION, PAR A. MÉGROT, *conducteur des ponts et chaussées.*

MESSIEURS,

M. Mégrot, conducteur des ponts et chaussées, a soumis à l'examen de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale un ouvrage intitulé : *Recueil d'éléments des prix de construction,* dont il est l'auteur et dont notre Comité des constructions et des beaux-arts a été chargé de lui rendre compte.

Il résulte de l'examen de ce *Recueil* que le travail de M. Mégrot est basé sur des faits et sur des renseignements de la plus rigoureuse exactitude, qu'il est le fruit d'une étude consciencieuse et qu'il a dû se livrer à de patientes et minutieuses recherches pour arriver au résultat dont il y a lieu de le féliciter.

Sa méthode est simple, claire; elle permet de s'assurer, à première vue, des prix d'origine, de l'augmentation qu'ils sont appelés à subir pour assurer la juste rémunération de la main-d'œuvre, et, par suite, d'établir des séries de prix complets ne laissant subsister aucun doute dans leur application à la vérification des mémoires.

En effet, la série des prix de maçonnerie telle qu'elle est établie par M. Mégrot donne les moyens de traiter facilement, en parfaite connaissance de cause, à des conditions raisonnables, les entreprises afférentes à ce genre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de travaux. Il serait même à souhaiter que des séries de prix analogues fussent établies sur les bases indiquées par M. Mégrot pour venir en aide aux différents corps de métiers appelés à prendre part à la construction des édifices ou des simples demeures des particuliers.

L'initiative de M. Mégrot mérite d'autant plus d'être encouragée que, jusqu'alors, les séries de prix de bâtiment n'ont été élaborées et promulguées que par des commissions officielles ou syndicales, que les architectes et leurs vérificateurs se contentent d'accepter et d'appliquer, sans autrement chercher à se rendre compte de leur exactitude. Or il arrive souvent que les entrepreneurs formulent dans leurs mémoires des réclamations qu'ils justifient en s'appuyant sur des faits précis qui démontrent que ces séries, plus ou moins officielles, n'ont pas toute la rectitude que les architectes seraient en droit d'en attendre, qu'elles se basent parfois sur des sous-détails erronés, ou sur des prix de base indûment conservés, bien que le cours en ait été modifié depuis la publication des précédentes séries.

L'ouvrage de M. Mégrot peut encore, à part son incontestable utilité comme emploi direct pour les travaux à exécuter à Paris, rendre de bons et utiles services aux architectes qui exercent leur profession dans tout autre endroit; cet ouvrage, en effet, leur est un guide sûr à l'aide duquel ils pourront suivre une marche certaine qui leur permettra, après s'être enquis de la valeur des matériaux dans les localités où ils devront se les procurer, d'établir des prix complets, applicables aux travaux à exécuter sous leur direction.

En se conformant à cette méthode, les architectes auront, en outre, ce grand avantage de pouvoir discuter les prix à appliquer, les démontrer et les faire accepter par les entrepreneurs chargés de l'exécution des travaux, sans avoir recours à des prix de convention ou à l'application de séries de prix toutes faites, applicables dans d'autres localités, dans des villes voisines, dressées la plupart du temps par des chambres syndicales d'entrepreneurs intéressés et dont il ne leur est pas possible de contrôler l'exactitude.

En effet, les modes de métrage, les prix de transport, ceux de la main-d'œuvre, des octrois, etc., peuvent donner lieu à une notable différence d'une localité à une autre, et, par suite, leur application, tout en assurant aux entrepreneurs la rémunération à laquelle ils ont droit, aurait aussi pour but de sauvegarder, dans une juste mesure, les intérêts des propriétaires et des personnes désireuses de faire construire avec la certitude de ne pas être trompés dans leur légitime attente.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le Comité propose de remercier M. Mégrot de sa communication et d'insérer le présent rapport au *Bulletin* de la Société.

Signé : ROSSIGNEUX, *rapporteur.*

Approuvé en séance le 14 *février* 1890.

CONSTRUCTIONS ET BEAUX-ARTS

RAPPORT *fait par* M. ARMAND-DUMARESQ, *au nom du Comité des constructions et des beaux-arts, sur le* COURS DE DESSIN ET LA MÉTHODE D'ENSEIGNEMENT DES FRÈRES ROBERT, *professeurs à l'École de dessin et de modelage des fabricants de bronze,* 8, *rue Saint-Claude.*

MESSIEURS,

J'ai été appelé à visiter l'École de dessin et de modelage fondée par la chambre syndicale des fabricants de bronze, 8, rue Saint-Claude, à Paris ; elle est destinée à former les ouvriers auxquels on donne les connaissances spéciales nécessaires à cette industrie, qui a pris, depuis longtemps, une place importante par ses remarquables productions.

Cette École est dirigée avec beaucoup de zèle et d'intelligence par les frères Robert, sculpteurs ; comme toutes celles de la ville de Paris, elle est gratuite et compte de 70 à 80 élèves de tout âge, je les ai vus à l'œuvre avec l'application que l'on trouve dans les écoles gratuites où l'on sent plus qu'ailleurs la nécessité du travail et de l'application.

Pour devenir bons ouvriers dans l'industrie du bronze, les élèves sont obligés de faire des études assez étendues; ils commencent par l'anatomie et la figure avant d'arriver à l'ornement, cette base de leur instruction. Pour les aider dans cette étude, MM. Robert ont composé et dessiné, sur des toiles de $1^{m},40$ de hauteur sur 40 centimètres de largeur, 71 tableaux où ils ont réuni les types et les exemples des différents styles pour en faciliter l'étude; s'inspirant presque toujours de la nature, transformant suivant le goût de l'époque et suivant les pays l'ornement grand, fort, puissant, simple et raide à l'origine, puis se modifiant, devenant plus souple à mesure que la civilisation s'étend, que les rapports s'établissent entre peuples, les frottent et les confondent : l'ornement reflète ces rapports, il s'assouplit dans sa masse aussi bien que dans ses détails. Je ne prendrai pour développer cette

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

thèse que la première planche de la collection Robert ; elle vous montre une feuille d'acanthe composée d'éléments grecs, romains, renaissance, Louis XIV et Louis XVI. L'exemple est connu, mais ce n'en est pas moins un petit tour de force, car au premier abord cette feuille est gracieuse et rien ne blesse l'œil ; c'est la meilleure façon de faire voir les changements et les transformations par lesquelles ce modèle a passé depuis son origine jusqu'à nos jours. Mais ce n'est qu'un exemple pris dans ce grand travail ; laissez-moi vous énumérer les tableaux qui composent l'énorme collection qu'ont produite les frères Robert :

Style égyptien, assyrien, persépolitain comparés entre eux.

3	tableaux	d'architecture et d'objets divers.
4	—	de Dieux, emblèmes, costumes et animaux.
1	—	pour les ornements.
1	—	pour les meubles et objets divers.

Style byzantin, roman et arabe.

1	tableau	Architecture et monuments comparés.
1	—	Chapiteaux et colonnes.
1	—	Détails d'architecture.
2	—	Ornements comparés.
1	—	Bronze et orfèvrerie.

Style ogival, trois époques comparées.

4	tableaux	Détails d'architecture, colonnes, chapiteaux.
1	—	Orfèvrerie, bronze.

Style Renaissance de diverses époques et de différents pays.

1	tableau	Architecture.
2	—	Ornement.
1	—	Cartouches, emblèmes, chimères.
1	—	Meubles.
1	—	Bronzes et orfèvrerie.

Style grec, étrusque et romain.

2	tableaux	Architecture.
1	—	Origine du style grec.
1	—	Ornements anciens.
1	—	pour les moulures.
4	—	Rinceaux et feuilles diverses.
5	—	Études d'emblèmes mythologiques.
3	—	Vases et céramique.
2	—	Vases et anses diverses.
3	—	Bronzes, orfèvrerie et bijouterie.
1	—	Meubles.
1	—	Chimères comparées.
1	—	Costumes antiques, grecs et romains.
1	—	Dessin de carte pour donner quelques notions de géographie aux élèves.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Style indien, persan, chinois et japonais.

1	tableau	Dessin de carte pour aider à leur explication.
1	—	Silhouettes de monuments de chaque pays.
1	—	Architecture, colonnes, moulures et ornements.
1	—	Figures, animaux et emblèmes mythologiques.
1	—	Ornements indiens et persans.
1	—	Ornements chinois et japonais.
1	—	Meubles comparés.
1	—	Bronze, orfèvrerie.

Style moderne (Louis XIII, Louis XIV, Louis XV et Louis XVI).

3	tableaux	Architecture, cheminées.
4	—	Ornements, chapiteaux, consoles et cartouches.
1	—	Meubles et moulures.
3	—	Bronzes, torchères, vases et orfèvrerie.

Ces 71 tableaux (il en manque peut-être quelques-uns dans cette nomenclature) contiennent environ 2 000 dessins avec le nom de l'objet en regard, accompagnés d'un texte sommaire qui en est le résumé.

La méthode d'enseignement de ces Messieurs est très pratique : Avant la leçon, les élèves ont une heure pour faire des études d'après les tableaux qui seront employés dans le cours ; ainsi préparés, ils en profitent mieux et font facilement un résumé écrit accompagné de croquis qu'ils soumettent à leur professeur. J'ai examiné plusieurs de ces albums, ils sont faits avec goût et, je dirai même plus, quelques-uns avec talent ; le cours y est reproduit dans son entier avec la liberté laissée à chacun de s'étendre sur tel sujet plutôt que sur tel autre, ce qui donne à ces travaux une originalité qui fait prévoir l'avenir et est très intéressante : c'est la plus grande satisfaction pour MM. Robert d'être ainsi compris.

Il y a donc, en dehors du travail qu'a nécessité l'exécution des tableaux comparant les différents styles, une méthode qu'il est bon d'encourager et de faire connaître ; il serait heureux qu'elle trouvât des imitateurs. Quant à MM. Robert, ils ne s'en plaindraient pas et ne voient que le bien qui pourrait en résulter dans nos écoles. Notre but, me disaient-ils, en créant ce cours élémentaire, a été de faciliter l'instruction artistique des ouvriers, ayant été à même de juger par nous-mêmes, dans notre carrière de sculpteurs pour l'industrie, ce qui manquait de connaissances premières au plus grand nombre de nos collaborateurs, dont quelques-uns, tout en ayant beaucoup de goût, se trouvent arrêtés par les choses les plus simples. Je vous présente donc deux ouvriers qui, se souvenant des épreuves difficiles par lesquelles ils ont passé, ont voulu faciliter la voie aux plus jeunes, pour leur éviter des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pertes de temps et des découragements qui auraient pu en arrêter beaucoup. Ce qu'ils ont fait leur a paru chose toute naturelle, car ils ont de vrais cœurs d'artistes et les récompenses qu'ils ont obtenues dans nos expositions le prouvent assez : le jury de la classe 5 *bis* leur a donné une médaille d'or de collaborateurs ; celui de la classe 6, 7 et 8 réunis, une médaille d'argent ; ils ont eu une médaille d'or de collaborateurs dans la classe 25 et un Grand Prix dans la classe 11 ; à M. Eugène Robert la croix de la Légion d'honneur et à son frère les palmes d'officier d'Académie.

Quant à l'École de dessin de la réunion des fabricants de bronze, le jury de la classe 5 *bis,* ainsi que celui des classes 6, 7 et 8 réunies, lui a donné une médaille d'or.

Notre Comité des constructions et des beaux-arts vous propose, Messieurs : 1° d'adresser à MM. Robert frères les félicitations que méritent leur méthode d'enseignement et les résultats qu'ils ont obtenus dans leur École de dessin ; 2° de voter l'insertion au *Bulletin* du présent rapport avec les dessins des deux planches représentant les transformations de la feuille d'acanthe et les légendes nécessaires, qui donnent une très juste idée des tableaux du cours Robert.

Signé : ARMAND-DUMARESQ, *rapporteur.*

Approuvé en séance le 28 *février* 1890.

ARTS MÉCANIQUES

RAPPORT *fait par* M. ÉDOUARD SIMON, *au nom du Comité des arts mécaniques, sur les* APPAREILS A FILER LA SOIE *de* M. LÉON CAMEL, *construits par les chantiers de la Buire, à Lyon.*

MESSIEURS,

La méthode de filage brevetée par M. Camel est basée sur l'emploi d'un nouveau jette-bout automatique. On sait que la soie la plus ténue du commerce, la grège, se compose d'un certain nombre de *bouts* accolés et successivement échelonnés. La *jetée* qui, d'ordinaire, s'effectue à la main, a précisément pour but d'ajouter un cocon à ceux en cours de dévidage, lorsque les derniers s'épuisent ou que l'un d'eux se détache. L'opération exige une dextérité particulière pour ne point laisser se produire de bouclettes duveteuses à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la surface de la soie, pour *faire prendre* le bout et éviter des pertes de temps, qui se traduiraient par des irrégularités de titre.

Deux éléments principaux constituent le jette-bout Camel : 1° un tube vertical fixe, muni d'agates pour le guidage du fil, qui traverse ce tube longitudinalement et se trouve ainsi isolé de tout organe rotatif; 2° un tube concentrique au premier, tournant à la vitesse de 12 à 1500 tours par minute. Le tube rotatif porte, à la partie supérieure, une poulie à gorge ou noix, actionnée par une corde et, au-dessous, vers le tiers de la hauteur, une lentille munie d'encoches périphériques, régulièrement espacées. Le bord inférieur du même tube est finement dentelé.

Lorsque l'ouvrière doit ajouter au faisceau soyeux un cocon nouveau, elle approche du bord de la lentille le brin additionnel soutenu entre l'index et le médius un peu écartés de la main droite; ce brin est aussitôt accroché par une encoche du disque, qui l'entraîne en le doublant. L'extrémité libre contourne le tube au-dessus de la lentille, tandis que la partie la plus rapprochée du cocon décrit une hélice en dessous jusqu'au bord dentelé, d'où elle s'enroule sur le fil animé d'un mouvement ascensionnel d'environ 200 mètres par minute.

Le cocon étant ainsi attaché par une sorte de nœud de cravate, le bout libre est rompu de court, soit que la rupture résulte d'un cisaillement entre le tube fixe et le tube rotatif, ou de la brusque traction déterminée par le tirage du fil. Quoi qu'il en soit, l'examen au microscope des rattaches faites à la main et des rattaches effectuées au jette-bout Camel démontre que dans le premier cas, malgré l'habileté des meilleures ouvrières, la soudure du brin nouveau forme un *bouchon* irrégulier, de grosseur variable, que dans le second, au contraire, le bout s'ajoute sans surépaisseur notable, sans emmêlage nuisible à l'éclat et à la translucidité de la grège.

En facilitant la tâche de la fileuse, le jette-bout Camel permet à un même nombre d'ouvrières de surveiller plus de fils et de produire davantage avec un *tirage ralenti de la soie*. Or pour les meilleurs cocons, la vitesse, au dévidage, ne peut dépasser sans inconvénient 200 à 250 mètres par minute et les cocons inférieurs ne se filent bien qu'à des vitesses de 40 à 50 mètres. Le tirage lent empêche donc les ruptures et diminue, en conséquence, le déchet occasionné par le rebattage des cocons, lors de la recherche des bouts rompus.

D'un autre côté, l'installation de 3 à 4 bouts, système *tavelette* (utilisé surtout en Italie), de deux bouts, système Chambon (conservé en France

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par les filatures d'ordre classique), exige habituellement une place de 60 à 70 centimètres. Dans une largeur de 1m,10 (antérieurement nécessaire à 4 bouts Chambon, indépendants par paires) M. Camel loge jusqu'à 12 bouts.

Sur un arbre moteur horizontal sont réparties, à intervalles égaux, des poulies d'entraînement; un second arbre, parallèle au premier, mais fixe et placé à un niveau plus élevé, reçoit autant de chapes, qui portent : 1° une poulie actionnée tangentiellement par la poulie correspondante de l'arbre moteur; 2° de chaque côté de la première et sur le même axe, un asple ou dévidoir. Ces asples tournent à des vitesses comprises entre 40 et 150 mètres suivant la qualité des cocons, le titre voulu, l'habileté du personnel.

Lorsqu'il convient d'arrêter l'un des appareils, un levier à sabot sert à disjoindre instantanément les organes tangents pendant la marche et forme frein sur la jante de la poulie entraînée.

Le mode de suspension des chapes donne la possibilité de fixer les asples à la suite les uns des autres sans aucune perte de place, de les disposer au-dessus d'une unique bassine allongée, devant laquelle les ouvrières sont installées isolément ou groupées d'après le nombre des dévidoirs.

L'espacement des appareils n'est, d'ailleurs, pas immuable; les poulies de friction et les chapes peuvent glisser, suivant besoin, en différents points des arbres-supports.

Enfin chaque asple chargé de soie s'enlève et se transporte aisément pour former tavelle de dévidage et éviter, dans l'opération suivante, tout déchet anormal.

Telles sont, Messieurs, les particularités sommairement indiquées d'un système qui a vivement intéressé les visiteurs de la dernière Exposition universelle.

Le spécimen de filature Camel, monté par les chantiers de la Buire, alimentait partiellement les métiers à tisser des mêmes ateliers et démontrait la valeur industrielle de la méthode nouvelle. Les praticiens n'y sont pas demeurés indifférents; nous avons sous les yeux la liste déjà longue des établissements français et étrangers qui ont adopté les appareils brevetés par notre compatriote.

L'Académie de Lyon a décerné à M. Camel le prix du prince Lebrun (médaille d'or de 300 francs) et assurément le jury international eût demandé, en 1889, une haute récompense pour le même inventeur, si, en raison de la stricte interprétation du règlement, l'inscription au catalogue de la seule raison sociale des constructeurs n'eût exclu M. Camel de la liste des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lauréats. Convaincu que le rapport du jury saura tenir compte de cette situation particulière, il nous a paru cependant nécessaire de rappeler ici les circonstances qui ont privé de toute récompense honorifique l'auteur du procédé ci-dessus décrit.

Nous vous demandons, Messieurs, au nom du Comité des arts mécaniques, de remercier M. Léon Camel de sa très intéressante communication et d'autoriser l'insertion au *Bulletin* du présent rapport avec une planche de dessins et une légende explicative.

Signé : Édouard Simon, *rapporteur.*

Approuvé en séance le 14 *mars* 1890.

LÉGENDE DESCRIPTIVE DE LA PLANCHE 44 RELATIVE AU FILAGE DE LA SOIE, SYSTÈME L. CAMEL.

Fig. 1. — Coupe en élévation de l'appareil *jette-bout.*
Fig. 2. — Coupe horizontale suivant la ligne XY.
Fig. 3. — Détails de la lentille.
S, Support fixé au-dessus de la bassine.
K, Chapeau-enveloppe vissé sur le support S.
V, Vis de pression servant à réunir le chapeau K et le support S.
T, Tube central fixé dans le chapeau K.
T', Tube rotatif concentrique au tube T.
P, Noix ou poulie à gorge solidaire de T' et actionnée par une corde.
L, Lentille à encoches *l*, *l*.
a,*a*, Agates guide-fils.
Fig. 4. — Vue latérale en élévation des asples de filature.
Fig. 5. — Vue de face.
A, Arbre moteur.
M, Poulie de commande calée sur l'arbre A.
B, Tringle-support de la chape C.
C, Chape à doubles branches traversées par l'axe central E F.
N, Poulie actionnée tangentiellement par la roue de friction M.
D D, Asples ou dévidoirs fixés sur l'axe E F de chaque côté de la poulie N.
I, Levier à sabot, articulé en O et mû par la manivelle *m*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES

SUR LES LOCOMOBILES MILITAIRES A LUMIÈRE, PAR M. P. LEMONNIER, MEMBRE DU CONSEIL

L'emploi des locomobiles à lumière dans les armées n'est pas une nouveauté; les essais d'éclairage électrique au moyen de locomobiles dans l'armée française remontent à quinze ans, et ce sont les premiers; la Russie s'en est servie dans sa dernière guerre contre la Turquie, et l'usage le plus récent est celui qu'en ont fait les Italiens devant Massouah; ils disposaient de deux appareils locomobiles allemands, et un des officiers qui les a dirigés affirme que c'est à l'effet de ces appareils photo-électriques qu'il faut surtout attribuer le recul sans combat des Abyssiniens à Saati. Ce qui est relativement récent dans ces appareils, c'est l'emploi qui y a été fait, depuis environ deux ans, du turbo-moteur Parsons et de la chaudière à faisceau tubulaire rayonnant de MM. De Dion, Bouton et Trépardoux.

Les locomobiles à lumière se composent essentiellement d'une chaudière, d'un moteur à vapeur, d'une dynamo, celle-ci la plupart du temps commandée directement par le moteur, et le tout monté sur un châssis roulant; quelquefois, les lampes et des appareils accessoires font également partie de la locomobile; je les laisserai de côté dans cette description, pour la borner aux appareils mécaniques, chaudières et moteurs à vapeur les plus récents.

Ce matériel, parce qu'il est militaire, a des exigences et des tolérances que l'industrie ne saurait admettre ; il lui faut la légèreté en même temps que la puissance et la rusticité, et, sans se désintéresser du coût de premier établissement et de celui d'entretien, cette considération économique peut être reléguée au second plan; ces conditions sont favorables à l'éclosion d'engins originaux, un peu exceptionnels d'abord, mais dont finit par profiter l'outillage industriel.

Quelques détails sur les services auxquels sont appropriées ces locomobiles à lumière sont ici nécessaires pour faire comprendre l'importance des sujétions qui leur sont imposées; quelquefois, il faut produire des éclairages analogues à ceux des travaux publics civils; terrassements de fortifications passagères, jetée de ponts, établissement de voies de chemins de fer, embarquement ou débarquement de matériel ou de troupes en pleine voie, etc... L'établissement de ces éclairages se distingue par leur caractère plus provisoire et plus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

précipité; c'est à peu près la seule différence, le matériel en doit tenir compte.

Mais les éclairages essentiellement militaires sont ceux qu'on réalise à distance par la projection de faisceaux lumineux, au moyen d'appareils d'optique, de projecteurs autour du point ou de la place dont on veut surveiller les abords la nuit.

Les projecteurs qui, pendant l'Exposition, s'allumaient sur la tour Eiffel, différaient très peu des projecteurs militaires; leur appareil optique était également un miroir aplanétique du colonel Mangin; mais ce que l'on voyait de leurs effets, dans l'intérieur de l'Exposition, ne donnait aucune idée de la façon dont on les utilise en réalité.

Il faut s'être trouvé dans les environs de Paris, soit à Meudon, soit sur les hauteurs de Ville-d'Avray ou de Chaville, au moment où l'un des faisceaux pénétrait dans le fond de la vallée de Sèvres jusqu'à Viroflay, pour se faire une idée de la puissance et de l'efficacité de ces appareils; là, à des distances variant de 8 à 12 kilomètres de la source lumineuse, on voyait surgir de l'ombre, à plus d'un kilomètre du point où l'on était arrêté, les maisons blanchâtres, avec des détails de portes, de fenêtres, de personnes s'arrêtant étonnées, des arbres, des buissons détaillés feuilles à feuilles, mais le tout avec les aspects étranges d'un paysage fantastique, ne ressemblant en rien à celui de jour, sans horizon, avec des ombres dures de plusieurs kilomètres de longueur, des champs verts qui, en pleine lumière, paraissaient des murailles blanches infranchissables, des fossés complètement dissimulés et, lorsque la lumière venait atteindre les objets immédiatement environnants, la perception des détails les plus minimes, la lecture de l'heure sur les montres, de traits au crayon sur du papier, enfin une illusion de plus, celle que l'on est visible de partout comme en plein jour: tels sont, à grands traits, les effets que l'on met en jeu dans les emplois militaires; mais on se tromperait si l'on induisait d'une semblable observation que les objets ainsi éclairés, à 10 ou 12 kilomètres du foyer lumineux, fussent visibles pour des observateurs placés sur la tour ou dans ses environs immédiats; même avec des longues-vues puissantes, même avec les circonstances atmosphériques les plus favorables, la vision utile ne dépasse pas 5 à 6000 mètres; on étend énormément le champ d'observation en portant les postes d'observation en avant, mais avec la portée actuelle des pièces d'artillerie, et leur emploi par tir indirect, il faut encore souvent porter en avant la source génératrice de lumière : de là nécessité d'appareils mobiles et montés sur roues.

Ces projections de lumière rendent possible l'observation des travaux de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

siège, des mouvements de l'ennemi, surtout dans la première période d'investissement; elles permettent l'usage rapide de l'artillerie pendant la nuit, l'ouverture des tranchées et l'établissement des batteries d'attaque en ont été rendus beaucoup plus difficiles. En pays de montagnes surtout, pour un fort dont la mission est d'arrêter l'invasion par une vallée, par un col, l'éclairage à distance permet de diriger les feux d'artillerie sur l'ennemi, qui veut profiter de la nuit pour franchir l'obstacle ou s'emparer des hauteurs dominantes; on peut espérer mettre ainsi le fort à l'abri d'une de ces surprises de nuit dont l'histoire a conservé le souvenir, en raison des conséquences importantes qui en ont été la suite immédiate et imprévue.

Quelques officiers pensent qu'avec les poudres sans bruit et sans fumée que l'on possède aujourd'hui, ces tentatives de surprises seront plus à redouter que par le passé : ainsi serait justifié le développement donné dans certaines armées à ces exercices de nuit avec emploi méthodique de projecteurs et l'affectation que l'on a faite à la conduite de ces appareils d'un personnel spécial d'officiers instruits et de sous-officiers.

En résumé, la puissance de ces appareils doit être de 6 à 10 chevaux-vapeur; il faut que les voitures soient assez légères pour pouvoir être traînées par six chevaux au travers des chemins défoncés; le nombre des véhicules devant être aussi réduit que possible, la chaudière, le moteur à vapeur, la dynamo et les accessoires doivent être sur une même voiture et, si possible aussi, l'appareil d'optique; les consommations de charbon et d'eau ne doivent pas être exagérées, car il faut compter avec la nécessité d'approvisionner la locomobile du combustible nécessaire à la marche d'une nuit, et de l'eau pour deux ou trois heures; enfin la conduite des appareils devant être confiée à un personnel de chauffeurs et de mécaniciens par occasion, on ne peut accepter une chaudière qui serait convenable pour les sapeurs-pompiers; il la faut d'une conduite plus facile et d'une construction plus résistante; ce matériel devant servir seulement de nuit, il doit être d'une surveillance très facile, et le graissage particulièrement simplifié.

Les locomobiles les plus employées et formant encore presque tout le matériel en service sont constituées par des chaudières Field, pour le matériel français ou d'origine française, avec moteur à trois cylindres Brotherhood et dynamo Gramme; tandis que dans le matériel d'origine allemande on a adopté des chaudières à bouilleurs croisés et des moteurs à quatre cylindres Abraham, commandant directement des dynamos Schieckert.

La figure 1 de la planche 43 représente en élévation la nouvelle loco-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mobile à lumière avec chaudière De Dion, Bouton et Trépardoux, et le turbo-moteur et la dynamo Parsons.

Son poids est de 2000 kilogrammes; sa consommation de charbon est de 40 à 45 kilogrammes par heure, soit 500 kilogrammes par nuit; tandis que le poids des anciennes locomobiles de même puissance était d'environ 3 200 kilogrammes, et la consommation horaire de charbon de 60 à 85 kilogrammes, soit en moyenne de 1 000 kilogrammes pour une nuit; il y a là un progrès notable qui motive quelques explications sur les éléments nouveaux dont l'introduction a permis cette amélioration.

Chaudière De Dion-Bouton et Trépardoux. — Cette chaudière est verticale à faisceau tubulaire rayonnant et à circulation d'eau. (La figure 1 la représente en coupe verticale.)

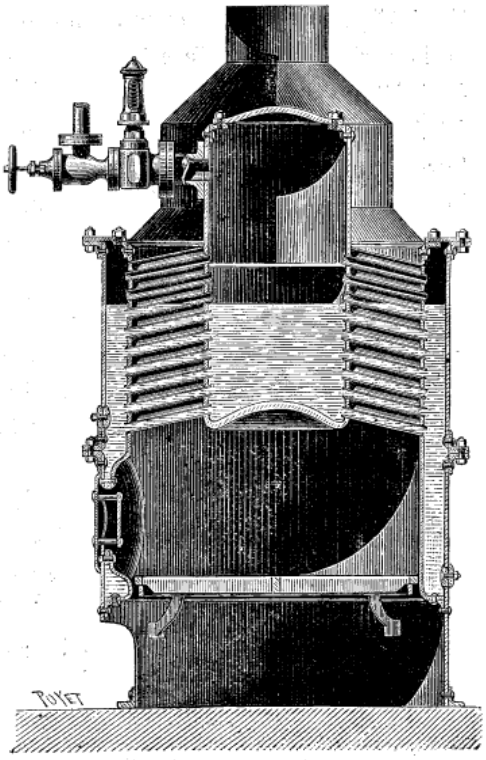


Fig. 1. — Chaudière pour locomobile à lumière.

Elle se compose essentiellement d'un corps de chaudière annulaire entourant le foyer, d'un réservoir central dit bouilleur central et d'un faisceau tubulaire rayonnant qui établit la communication entre le bouilleur central et la partie annulaire.

C'est la disposition de ce faisceau tubulaire qui caractérise ce vaporisateur et lui donne ses propriétés; il est composé de tubes en acier doux de peu de longueur (0^{m},50 environ), disposés, par assises coniques au nombre de 16 à 18 suivant les types, tous les tubes montant vers le bouilleur central et chacun d'eux dans chaque rangée placé en regard et au-dessus de l'espace laissé vide par deux tubes de la rangée inférieure; leur ensemble oppose ainsi une disposition en chicane aux gaz qui les traversent et divisent en même temps en filets minces l'eau et la vapeur qui circulent à leur intérieur.

A l'inverse de la plupart des chaudières verticales cylindriques, les gaz ne se rendent pas du foyer à la cheminée par le centre, mais bien par la circonférence;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

c'est pourtant au centre que la cheminée prend sa naissance ; elle surmonte la boîte à fumée, dont la forme conique et cylindrique enveloppe le dôme du bouilleur central et vient recueillir les gaz à leur débouché du faisceau tubulaire.

La pratique a fait adopter entre ces différentes parties certains rapports de dimensions : ordinairement les constructeurs donnent au bouilleur central un diamètre moitié de celui du foyer ; le faisceau tubulaire est tel qu'il livre au passage des gaz une section environ moitié de la surface du foyer (43 à 45 p. 100) ; d'autre part, dans chaque rangée de tubes, le développement de la surface de chauffe est à peu près égal à celui du foyer et comme il y a 16 à 18 de ces rangées, la surface de vaporisation due aux tubes est de 16 à 18 fois celle de la grille de combustion ; la hauteur totale occupée par le faisceau a été réduite aux deux tiers environ du diamètre du foyer, après que l'expérience eut montré que cela était suffisant.

On peut déduire, d'un certain nombre d'observations expérimentales faites avec soin, comment s'accomplissent l'échauffement et la vaporisation.

Dans une chaudière à tirage forcé, avec une marche active, on a constaté que la température du fond inférieur du bouilleur central atteignait 250° et ne dépassait pas 270° ; probablement cette température doit être celle de la rangée inférieure des tubes, ce sont là des surfaces qui, après celle de contact direct avec le feu, sont le plus échauffées ; dans l'intérieur du faisceau tubulaire, à peu près aux deux tiers de sa hauteur, au niveau normal de l'eau on a trouvé que les gaz avaient plus de 450° tandis que dans les tubes supérieurs, qui pourtant sont au-dessus du niveau de l'eau, la température n'atteignait pas 330° ; enfin sur le dôme du bouilleur central, à côté de la prise de vapeur, les gaz sont assez dépouillés de calorique pour qu'on n'y puisse plus fondre le plomb, leur température ne doit pas atteindre 270°.

Ces différents chiffres montrent que, dans aucune partie, le métal n'est en péril, que dans leur parcours au travers du faisceau, et jusqu'à la cheminée, les gaz ont une faible vitesse et se dépouillent convenablement ; que particulièrement à la fin de leur séjour dans la chaudière, ils dessèchent la vapeur sans la surchauffer. On peut déduire aussi de ces expériences et d'autres observations comment doit se faire le développement de la vaporisation ; quand l'ébullition commence dans la partie annulaire, des courants ascendants d'eau et de bulles de vapeur se produisent ; lorsqu'ils parviennent aux tubes, ces courants se continuent dans le même sens ; l'inclinaison montante du faisceau les dirige vers le bouilleur central ; ils y arrivent tumultueusement, à l'état de mélange d'eau et de vapeur, qui remplirait tout ce réservoir si un diaphragme en tôle,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

amovible d'ailleurs, ne venait en garantir la moitié supérieure, et la laisser à son rôle de réservoir de vapeur. Pendant que le niveau tend à s'élever dans le bouilleur central, il reste plus bas dans la partie extérieure, et là règne une tranquillité relative. Le diaphragme dont nous avons fait mention arrête le mélange d'eau et de vapeur et l'oblige à prendre les issues les plus faciles, la double rangée de tubes qui débouchent au-dessous du diaphragme et au-dessus du niveau normal et à revenir par cette voie vers la périphérie de la chaudière ; dans ce parcours au milieu du courant gazeux à 450°, la vaporisation se continue naturellement et lorsque le mélange arrive à l'extérieur, l'agrandissement de la section de passage, l'état de repos relatif qu'il y trouve permet probablement un abandon de l'eau franchement liquide pendant que la vapeur retourne vers la partie supérieure du dôme central, par les deux rangées supérieures du faisceau tubulaire. Cette traversée qui se fait lentement a une vitesse qui n'atteint pas $2^{m},50$, dans un milieu dont la température est d'environ 300° et éminemment favorable à la dessiccation ; elle se complète dans le dôme de vapeur logé au milieu de la boîte à fumée.

Je ne crois pas qu'on ait procédé à ces mesures directes si délicates du degré de siccité de la vapeur fournie, mais on est édifié sur ce point par la différence de travail qu'engendre un même volume de vapeur provenant de la chaudière De Dion, Bouton et Trépardoux ou de chaudières similaires Field, ou genre Field ou multitubulaires.

Dans des expériences comparatives qui présentent des garanties sérieuses, cette différence a été de un sixième à un tiers en faveur de la chaudière que j'étudie ; c'est une de ses qualités saillantes.

Elle est encore remarquable par sa puissance spécifique de production ; le type n° 7, un de ceux employés dans les locomobiles militaires, pour un poids de 650 kilog. (eau non comprise, 100 à 110 kilog. d'eau), avec un volume de $0^{m3},869$, fournit, à tirage ordinaire, 260 kilog. de vapeur par heure et peut à tirage forcé atteindre, sans qu'il y ait excès, une production horaire de 440 kilog. ; en s'en tenant au premier chiffre, le rapport du poids horaire d'eau vaporisée au poids de la chaudière est de 40 p. 100 ; ce rapport, dans une Field analogue, est de 15 p. 100. (280 kilogrammes de vapeur pour un poids de 1700 kilogrammes) et pour une chaudière multitubulaire de 30 p. 100.

Il y a encore intérêt à rapprocher deux chiffres, celui du volume d'eau contenu dans la chaudière, de la surface de chauffe ; le rapport de ces deux nombres donnera l'épaisseur moyenne de la lame d'eau en contact avec la surface de chauffe.

Dans la chaudière à bouilleur central que nous étudions, cette épaisseur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est de 18 millimètres, dans la chaudière Field de 60 millimètres et seulement de 8 millimètres dans le type Belleville comparable.

On voit par ces comparaisons que la chaudière adoptée, malgré sa légèreté spécifique, doit avoir un régime de production relativement calme.

L'utilisation du combustible est acceptable : à tirage forcé, 1 kilogramme de houille produit de 6 à 7 kilogrammes de vapeur sèche; dans des conditions analogues, la chaudière Field ne fournissait que 5 kilogrammes de vapeur ; il paraît probable qu'avec un tirage moins actif on aurait mieux.

D'ailleurs les chiffres précédents, bien suffisants à eux seuls pour justifier l'emploi des chaudières De Dion, Bouton et Trépardoux dans les appareils militaires, ne correspondent pas à la meilleure utilisation de ce genre de chaudières; on s'est tenu dans cette application au-dessous, et beaucoup, de leur puissance disponible : aussi, pour compléter ces renseignements, on trouvera dans la troisième colonne du tableau ci-dessous des chiffres recueillis dans des expériences faites avec grand soin, mais pour des embarcations marines ; on y verra que le type n° 7 appelé à fournir son rendement le plus avantageux produit favorablement presque le double, 440 kilogrammes au lieu de 257 kilogrammes :

	CHAUDIÈRES		
	FIELD.	DE DION, BOUTON ET TRÉPARDOUX.	
		Tirage moyen.	Tirage forcé.
Poids de la chaudière vide en kilogrammes.	1700	650k,0	
Surface de grille en mètre carré.	0,4536	0,2827	
Surface de chauffe en mètre carré.	8,40	5,95	
Poids de l'eau normale contenue	500k,0	110k,0	
Pression de la vapeur.	6k,0	6k,00	10k,00
Puissance mesurée en watts dans le circuit extérieur d'une dynamo Gramme commandée par un moteur Brotherhood. . .	3800	4200	»
Eau vaporisée par heure en kilogrammes.	280	257	440
Puissance disponible en chevaux indiqués, (admettant une production de 1 cheval indiqué par 18k,920 de vapeur sèche). . .	0chx,8	13chx,70	34chx,25
Charbon consommé par heure en kilogr. .	56k,0	40k,00	66k,35
Poids de la chaudière en kilogrammes, par cheval indiqué.	174k,0	47k,50	30k,83
Consommation horaire de charbon en kilogrammes, par cheval indiqué.	5k,7	2k,92	2k,85
Production horaire de vapeur sèche en kilogrammes, par kilogramme de charbon.	5k,00	6k,42	6k,63

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On remarquera les trois dernières lignes de ce tableau et particulièrement le chiffre de $2^{kg},92$ de charbon consommation par cheval indiqué, soit 3 kilogrammes : c'est un chiffre pratique et favorable pour notre application spéciale.

Cette chaudière, comme toutes celles qui avec une faible réserve d'eau doivent fournir beaucoup de vapeur, demande une alimentation continue; les injecteurs sont impropres à la réaliser, et dans le cas actuel l'alimentation automatique a été rejetée comme trop délicate; on fait alors usage d'un petit cheval, d'une conduite facile, mais dont le poids est un surcroît de charge d'une cinquantaine de kilogrammes, qu'on devra chercher à diminuer.

Il y a aussi une amélioration désirable à réaliser dans l'alimentation; il n'a pas été pris de dispositions particulières et l'eau froide arrivant toute sur la partie la plus chaude, il se fait en ce point un dépôt de tartre d'autant plus rapide que la production est plus grande; presque toujours c'est le dépôt accumulé en ce point qui oblige au nettoyage; il est vrai que la construction de la chaudière rend très facile et très complète l'exécution de cette opération.

La chaudière est démontable, on peut enlever la virole qui en forme la paroi extérieure et mettre ainsi au jour et à portée de la main tous les débouchés extérieurs des tubes; de même l'intérieur du bouilleur central et les attaches intérieures du faisceau tubulaire dans ce faisceau sont rendus accessibles en défaisant le joint qui clôt ce bouilleur à sa partie supérieure, et en levant le diaphragme amovible qui le divise en deux vers le milieu. Il serait oiseux d'insister sur les facilités offertes ainsi à la visite et au nettoyage, mais il est convenable d'appeler l'attention sur les avantages, les garanties qu'on peut y trouver pour la conservation prolongée en magasin.

Pour des chaudières militaires, c'est là un point capital; ce matériel pour la plus grande partie de réserve est appelé à rester longtemps sans servir il faut le retrouver intact au jour auquel il devient nécessaire; or tout le monde sait à quelles précautions minutieuses il faut recourir pour mettre les chaudières gardées dans ces conditions, à l'abri des ravages secrets de la rouille et souvent sans y réussir.

Ce démontage complet de la chaudière, cette possibilité d'en enduire toutes les parties intérieures de graisse verte ou d'un produit préservatif analogue, comme on le fait des outils et des machines à vapeur, rend probable qu'au jour de la remise en service, après un essuyage, on retrouvera fraîches et intactes toutes les surfaces métalliques. L'expérience de courte durée qui en a été faite semble autoriser pareille prévision.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les joints par lesquels la virole supérieure de l'extérieur de la chaudière se relie à l'inférieure et à l'intérieure, sont faciles ; avec du carton d'amiante, ou plus récemment avec des fils de cuivre rouge recuits, de 4 millimètres de diamètre, placés entre deux collerettes tournées et lisses, et serrés par des boulons, on obtient une parfaite étanchéité ; le joint du bouilleur central est fait par un autoclave ordinaire. J'ai pu constater sur une dizaine de ces chaudières que ces joints n'offraient aucune difficulté, même à un personnel inexpérimenté comme celui dont on disposait jusqu'à présent dans l'armée et qui avait plus de bonne volonté que de connaissances spéciales.

Turbo-moteur Parsons. — Le turbo-moteur Parsons est un moteur à vapeur dont la vitesse de rotation est de 8 à 10000 tours par minute, il pèse de $8^k,8$ à $10^k,6$ par puissance de cheval de 75 kilomètres ; la consommation de vapeur est acceptable, inférieure à celle de la plupart de moteurs à grande vitesse, et son usure ne paraît pas supérieure à celle des bons moteurs de cette espèce.

Les ensembles, auxquels le turbo-moteur et la dynamo qu'il commande sont substitués, étaient formés du moteur à trois cylindres Brotherhood commandant directement une dynamo Gramme. Celui dont la puissance est de 3500 à 4000 watts pèse 970 kilog. ; l'appareil Parsons de même puissance pèse 304 kilog. C'est un gain de 666 kilog., presque les 2/3.

Cette substitution dans les locomobiles à lumière militaires, n'est pas tout à fait récente : elle date de dix-huit mois ; mais la première application du turbo-moteur à la production de courants électriques est bien plus ancienne, elle date de 1885. Ce premier appareil marchait normalement à 18000 tours ; tout d'abord, et c'était bien naturel, ces vitesses ont été considérées comme incompatibles avec des usages effectifs, il a fallu pour fixer sérieusement l'opinion, qu'une pratique un peu prolongée, des services répétés l'eussent édifiée. A notre connaissance, actuellement, plus de 3000 chevaux de ce système sont actuellement en fonction ; dès 1887, l'Exposition de Newcastle avait été éclairée d'une manière continue et satisfaisante par des turbo-moteurs Parsons représentant ensemble une puissance de 280 chevaux.

Je ne crois pas que l'expérience ait encore été faite d'appliquer ces moteurs à autre chose qu'à la conduite des dynamos ; celle-ci est, dans tous les cas, une application des plus rationnelles ; la commande directe des dynamos met à profit, sans l'abaisser et sans pertes, la grande vitesse dont on dispose.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On conçoit de suite qu'il a fallu que ces engins fussent dotés de dispositions particulières et originales, pour que l'utilisation de la vapeur y fût acceptable, pour que les vibrations et l'accouplement avec la dynamo ne fussent pas une occasion de destruction presque immédiate, que le graissage fût suffisant, et enfin que la régulation de vitesse fût presque instantanée; la réalisation de ces conditions offre un intérêt qui dépasse celui qui s'attache aux appareils militaires eux-mêmes, et autorise les quelques détails qui suivent.

Le moteur se compose d'un long cylindre horizontal en deux pièces, réu-

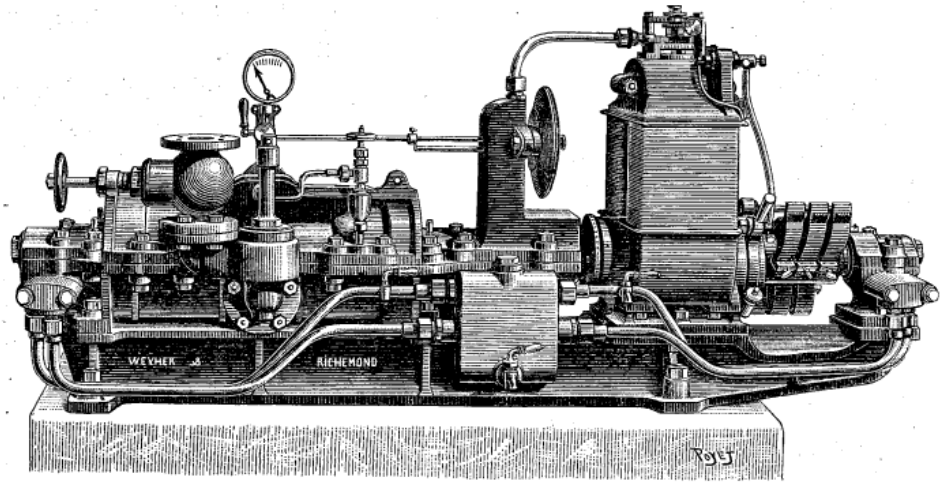


Fig. 2. — Turbo-moteur Parsons.

nies suivant une section horizontale médiane, la partie supérieure formant comme un couvercle de l'inférieure. (La figure 2 insérée dans le texte donne la vue extérieure; celle n° 2 de la planche 43 donne une coupe verticale du moteur; la dynamo est représentée à droite en vue extérieure.) Dans l'axe de ce cylindre est l'arbre du moteur, il reçoit les efforts de la vapeur et les transmet à la façon de l'arbre d'une turbine à eau, lorsque cet arbre est horizontal; l'arbre du turbo-moteur est garni d'une série de disques, sorte de turbines au travers desquelles on fait écouler la vapeur dans un sens parallèle à l'axe : de là le nom de turbo-moteur.

La vapeur est introduite au milieu de ce long cylindre dans une cavité A; là elle se divise en deux courants, l'un agissant à droite et l'autre à gauche, d'une façon symétrique sur des séries identiques de turbines élémentaires,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de manière à équilibrer les réactions horizontales et à laisser l'arbre libre sous l'action de son propre poids ; chaque turbine élémentaire se compose d'un disque fixé sur l'arbre (fig. 2) et munies d'ailettes ou mieux d'aubes courbes situées à la circonférence, au nombre de 70, et d'une couronne de construction analogue, mais fixée au cylindre et portant des aubes directrices ou contre-aubes, de telle sorte que chaque disque mobile calé sur l'arbre est compris dans une cavité formée par la couronne directrice propre à cette turbine et celle qui sert de directrice à la turbine élémentaire suivante. La figure 3 du texte représente un des disques mobiles et la couronne fixe directrice.

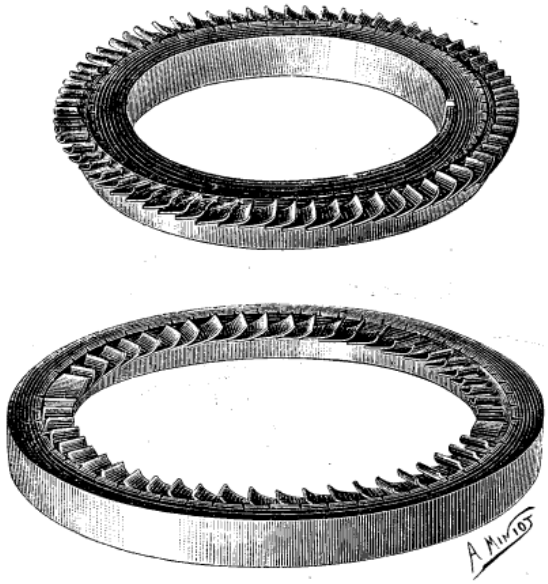


Fig. 3. — Disques à aubes de la machine Parsons.

Les aubes du disque mobile ont des surfaces telles que les sections de passage de la vapeur vont en s'agrandissant de l'entrée à la sortie, tandis que les contre-aubes directrices produisent un effet inverse. Si on suit la marche de la vapeur à partir de son introduction dans la partie médiane du moteur, on voit que pour chaque turbine élémentaire elle pénètre au travers des contre-aubes directrices passant par des sections qui vont en se rétrécissant, sa pression s'augmente, et en même temps chaque filet est conduit avec une direction convenable à venir frapper avec une pression maxima l'entrée des aubes du disque mobile. La vapeur s'y engage dans des espaces de courbures inverses de ceux qu'elle vient de quitter, et leur communique sa vitesse en les faisant tourner avec elle ; elle les quitte à leur extrémité avec une vitesse absolue aussi faible que possible ; là elle trouve la directrice fixe suivante, qui agit comme la précédente et la ramène dans un autre disque mobile, et ainsi de suite jusqu'à la sortie finale.

Il est probable que la vapeur, dans ces chutes successives de pression et de vitesse, agit dans chaque élément, non pas seulement à la façon de l'eau

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans les turbines à axe horizontal, mais que le phénomène est plus complexe, car le fluide en mouvement n'est pas incompressible, il est élastique et une partie du travail qu'il fournit est dû à sa détente.

Sans préciser davantage, ce que je ne saurais faire qu'avec la plus grande incertitude, je peux émettre quelques appréciations sur les circonstances plus ou moins favorables dans lesquelles la vapeur est utilisée.

Il semble d'abord que la faible chute de pression que subit la vapeur dans chaque turbine élémentaire, fraction minime de la pression initiale qu'elle possédait quand elle y est entrée favorise l'obtention de la vitesse maxima à la sortie de la directrice, est une condition avantageuse. Une autre circonstance favorable est l'afflux continu de la vapeur sans période de condensation comme dans les moteurs ordinaires; son écoulement se fait avec une grande vitesse, un cinquantième de seconde environ pour traverser le moteur; aussi le cylindre ne se refroidit-il que par le rayonnement extérieur, et si l'on remarque qu'une notable fraction de l'énergie de la vapeur est absorbée par son frottement, on peut penser que cette énergie n'est pas perdue puisqu'elle est transformée en calories au profit du réchauffement du cylindre qui l'enveloppe.

Les causes de médiocre rendement restent nombreuses et frappent de suite; à chaque turbine élémentaire les vitesses d'écoulement de la vapeur sont différentes et ne sont pas constantes non plus, d'une extrémité à l'autre du moteur; d'autre part, la détente de la vapeur se fait peu et d'une façon peu rationnelle surtout dans les petits modèles où les sections des aubes sont les mêmes dans toute l'étendue du parcours de la vapeur; une atténuation notable de ce défaut résulte de l'emploi de séries de disques de diamètres croissants offrant à la vapeur des volumes plus grands au fur et à mesure de sa détente. Le type représenté dans la figure 2 (pl. 43) a deux séries de disques, dont E est la série à grand diamètre et B celle du petit : entre les deux est ménagé une sorte de réservoir de vapeur où sa pression s'équilibre.

Dans certains types industriels, dans le n° 8 d'une puissance de 40 chevaux avec trois grandeurs de disques, M. Parsons affirme avoir abaissé la consommation de vapeur jusqu'à 19 ou 20 kilogrammes par cheval-vapeur, le moteur fonctionnant à l'air libre; tandis que le type n° 3 qui n'a qu'une seule grandeur de disques consomme 32 à 33 kilogrammes par cheval-vapeur.

Le tableau ci-dessous (p. 212) résume des expériences de consommations faites avec soin, en mesurant le travail par le nombre de watts disponibles dans le circuit extérieur de la dynamo, c'est le travail électrique, et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

passant de ce chiffre au travail mécanique fourni par le moteur à la dynamo en tenant compte du travail absorbé dans différentes parties de la dynamo.

Tableau des consommations de turbo-moteurs Parsons.

NUMÉROS des types des TURBO-MOTEURS.	POIDS en kilogr.	INTENSITÉ en AMPÈRES.	FORCE ÉLECT.-MOTRICE aux bornes en volts.	NOMBRE DE WATTS dans le circuit extérieur.	PRESSION de la VAPEUR.	CONSOMMATION HORAIRE DE LA VAPEUR par cheval électrique dans le circuit extérieur.	CONSOMMATION HORAIRE DE LA VAPEUR par cheval mécanique fourni par le moteur.
1	100k,0	15	26	390	1k,5	103k,7	62k,2
3	304k,0	67	76	5092	1k,5	54k,0	32k,4
4	620k,0	113	67,5	7627	7 à 8k,0	35k,0	22k,5
7	1200k,0	300	80	24000	4k,9	27k,3	16k,4

NOTA. — Le n° 1 a été essayé dans des conditions anormales avec une production de 390 watts, tandis que sa puissance effective est de 900 watts.

La vitesse moyenne des turbo-moteurs employés dans les locomobiles militaires est de 8500 tours par minute; la hauteur du son produit par les vibrations d'une carte que l'on fait choquer par les vis du collecteur donne la mesure la plus exacte de cette vitesse ; 8500 tours n'est pas le maximum que peuvent supporter ces appareils, on soutient pendant longtemps pour les expériences des vitesses de 15000 tours. M. Parsons a opéré exceptionnellement à des vitesses de 30000 tours. On est peu habitué dans les machines à vapeur à de tels chiffres, 1800 à 2000 tours étaient des maxima dans les moteurs Brotherhood et ses congénères. Les efforts dus à la force centrifuge prennent alors une grande importance, c'en est assez pour qu'il soit indispensable d'apporter des soins méticuleux au centrage des différentes pièces et à l'équilibrage de leurs masses, pour éviter des battements destructeurs.

C'est pour éviter les chocs aux points de suspension de l'arbre que M. Parsons a combiné des coussinets ingénieux d'un très heureux effet. La figure 3 de la planche 43 en représente un en coupe. L'arbre tourne dans une douille en bronze non dur, qui, au lieu d'être comme d'ordinaire enchâssé sur toute sa longueur dans le bâti, n'y est lié par un contact invariable que sur une faible surface, celle d'une bague A en acier dont le diamètre intérieur est celui de la douille en bronze et dont le diamètre extérieur est celui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la partie du bâti; entre cette bague et le collet de la douille sont une série de 28 bagues également en acier de 1 millimètre à 1m,5 de largeur; ces bagues sont de deux sortes : 14 ont intérieurement le diamètre extérieur de la douille en bronze et s'y enfilent à frottement doux, leur diamètre extérieur étant plus petit de trois quarts de millimètre environ que celui intérieur de la partie; les 14 autres bagues alternent avec les premières, elles sont ajustées par leur extérieur sur l'intérieur de la partie, tandis que leur diamètre intérieur plus grand que celui de la douille en bronze laisse entre celles-ci et elle un jeu de un demi-millimètre; un ressort en spirale serre par un écrou les bagues les unes contre les autres et contre le collet de la douille; la tension de ce ressort, réglée une fois pour toutes, détermine le plus ou moins d'élasticité de ce coussinet; les vibrations et les chocs sont éteints par les frottements de ces rondelles entre elles; ces coussinets quand ils sont en bronze non dur, se conservent en bon état; il est vrai que la lubréfaction et de la douille et des bagues est parfaitement assurée par un dispositif qui fait partie du système général de graissage.

Ce système consiste à baigner toutes les surfaces frottantes dans un courant d'huile circulant activement aussitôt qu'il y a mouvement dans la machine; une sorte de vis à large pas, montée sur l'arbre en C, figure 2 (pl. 43), et entraînée par lui, tourne plongée à la base d'une colonne d'huile, à la façon d'une vis d'Archimède; elle la refoule par autant de tuyaux qu'il y a de coussinets et à travers ces coussinets; de chacun d'eux partent des tuyaux qui ramènent le courant d'huile au réservoir central, ce réservoir porte à la partie supérieure un orifice fermé par un bouchon à vis, c'est par là qu'on introduit l'huile filtrée avant la mise en route; et à la partie inférieure un robinet qui permet de s'assurer pendant la marche de la présence de l'huile et de sa température.

C'est dans ce réservoir que l'huile est reprise par un tuyau qui la mène dans la colonne ascendante à la base de laquelle est la pompe à huile; ce mouvement et cette surélévation de l'huile en colonne montante sont produits par aspiration; c'est une fonction auxiliaire d'un ventilateur aspirant dont l'usage spécial est le réglage de la vitesse.

Dans des appareils si rapides, il faut une garantie très sûre contre les affolements de vitesse; il faut un régulateur, sensible, instantané et énergique; la disposition adoptée par M. Parsons n'est pas sans précédents analogues, mais l'adaptation qu'il en a faite est si propre à l'espèce, qu'elle peut être considérée comme tout à fait originale.

Un soufflet D (fig. 2, pl. 43), en cuir épais et d'un diamètre convenable

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

(0m,13 environ), formé de deux calottes emboîtées, commande par l'une de ses membranes et dans ses mouvements de gonflement ou de restriction la valve d'admission de vapeur; une tige légère sert à cette transmission et reçoit également l'effort antagoniste d'un ressort en spirale dont la tension sert à régler l'action du soufflet; l'air qui est à l'intérieur de cette cavité n'a pas d'autre communication avec l'atmosphère que par un tuyau dont l'une des extrémités, celle de la prise d'air, de l'entrée, débouche en G (figures 2, 4 et 5 de la pl. 43) au sommet des pièces polaires de la dynamo et l'autre, celle de l'aspiration, à l'ouïe d'un ventilateur aspirant H; cette pompe à air aspirante est montée sur l'arbre, et, aussitôt qu'il y a mouvement et pendant tout le mouvement elle produit un succion dans le tuyau d'air; tant que l'orifice d'accès d'air est libre, la dépression produite dans le tuyau et la cavité du soufflet n'est pas sensible, le soufflet reste à l'état normal, gonflé dans une position qui correspond à l'admission normale de la vapeur; mais dès qu'une obturation partielle ou presque totale est produite à l'entrée de l'air, le ventilateur fait un vide partiel dans le soufflet et, sous l'effort de la pression atmosphérique, celui-ci s'aplatit et ferme la valve de vapeur.

Or l'ouverture laissée libre au passage de l'air est réglée par la position d'une sorte de tiroir circulaire H (fig. 4, plan, et fig. 5, élévation) mobile autour d'un axe vertical; ce tiroir est invariablement lié et entraîné par une pièce de fer dont l'orientation dans un plan horizontal est variable et déterminée par l'action des pôles magnétiques de la dynamo, combinée avec celle d'un ressort en spirale antagoniste; à chaque variation de vitesse du moteur correspond une variation d'intensité des actions magnétiques, d'où changement de direction de la pièce de fer mobile et de section d'admission d'air d'où déformation du soufflet et action immédiate sur la valve de vapeur, l'action est rapide, et elle se produit avec une grande sensibilité; l'effort peut être aussi considérable qu'il est nécessaire par l'agrandissement convenable du diamètre du soufflet.

La coupe donne la vue de la disposition très simple du ventilateur, c'est un disque percé de conduits intérieurs rayonnants, débouchant normalement à la circonférence du disque, et à l'intérieur dans une cavité centrale circulaire; la force centrifuge chasse l'air à l'extérieur et l'aspire au centre, c'est un ventilateur, susceptible d'atteindre, à cause de sa grande vitesse, des dépressions considérables; c'est ainsi qu'avec ces organes de dimensions très restreintes on dispose d'efforts de 12 à 14 kilogrammes sur la valve d'admission.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce ventilateur a, en outre de la régulation de vitesse, la fonction de maintenir élevée l'huile de graissage dans la colonne montante qui surmonte la pompe en vis C; il est, à cet effet, en communication par une ouverture convenable avec la partie supérieure de la colonne montante et y maintient constamment la dépression nécessaire.

Je n'ajouterai qu'un mot relatif au graissage; c'est toujours dans les moteurs à vapeur à grande vitesse une pierre d'achoppement et la difficulté est encore beaucoup augmentée quand il s'agit d'appareils locomobiles, d'appareils militaires, et d'appareils devant fonctionner la nuit dans une quasi obscurité. Or, dans le moteur Parsons, le procédé de graissage que nous venons de décrire est tel, que la lubréfaction est assurée pendant toute la marche sans que l'on ait à intervenir, à la seule condition d'avoir avant la mise en route rempli le réservoir avec de l'huile très propre, dépourvue de tous corps étrangers, filtrée au moment de l'emploi. Fait caractéristique : la consommation d'huile est d'environ le tiers de ce qu'elle est dans les machines-pilons ordinaires de même puissance.

Dans cette description succincte de ces moteurs si intéressants, à propos des locomobiles à lumière militaires, j'ai dû laisser de côté plusieurs particularités d'un grand intérêt; cette omission est volontaire : elle n'aurait pas été faite si ce n'eût été trop s'écarter de l'objet de cette communication.

ARTS MÉCANIQUES

RAPPORT DE M. C. PIERRON, INGÉNIEUR, INSPECTEUR DE L'ASSOCIATION POUR PRÉVENIR LES ACCIDENTS DE FABRIQUE, SUR LES TRAVAUX TECHNIQUES EXÉCUTÉS SOUS SA DIRECTION DU 1er JANVIER AU 31 DÉCEMBRE 1888 (1).

MESSIEURS,

Les 1142 visites d'inspection que nous avons faites, dans le courant de l'année 1888, aux établissements de 932 raisons sociales, appartenant à titre privé ou à titre corporatif à notre Association, ont donné lieu à 378 rapports particuliers, par lesquels nous avons conseillé l'application de 921 mesures préventives nouvelles.

Ces mesures sont indiquées en détail sur un tableau spécial :

17 concernant les chaudières;

(1) Séance de l'Association du 29 mai 1889.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

94 concernant les moteurs à vapeur ou à gaz ;
14 — — moteurs hydrauliques ;
177 — — transmissions ;
21 — — monte-charges, treuils et grues ;
117 — — machines à travailler le bois ;
188 — — — le fer ;
227 — — — les matières textiles ;
13 — — — d'autres matières ;
10 — — installations locales et bâtiments ;
43 — diverses dispositions.

Pour faciliter l'exécution de certaines mesures conseillées, nous avons remis aux intéressés 290 comptes-rendus, manuels, dessins, calibres, reproductions et règlements.

Les observations que nous avons eu à faire sont peu différentes de celles des années précédentes.

En raison de la vitesse toujours croissante qu'on donne aux moteurs à vapeur, nous avons demandé certaines additions aux entourages de ces machines, notamment à la fosse du volant, de façon à rendre impossible tout contact avec les organes en mouvement, même en cas de chute d'une personne.

Remarquons, à ce sujet, que nous avons rencontré un certain nombre de machines à vapeur neuves, dont les entourages, livrés par le constructeur avec la machine, sont conformes aux recommandations que nous avons faites ces dernières années. Nous sommes heureux de constater ce fait, qui prouve que l'idée de la prévention des accidents est entrée dans les habitudes des industriels, d'une part, qui tiennent à ne monter que des machines munies de toutes les dispositions de sûreté requises, et des constructeurs, de l'autre, qui s'efforcent de livrer des engins auxquels leur client n'aura plus rien à retoucher.

Cette observation peut s'appliquer aussi, partiellement du moins, aux machines de filature; les machines fournies par les constructeurs alsaciens notamment, tendent de plus en plus à se perfectionner au point de vue spécial qui nous occupe, et il est rare que nous ayons à signaler un point bien dangereux à une de ces machines montées récemment. Malheureusement il n'en est pas de même des machines étrangères, et principalement des machines anglaises, qui sont presque toujours livrées dans des conditions de sécurité défectueuses, lorsque le filateur ne réclame pas tout spécialement, avant de conclure le marché, les différentes dispositions préventives qu'il est indispensable d'appliquer. Cette circonstance explique le nombre relativement considérable de couvre-engrenages aux étirages et aux bancs-à-broches, de couvre-poulies de mains douces et de devantures de sûreté pour volants aux métiers à filer renvideurs relatés parmi les dispositions nouvellement conseillées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'application de couteaux diviseurs et de chapeaux de sûreté aux scies circulaires se continue sans relâche. Dans certains ateliers de l'industrie du bois, qui sont assez importants pour qu'on y emploie une scie spéciale pour chaque genre de travail, l'adoption de ces appareils de sûreté ne présente aucune difficulté, ces derniers pouvant être réglés une fois pour toutes suivant le diamètre du plateau et l'épaisseur du bois à travailler. Il n'en est pas ainsi lorsqu'une machine doit servir pour différents genres de travaux et qu'en outre le diamètre de la scie est variable, soit par l'usure, soit par l'emploi de plateaux de diverses grandeurs, comme le cas se présente dans les scieries peu importantes et surtout dans les ateliers de réparation.

L'obligation de déplacer souvent le chapeau en hauteur, d'après l'épaisseur de la pièce de bois, et de régler le couteau diviseur suivant le diamètre du plateau de scie, constitue, en effet, une perte de temps qui, quelque faible qu'elle soit, n'est supportée que difficilement par les ouvriers ou par leurs chefs. Cependant, la sécurité ne peut être obtenue que si les appareils préventifs sont utilisés d'une façon continue, et pour qu'ils ne causent aucun préjudice à la rapidité ou à la facilité du travail, il faut que l'ouvrier subisse un *véritable apprentissage*, jusqu'à ce qu'il soit bien familiarisé avec leur emploi.

Grâce à la persévérance des contre-maîtres ou des directeurs, ce *desideratum* a été atteint dans quelques ateliers; les ouvriers n'y travaillent qu'avec l'emploi des appareils de sûreté et exécutent leur ouvrage tout aussi facilement qu'avec une scie complètement dépourvue de moyens de protection. Nous espérons que tous les chefs d'industries s'efforceront d'arriver à ce résultat.

Les communications suivantes nous ont été adressées par des maisons sociétaires :

1° Garde de sûreté pour machines à élargir, système Palmer, par MM. Mertzdorff et C^ie^, à Vieux-Thann.

2° Couvre-clavette à charnière, par MM. N. Schlumberger et C^ie^, à Guebwiller.

3° Disposition préventive pour machine à raboter le bois à outil vertical, par MM. Steinlen et C^ie^, à Mulhouse.

La description de ces appareils, avec dessins à l'appui, est jointe au présent rapport; nous y avons ajouté sur les machines à battre les céréales, dont nous avons eu à nous occuper ces derniers temps.

Le nombre des accidents déclarés pendant l'année écoulée s'élève à 1 090.

Ils sont classés, sur le tableau n° I, d'après les causes qui les ont produits : les genres d'industries, les incapacités de travail, les blessures et le sexe des victimes. Les accidents qui ont été occasionnés par des machines, au nombre de 491, réunis en un seul groupe sur ce tableau, sont classés séparément sur le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tableau n° II, où chaque genre de machines se trouve indiqué en détail.

C'est, en effet, sur les accidents de cette dernière catégorie que nous avons à reporter notre attention spéciale, attendu que ceux qui sont produits par les chevaux et voitures, par le chargement, le déchargement, ou le transport d'objets, par les échafaudages, etc., ceux qui, en un mot, ne sont pas dus au travail industriel proprement dit, échappent en grande partie à notre compétence et ne pourraient, à peu d'exceptions près, être prévenus par l'emploi d'appareils de sûreté, ou par l'observation de certains règlements.

Nous avons eu à enregistrer 19 accidents de transmissions, soit 7 de plus que l'année précédente. Ils sont dus en majeure partie au montage de courroies à la main, à l'absence de couvre-engrenages, à la présence de clavettes saillantes et à l'inobservation de quelques mesures de sûreté, qui ne devraient plus faire défaut dans aucun atelier. Les suites de quelques-uns de ces accidents sont d'autant plus regrettables, que des contre-maîtres ou des chefs d'équipes, qui devraient être les premiers à observer les mesures de précaution, en ont été les victimes.

Les accidents de scies circulaires sont au nombre de 30; quoique ce chiffre soit encore très élevé, nous remarquons cependant que les accidents graves dus au soulèvement ou au rejet de la pièce en travail ne se produisent plus grâce à l'emploi du couteau diviseur, dont la plupart des machines sont munies.

Les machines à raboter ou à blanchir le bois sont très dangereuses lorsqu'elles sont mal réglées, c'est-à-dire lorsque la table arrière est située plus bas que le niveau supérieur des couteaux. Cette erreur est fréquemment commise dans les ateliers où les machines sont nouvellement installées et est la cause de la plupart des 16 accidents relatés par la statistique. Il serait à désirer que les constructeurs donnassent des instructions précises relativement au réglage de la machine, et qu'après l'aiguisage des rabots la table arrière ne puisse être déplacée que par le contre-maître ou une personne compétente, qui apprécie l'importance de ce travail.

40 accidents ont été occasionnés par des tours à métaux; quelques-uns proviennent de l'insuffisance de la couverture des engrenages, la plupart cependant sont dus au danger du travail en lui-même ou à la maladresse des ouvriers et n'ont eu que des suites sans importance.

Il n'en est pas ainsi pour les autres machines à travailler le fer, machines à percer, à raboter, à mortaiser, à fraiser, à aiguiser, etc., dont les accidents auraient presque tous pu être évités par l'emploi de couvre-engrenages.

Dans la filature, ce sont les cardes, les étirages et les bobiniers laine, ainsi que les métiers à filer renvideurs qui occasionnent le plus d'accidents. Ils sont dus soit à l'absence d'appareils préventifs, soit au nettoyage des machines pen-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dant la marche; cette dernière infraction aux règlements est toujours encore commise par des femmes en grande majorité.

Nous avons eu un cas de mort par écrasement entre le chariot et le porte-cylindre d'un métier renvideur; la victime, une fille de 13 ans, employée comme bobineuse, s'est glissée derrière le porte-cylindre pour ramasser une bobine tombée et fut atteinte à la tête par le chariot rentrant.

Les 10 autres accidents mortels proviennent de causes diverses.

Sur les 1 090 accidents déclarés, 318 ou 29,1 p. 100 auraient pu être prévenus, savoir :

1° 126 ou 11,5 p. 100, si les appareils préventifs avaient été appliqués ou mis à la disposition des ouvriers ;

2° 23 ou 2,1 p. 100, si les dispositions préventives avaient été suffisantes ou bien établies;

3° 44 ou 4 p. 100, si les ouvriers avaient employé les appareils préventifs existants;

4° 11 ou 1 p. 100, si les ouvriers n'avaient pas enlevé les appareils préventifs existants;

5° 5 ou 0,4 p. 100, si les accessoires et outils n'avaient pas été défectueux;

6° 108 ou 9,9 p. 100, si les ouvriers avaient observé les règlements et les ordres de leurs chefs, ou reçu des instructions suffisantes;

Sur les 491 accidents de machines seuls, 294 ou 59,8 p. 100 auraient pu être prévenus, savoir :

1° 123 ou 25,1 p. 100, si les appareils préventifs avaient été appliqués ou mis à la disposition des ouvriers;

2° 27 ou 5,5 p. 100, si les dispositions préventives avaient été suffisantes ou certains accessoires bien établis;

3° 41 ou 8,4 p. 100, si les appareils avaient été employés ou non enlevés par les ouvriers;

4° 103 ou 20,8 p. 100, si les règlements avaient été observés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PROGRAMME DES PRIX

PROPOSÉS PAR LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE A DÉCERNER DANS LES ANNÉES 1890 A 1896

GRANDES MÉDAILLES.

La Société décerne, chaque année, sur la proposition de l'un des six comités du Conseil, une 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.

Ces grandes médailles seront distribuées dans l'ordre suivant :

1891. Arts chimiques.	à l'effigie	de Lavoisier.
1892. Architecture et beaux-arts.	—	de Jean Goujon.
1893. Agriculture.	—	de Thenard.
1894. Arts économiques.	—	d'Ampère.
1895. Commerce	—	de Chaptal.
1896. Arts mécaniques	—	de Prony.

Dans les années précédentes, ces médailles ont été décernées, savoir : en 1868, pour le commerce, à M. *F. de Lesseps;* — en 1870, pour la chimie, à M. *H. Sainte-Claire Deville;* — en 1872, pour l'agriculture, à M. *Boussingault;* — en 1873, pour la physique et les arts économiques, à sir *Charles Wheatstone;* — en 1875, pour le commerce, à M. *Jacques Siegfried;* — en 1876, pour les arts mécaniques, à M. *H. Giffard;* — en 1877, pour les arts chimiques, à M. *Walter Weldon;* — en 1880, pour l'architecture et les beaux-arts, à M. *Ch. Garnier,* architecte; — en 1882, pour les arts économiques, à M. *Gaston Planté;* — en 1883, pour le commerce, à la *Chambre de commerce* de Paris; — en 1884, pour les arts mécaniques, à M. *Joseph Farcot;* — en 1885, pour la chimie, à M. *Michel Perret;* — en 1886, pour les beaux-arts, à M. *Barbedienne;* — en 1887, à M. *Gaston Bazille,* pour l'agriculture; — en 1888, à M. *Émile Baudot,* pour les arts économiques.

GRAND PRIX DU MARQUIS D'ARGENTEUIL.

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

Le prix de 12 000 francs, ainsi fondé, a été décerné, en 1846, à M. *Vicat,* pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ses travaux sur les chaux hydrauliques; — en 1852, à M. *Chevreul,* pour ses travaux sur les corps gras; — en 1858, à M. *Heilmann,* pour sa peigneuse mécanique; — en 1864, à M. *Sorel,* pour la galvanisation du fer; — en 1870, à M. *Champonnois,* pour l'organisation des distilleries agricoles; — en 1880, à M. *Poitevin,* pour ses découvertes en photographie; — en 1886, à M. *Lenoir,* pour son moteur à gaz, et l'ensemble de ses inventions.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1892.

GRAND PRIX DE LA SOCIÉTÉ.

La Société d'Encouragement décerne, tous les six ans, un grand prix de 12 000 francs *à l'auteur de la découverte la plus utile à l'industrie française.* Ce prix alterne avec celui qui a été fondé par le marquis d'Argenteuil.

Il a été décerné, en 1873, à M. *Pasteur,* pour ses travaux sur l'éducation des vers à soie, sur la conservation des vins et sur la fabrication de la bière et du vinaigre; — en 1883, à M. *Faucon,* pour le traitement par submersion des vignes.

Il sera décerné de nouveau, s'il y a lieu, en 1895.

GRAND PRIX HENRI GIFFARD.

La Société a fondé sur les revenus du legs qui lui a été fait par Henri Giffard un grand prix de 6 000 francs qui sera décerné tous les six ans, à partir de l'année 1890, à la personne qui aura rendu des services signalés à l'industrie française.

Ce prix sera décerné en 1896.

PRIX POUR LE PERFECTIONNEMENT DE L'INDUSTRIE COTONNIÈRE.

Les *exposants de la classe* 27, à l'Exposition universelle de 1867, sur l'initiative de M. Gustave Roy, ont donné à la Société d'Encouragement une somme de 13 169 fr. 85 c. pour la fondation d'un prix qui sera délivré, tous les six ans, à celui qui aura contribué le plus efficacement au développement ou aux progrès de l'industrie cotonnière en France.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1895.

PRIX POUR LE MATÉRIEL DU GÉNIE CIVIL ET DE L'ARCHITECTURE.

Les *exposants de la classe* 65, à la même Exposition universelle, sur l'initiative de M. Elphège Baude, ont donné à la Société d'Encouragement pour l'in-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dustrie nationale une somme de 2 315 fr. 75 c. pour fonder un prix qui sera décerné, 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.*

Ce prix consiste en une médaille d'or de 500 francs; il sera décerné, s'il y a lieu, en 1895.

PRIX POUR LES OUVRIERS DES FABRIQUES DE PRODUITS CHIMIQUES.

Les *exposants de la classe* 47, à l'Exposition universelle de 1878, sur l'initiative de M. Fourcade, ont fondé auprès de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale un prix provenant du produit net en argent d'un capital de 19 011 fr. 85 c., qui sera remis chaque année, en séance publique de cette Société, au simple ouvrier des exposants de la classe 47 ayant le plus grand nombre d'années consécutives de service dans la même maison.

Ce prix est décerné tous les ans; il est de 800 francs.

PRIX DE LA CLASSE 50 A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1867.

Les exposants de cette classe ont donné à la Société d'Encouragement une somme de 6 326 fr. 80 c. pour la fondation d'un prix qui sera donné à l'auteur du perfectionnement le plus important apporté dans le matériel des usines agricoles et des industries alimentaires.

PRIX D'ABOVILLE, POUR LES MANUFACTURIERS QUI EMPLOIENT DES OUVRIERS INFIRMES.

Le général d'Aboville a laissé à la Société une somme de 10 000 francs, qui a été divisée en trois prix à distribuer, avec intérêts échus, à tel manufacturier qui aura employé à son service, pendant une période déterminée, des ouvriers estropiés, amputés ou aveugles et qui, par ce moyen, les aura soustraits à la mendicité; le premier a été décerné en 1885 à la Société d'ateliers d'aveugles.

Prix biennal Meynot *aîné père et fils, de Donzère (Drôme), de la valeur de 1 200 francs provenant du don de M. Meynot aîné père et fils.*

Ce prix sera attribué tous les deux ans à celui qui aura inventé ou perfectionné un instrument ou une machine propre à la moyenne ou à la petite culture.

L'invention ou le perfectionnement devra avoir pour résultat de réaliser une amélioration notable et avantageuse, soit dans la préparation des terres, soit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans le traitement des plantes et des animaux, soit encore dans les manipulations des produits de l'exploitation.

Ce prix pourra être encore attribué à celui qui aura introduit un procédé perfectionné de culture ou un végétal, ou un animal nouveau propre à accroître les profits de la petite ou de la moyenne culture.

Il a été décerné, pour la première fois en 1889, aux concurrents résidant dans la région du Sud-Est, comprenant les départements de la Drôme, de l'Ardèche, de l'Isère, du Rhône et des Hautes-Alpes.

Il sera attribué en 1895 et 1901 aux concurrents des autres départements de France, en 1897 aux concurrents de la région du Sud-Est et ainsi de suite de façon à revenir tous les six ans dans cette dite région du Sud-Est.

Au cas où aucun concurrent ne serait jugé digne de la récompense aux époques fixées, le concours sera remis d'année en année jusqu'à ce qu'un mérite suffisant se soit produit.

En cas de non-attribution, le montant du prix fera retour au capital pour accroître la valeur du prix à distribuer ultérieurement.

Les concurrents devront se faire inscrire avant le 1er janvier de l'année du concours.

Le prix tel qu'il est formulé ne sera pas disputé par de nombreux concurrents; le champ des inventions d'outils et machines pour la petite et la moyenne culture est en effet limité et il est à craindre que souvent le prix ne puisse être décerné. En conséquence, la Société a admis une variante.

Le prix tel qu'il a été défini sera décerné tous les six ans. Il sera mis au concours dans toute la France.

Pendant la période de six ans, il y aura deux prix biennaux qui seront décernés :

Au cultivateur, viticulteur ou maraîcher qui, cultivant son bien ou le bien d'autrui en qualité de colon à mi-fruits ou à prix d'argent, avec les bras de sa famille, soit seul, soit avec un ouvrier *au plus*, donnera le meilleur exemple par sa conduite, son assiduité au travail, par l'ordre dans son ménage et qui, par l'application des meilleures méthodes de culture et de l'outillage le plus perfectionné, aura réalisé les meilleurs résultats dans sa petite exploitation.

Ce prix sera décerné alternativement et successivement dans chacun des départements de la région du Sud-Est; d'abord dans la Drôme, puis dans l'Isère, etc., etc.

Ce prix aura une certaine importance, il constituera une petite fortune pour celui qui l'obtiendra, et fera bénir le bienfaiteur par les familles laborieuses du pays.

La Société joindra à la récompense pécuniaire une médaille d'argent qui en perpétuera le souvenir dans les familles.

Pour atteindre le but et empêcher le prix d'aller à de gros cultivateurs, il faudra tenir la main à ce que les concurrents soient ceux qui cultiveront leur bien avec leurs bras, *seuls ou avec l'aide d'un ouvrier au plus* (homme ou femme).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SUCCESSION DES PRIX.

1er prix en 1889 pour l'invention dans les départements de la région Sud-Est.
— 1891 prix de petite culture dans la Drôme.
— 1893 — — — dans l'Isère.
— 1895 pour l'invention dans toute la France.
— 1897 prix de petite culture dans l'Ardèche.
— 1899 — — — dans le Rhône.
— 1901 pour l'invention dans les départements de la région Sud-Est.
— 1903 prix de petite culture dans la Savoie.
— 1905 prix de petite culture dans la Haute-Saône. Etc.

PRIX MELSENS.

Mme veuve Melsens, voulant perpétuer la mémoire de M. Melsens, son mari, a donné à la Société une somme de 5 000 francs, pour fonder un prix destiné à récompenser l'auteur d'une application de la physique ou de la chimie à l'électricité, à la balistique ou à l'hygiène.

Ce prix sera décerné tous les trois ans, à partir de 1889; sa valeur sera de 500 francs.

ARTS MÉCANIQUES.

1° **Prix de 2000 francs** *pour un petit moteur destiné à un atelier de famille, fonctionnant isolément ou rattaché à une usine centrale.*

On a souvent signalé l'intérêt qu'il y aurait, pour le petit fabricant en chambre, à se procurer commodément et à bon marché, toutes les fois qu'il en aurait besoin, la petite quantité de travail pour laquelle il a ordinairement recours à l'assistance momentanée d'un tourneur de roue.

Un prix est proposé, dans ce but, pour un moteur à arbre rotatif, pouvant mettre à peu de frais, à la disposition de l'ouvrier en chambre, un travail de 6 à 20 kilogrammètres par seconde. Les dispositions proposées devront permettre de faire varier, entre ces limites, la puissance disponible, sans présenter de trop grands écarts dans le rendement; et, s'il est possible, elles devront se prêter aux vitesses les plus convenables, suivant la nature de l'opération à effectuer.

La solution de cette question aurait pour conséquence de favoriser le travail en famille.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La Société a décerné quatre fois ce prix : la première fois, à un moteur hydraulique utilisant l'eau des conduites d'une ville ; la deuxième, à un moteur à vapeur ; la troisième, à un moteur à gaz ; et la quatrième, à un système de transmission de force à domicile. Elle désirerait voir varier la forme et le mode d'action des moteurs qui peuvent recevoir des applications du même genre, et elle a maintenu ce prix au concours pour 1891.

2° **Prix de 2000 francs** *pour les progrès à réaliser dans la filature mécanique du lin et du chanvre.*

La filature mécanique du lin, dont la prospérité a été surtout la conséquence de la crise cotonnière, laisse encore à désirer. Elle n'atteint pas la limite de finesse obtenue par la main ; ses métiers sont plus volumineux, plus lourds, plus chers que ceux des autres filatures. L'intervention de l'eau chaude est indispensable, si ce n'est pour les gros fils, et la force motrice dépensée est bien plus grande, à numéro égal, pour le lin que pour les autres substances textiles.

Ces faits constituent des inconvénients graves ; ils compliquent les opérations, limitent l'échelle des produits, entraînent à des dépenses considérables, rendent le travail insalubre et expliquent la lenteur du développement normal de l'industrie du chanvre et du lin, qui intéresse particulièrement les pays agricoles. La Société pense que la plupart de ces obstacles tiennent à l'insuffisance de l'assouplissage et de la désagrégation mécanique et physique des filasses du chanvre et du lin, et que, mieux divisées, celles-ci pourraient se filer à une plus grande finesse, ou bien à finesse égale, avec une dépense moindre et une production supérieure. De légères modifications aux machines en usage suffiraient en ce cas pour procurer les résultats désirés. La division de la matière première devrait néanmoins se borner à une désagrégation physique de la masse des fibres, sans atteindre les inconvénients connus de la cotonisation chimique.

Certains systèmes de rouissage se rapprochent du but par l'état dans lequel ils mettent la substance filamenteuse. S'ils ne sont pas encore répandus dans la pratique, c'est que les filateurs répugnent à tout essai qui les obligerait à modifier des machines coûteuses, dont le fonctionnement normal est nécessaire à l'établissement.

La Société d'Encouragement propose un prix de 2000 francs en faveur de l'industriel qui, le premier, produira, mécaniquement et d'une façon courante, des fils de lin d'une finesse dépassant 100 000 mètres au kilogramme ou des fils de chanvre de 15 000 mètres au kilogramme. La production de ces fils dans tous les numéros sera obtenue avec une économie de 15 pour 100 au moins sur la force motrice, et avec une diminution telle dans la température de l'eau, si l'action de la chaleur restait nécessaire, qu'il n'en résulte pas de buée sensible.

Pour avoir droit au prix proposé, il faudra avoir livré à la consommation au

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moins pour *vingt mille francs* de fils de lin ou de chanvre dans les conditions ci-dessus énoncées.

Dans le cas où le progrès serait atteint par suite de l'emploi de filasses rouies par l'un des procédés existants, la Société se réserve d'accorder à son auteur une récompense spéciale sous forme de médaille ou de prix.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1891.

3° **Prix de 3000 francs** *pour le moyen de transporter à grande distance les forces mécaniques naturelles.*

Les cours d'eau offrent une force motrice considérable, qu'il est souvent facile de recueillir dans les montagnes où des chutes naturelles permettent d'éviter des constructions dispendieuses. Mais souvent les alentours de ces chutes ne se prêtent pas à l'établissement d'usines ou à l'installation de leurs populations ouvrières. Il en résulte que beaucoup d'entre elles ne sont pas actuellement utilisables.

La Société d'Encouragement voudrait voir les inventeurs tourner leurs investigations vers la réalisation économique du transport, direct ou indirect, de la force motrice à de grandes distances. Selon l'importance des applications économiques qui lui seraient soumises, elle accorderait à ces solutions des prix de 1 000 à 3 000 francs.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1891, à la plus importante des applications de cette nature que la Société aura été appelée à constater.

4° **Prix de 2000 francs** *pour l'application à la mouture des grains de procédés donnant des résultats meilleurs que le système habituel.*

Depuis quelques années, on applique des procédés de mouture qui donnent des résultats supérieurs à ceux que fournissent communément les meules.

La Société d'Encouragement pense qu'il est d'un grand intérêt pour la prospérité de la meunerie en France, soit d'appliquer promptement les procédés perfectionnés connus actuellement ou d'autres meilleurs, soit d'améliorer l'ancien système, de façon à obtenir des résultats plus avantageux.

En conséquence, la Société met au concours un prix de 2 000 francs, qui sera décerné à l'industriel qui aura fait, en France, à la minoterie, l'application la plus considérable et la mieux entendue, soit de nouveaux procédés, soit de perfectionnements aux procédés actuels, et qui sera parvenu par là à produire des farines dans les conditions les plus avantageuses.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1890.

5° **Prix de 2000 francs** *pour un moteur à combustible liquide.*

Les moteurs thermiques dont le fonctionnement repose sur l'usage des combustibles gazeux se sont beaucoup répandus dans l'industrie depuis quelques années. Il n'en est pas de même des moteurs utilisant les combustibles liquides;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quelques tentatives seulement ont été faites pour substituer, dans des machines analogues aux machines à gaz, les vapeurs des essences volatiles au gaz de l'éclairage. Dans un grand nombre de circonstances, l'emploi d'un combustible liquide pour obtenir la force motrice serait fort avantageux.

Désirant appeler les recherches des inventeurs dans cette direction, la Société d'Encouragement propose un prix de 2 000 francs pour une machine empruntant son mouvement à la chaleur développée par un combustible liquide. Le combustible utilisé pourra être fixe ou volatil. Il est bien entendu que l'action motrice ne sera pas développée par l'intermédiaire de la vapeur d'eau, solution déjà connue et pratiquée.

Le prix ne pourra être attribué qu'à des moteurs d'une puissance de plusieurs chevaux ayant déjà fonctionné en marche industrielle pendant plus de trois mois.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1891.

6° **Prix de 3000 francs** *pour le meilleur dispositif d'accumulateurs hydrauliques.*

L'une des créations qui ont le plus contribué, dans ces derniers temps, à augmenter la puissance des effets mécaniques qu'il nous est donné d'atteindre, et en même temps à en varier les résultats, est celle des accumulateurs hydrauliques, destinés à soumettre l'eau à de hautes tensions et à produire sur place ou à distribuer à distance, sous cette forme, l'énergie et les plus grandes puissances. Le dernier mot n'a sans doute pas encore été dit dans cette voie, et la Société d'Encouragement serait heureuse de contribuer par un de ces prix à provoquer, dans cet ordre de questions, quelque perfectionnement important.

Un prix de 3 000 francs récompensera donc le dispositif d'accumulateurs qui sera jugé le meilleur dans son ensemble, ou qui présentera le perfectionnement qui sera jugé avoir le plus de valeur parmi ceux qui auront été brevetés ou dûment constatés depuis le 1er janvier 1880. On appelle notamment l'attention sur la question des accumulateurs à pouvoir multiple, qui évitent une dépense constante d'énergie motrice pour la production de résultats dont la variabilité expose sans cela à des pertes sérieuses. Le prix pourra également être attribué à une application directe de ces appareils présentant elle-même le caractère de perfectionnement qui vient d'être défini. On n'admettra du reste à ce concours que des appareils fonctionnant industriellement et qu'il soit possible de voir à l'œuvre, mais non des projets sur le papier.

Le prix de 3 000 francs sera décerné, s'il y a lieu, en 1891.

7° **Prix de 3000 francs** *pour l'exécution rapide et économique des sondages profonds.*

Les sondages rendent de grands services pour les recherches géologiques, pour l'exploration des gisements souterrains, pour l'obtention de l'eau, pour l'exploitation de certains produits solides, liquides ou gazeux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Augmenter la rapidité des sondages à grande profondeur, en rendre moins aléatoires l'exécution et la conservation, en diminuer la dépense, serait bien certainement accroître le nombre des cas où le sondeur peut intervenir utilement.

La Société d'Encouragement voudrait voir s'accuser davantage ces améliorations dans l'art du sondage en France, et elle propose un prix de 3 000 francs pour cet objet.

Pour avoir droit au prix proposé, le sondeur, Français ou étranger, devra avoir foré, en France ou dans une colonie française, au moins un sondage de 200 mètres de profondeur au minimum. Ce travail devra avoir été exécuté économiquement et en peu de temps. Les difficultés spéciales contre lesquelles on aura eu à lutter dans chaque cas entreront naturellement en ligne de compte dans l'appréciation de ces résultats.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1891.

8° **Prix de 3000 francs** *pour un procédé de roussage industriel du lin et du chanvre.*

De nombreux procédés ont été proposés et essayés sans succès durable pour substituer des moyens manufacturiers aux diverses méthodes de rouissage rural (rouissage sur le pré, à l'eau courante, à l'eau stagnante). Sans oublier les expériences de Parent-Duchatelet, tendant à démontrer l'innocuité des eaux de rouissage, sans discuter les travaux d'autres hygiénistes sur le même sujet, il est incontestable que la pratique actuelle présente des inconvénients multiples.

Non seulement l'émission dans les cours d'eau des liquides provenant des routoirs occasionne la destruction du poisson, mais, au point de vue même de la préparation des fibres, le rouissage, tel qu'il s'exécute généralement, se trouve soumis aux influences atmosphériques, et la qualité de la filasse est souvent altérée par une brusque variation de température.

D'autre part, les objections faites aux rouissages manufacturiers tiennent : 1° à la difficulté de transporter, dans une usine plus ou moins éloignée des champs de culture, des poids considérables de tiges réparties sur les grands espaces ; 2° au prix de revient élevé des traitements.

A une époque où le personnel des campagnes se familiarise avec l'usage des engins mécaniques et des produits chimiques, où le coût de la main-d'œuvre augmente constamment, l'étude du problème mérite d'être reprise. En conséquence, la Société d'Encouragement propose un prix de 3 000 francs en faveur du procédé qui, tout en faisant du rouissage une opération manufacturière, permettra de traiter les tiges à proximité du lieu de la récolte. Le rendement en filasse, l'épuration et les qualités de la fibre, l'économie de la main-d'œuvre, devront compenser tout au moins le supplément de dépenses occasionné par l'adoption des moyens nouveaux.

Le prix ne pourra être décerné avant la justification d'une exploitation indus-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trielle de deux campagnes, au minimum, et de l'utilisation, par la filature française, des produits rouis durant cette période.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1891.

9° **Prix de 3000 francs** *pour une monographie de la pulvérisation des liquides.*

La division des liquides à l'état de particules extrêmement fines, ou poussière, s'obtient par des procédés variés. Il a été combiné pour la réaliser un grand nombre d'appareils dont la construction repose sur divers principes.

Une des grandes applications de la pulvérisation des liquides est l'emploi du pétrole au chauffage des générateurs à vapeur, des chaudières de locomotive et de bateau, surtout en Russie. Parmi d'autres usages, on peut citer : le refroidissement de l'air dans les cylindres des compresseurs, l'entretien de la fraîcheur de l'atmosphère dans les habitations, l'administration de certains médicaments, l'emploi des parfums, l'humectation des tissus et des papiers, la production de certaines réactions chimiques.

Mais l'emploi des liquides à l'état de poussière paraît appelé à rendre à l'industrie de plus nombreux services.

La Société ne connaît pas d'ouvrage traitant d'une façon complète de la pulvérisation des liquides. Afin d'encourager les chercheurs à combler cette lacune, la Société met au concours un prix de 3 000 francs qui sera décerné en 1891 à la meilleure monographie de la pulvérisation des liquides. Les manuscrits, écrits en français, devront être déposés au siège de la Société avant le 31 décembre 1890.

Les auteurs devront analyser le phénomène de la pulvérisation; discuter l'influence sur le résultat des diverses conditions qui le font varier; décrire, avec dessins à l'appui, les appareils existants ainsi que ceux qu'ils auraient pu combiner eux-mêmes; faire connaître le rendement avec divers liquides des appareils décrits en établissant la variation de ce rendement suivant les pressions, les températures, l'état de ténuité recherché et la nature des liquides pulvérisés.

Il sera naturellement tenu grand compte des travaux personnels des auteurs en matière d'expérimentation ou d'invention, surtout si ces travaux sont de nature à faciliter de nouvelles applications industrielles de la pulvérisation.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1891.

10° **Prix de 5 000 francs** *pour une machine motrice de 25 à 100 chevaux, dépensant au maximum, en travail courant, 7 kilogrammes de vapeur par heure et par cheval indiqué.*

L'importance toujours croissante de la machine à vapeur dans tous les travaux de l'industrie a amené, avec la généralisation de son emploi, des perfectionnements qui ont réduit successivement le chiffre de la consommation de vapeur par cheval.

La Société d'Encouragement pour l'industrie nationale, qui a favorisé ce mou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vement par le concours qu'elle a ouvert en 1848, n'a pas cessé, depuis lors, de suivre avec la plus vive sollicitude les améliorations que l'on a obtenues : elle serait heureuse d'avoir à constater de nouveau un progrès marqué.

C'est dans ce but qu'elle a institué le prix proposé. Dans le cas où plusieurs concurrents atteindraient le même résultat, la préférence sera accordée à celui qui présentera la machine la plus légère et la moins chère. Les expériences devront durer assez longtemps pour que les faits constatés acquièrent une certitude suffisante, et ne pourront être faites que sur des machines ayant déjà fonctionné industriellement pendant une durée d'au moins six mois.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1891.

ARTS CHIMIQUES

1° **Prix de 2000 francs** *pour la préparation industrielle de l'ozone et pour ses applications.*

Schönbein a constaté l'existence d'une modification de l'oxygène à laquelle il a donné le nom d'ozone.

Cette modification prend naissance, quand on électrise l'oxygène ou l'air; quand on dégage par certains procédés spéciaux l'oxygène des corps qui en contiennent; quand le phosphore, les essences et certains corps combustibles s'oxydent à froid; enfin quand l'air est agité par les orages ou modifié par l'action de végétaux vivants.

L'ozone possède, comme corps oxydant, une activité comparable à celle du chlore. Il oxyde l'argent à froid; il détruit instantanément une foule de substances organiques; il décolore les matières colorantes; il brûle les miasmes, etc. Il aurait tous les avantages du chlore sans en avoir peut-être les inconvénients.

Si l'industrie avait à sa disposition un procédé qui lui permît de produire l'ozone avec économie et de le conserver ou de l'utiliser facilement, elle pourrait en tirer un parti avantageux; car, après avoir agi sur les matières organiques, par exemple, l'ozone ne laisse que des substances inertes, l'eau et l'acide carbonique. Le chlore donne, comme on sait, de l'acide chlorhydrique, dont il faut se débarrasser; de plus, il se substitue à l'hydrogène dans une foule de cas et crée ainsi des complications dont il faut tenir compte et que l'ozone ne fait jamais naître.

La Société est disposée, en conséquence, à favoriser tout effort tendant à produire l'ozone avec économie et facilité, et donnant les moyens de récolte et de conservation nécessaires pour que ce corps remarquable puisse être mis régulièrement à la disposition de l'industrie.

Le prix est proposé pour une solution complète du problème, mais la Société se réserve d'encourager toutes les tentatives sérieuses, soit de préparation, soit d'application.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1891.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° **Prix de 1 000 francs** *pour l'utilisation des résidus de fabrique.*

Il fut un temps où les chimistes rejetaient, comme inutile et sans objet, le résidu, le *caput mortuum,* de leurs opérations. En tenir compte fut une révélation qui, de proche en proche, conduisit de Glauber à Lavoisier, c'est-à-dire de la manipulation indécise à la théorie la plus sûre.

Beaucoup d'industries en sont encore à cette période où les résidus de leurs travaux demeurent sans emploi et deviennent, par leur importance, l'occasion de troubles pour l'hygiène publique, ou de lourdes dépenses et de grandes gênes.

Les laitiers des hauts fourneaux, les charrées des fabriques de soude, les eaux-mères des marais salants, etc., constituent des masses dont l'exploitation sollicite vivement l'attention de l'industrie.

Tout emploi utile de ces matériaux dégrèverait d'une charge les industries qui les produisent, et réduirait d'autant le prix de revient de leurs produits, au profit du consommateur.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1891.

3° **Prix de 1 000 francs** *pour de nouvelles applications des corps simples non métalliques.*

Le silicium, le bore, le brome, l'iode, le sélénium même, etc., sont des corps rares autrefois et peu connus, aujourd'hui faciles à obtenir et bien étudiés.

Trouver à ces substances, qui sont douées d'aptitudes si diverses et si variées, des applications nouvelles, est un objet à la fois digne d'attention et de nature à répondre aux efforts tentés dans ce but.

Le prix sera décerné en 1891.

4° **Prix de 1 000 francs** *pour la découverte d'un nouvel alliage utile aux arts.*

La plupart des alliages employés dans l'industrie sont connus depuis longtemps. Cependant de nouveaux métaux ont été découverts, et l'un d'eux, l'aluminium, a fourni un bronze doué de qualités extraordinaires dont les arts et les beaux-arts tireront un parti considérable, lorsque son prix de revient le rendra accessible aux emplois communs de la vie.

Le bronze d'aluminium, éminemment malléable et ductile, partage avec le fer et l'acier la propriété de se laisser forger à chaud et de pouvoir être soudé. Fusible à une température élevée, il se prête à tous les travaux de moulage. Il résiste mieux à l'air et aux agents d'oxydation que les bronzes ou laitons anciennement connus.

Pourquoi les métaux nouvellement connus ne seraient-ils pas susceptibles de fournir aussi des alliages doués de qualités spéciales dignes de l'attention de l'industrie? Ce sont des études à entreprendre et des essais à tenter : la Société, en les provoquant, tiendra compte, du reste, de tout travail exact, faisant connaître

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les propriétés des alliages anciens ou nouveaux, lors même que leurs auteurs n'auraient pas trouvé l'occasion de faire sortir de leurs recherches de nouvelles applications industrielles.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1891.

5° **Prix de 4000 francs** *pour la découverte de procédés capables de fournir, par des transformations chimiques quelconques, des espèces organiques utiles, telles que la quinine, le sucre de canne, etc.*

La chimie organique est en possession de doctrines et de méthodes pratiques au moyen desquelles on peut prévoir et réaliser la production, par voie de transformation, d'un grand nombre de substances. L'urée, l'huile d'amandes amères, l'huile volatile de reine-des-prés, l'alcool, l'acide des fourmis, les essences à odeur de fruit, etc., ont été reproduits au moyen de procédés certains, en partant de substances qui semblaient très éloignées de la composition de ces corps, et quelquefois avec autant d'économie que de facilité.

Il n'y a pas de limites à ces sortes de créations, ou plutôt de ces nouveaux arrangements. Aux yeux de la théorie, il n'y a pas de différence entre la production de l'urée et celle de l'indigo ou de la quinine, entre celle de l'acide formique ou de l'alcool et celle du sucre de canne.

Aux yeux de la pratique, il n'en est pas de même, et, tandis que les alcaloïdes artificiels connus demeurent presque tous d'un faible intérêt à ses yeux, la découverte de la quinine artificielle aurait un retentissement immense et rajeunirait la gloire de Pelletier et de Caventou.

La Société d'Encouragement, convaincue que les progrès de la chimie organique permettent d'aborder ces sortes de problèmes, ne craint pas d'engager les chimistes à s'en occuper; s'ils n'atteignent pas le but, ils seront du moins récompensés de leurs efforts par des résultats scientifiques nouveaux.

Elle fait remarquer, d'ailleurs, qu'il ne s'agit point de la découverte de procédés exploitables au point de vue commercial, mais de la découverte pure et absolue d'un moyen quelconque pour la formation artificielle d'une substance éminemment utile de l'ordre de celles qui sont citées plus haut.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1891.

6° **Prix de 3000 francs** *pour la fabrication courante d'un acier ou fer fondu doué de propriétés spéciales utiles, par l'incorporation d'un corps étranger.*

On sait par les recherches de Faraday que plusieurs métaux, le platine, le palladium, le chrome, etc., modifient les propriétés de l'acier, d'une façon notable, dans le cas où ces métaux ne sont alliés au fer qu'en minime proportion.

Plus récemment, il a été constaté que les aciers sont rendus d'autant plus durs qu'ils renferment plus de tungstène. Leur ténacité statique s'accroît aussi; mais le métal devient plus aigre; il s'allonge moins. Les effets utiles ou nuisibles du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

manganèse sur l'acier ont été signalés également dans ces derniers temps. Mais il y a loin encore de ces indications plus ou moins vagues à une fabrication régulière et courante.

Cependant aujourd'hui que, grâce aux procédés Bessemer et Martin Siemens, l'emploi de l'acier et des fers fondus s'est considérablement élargi, l'attention se reporte de nouveau sur les travaux de Faraday. Il importe de connaître l'influence spéciale des métaux étrangers sur les propriétés du fer et de l'acier.

La Société d'Encouragement, désirant favoriser ces études, décernera un prix de 3 000 francs à celui qui fabriquera, sur une large échelle, et qui aura fait accepter par les arts ou les ateliers de construction un fer fondu doué de propriétés spéciales par l'incorporation d'un corps étranger.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1891.

7° **Prix de 2000 francs** *pour la découverte et la mise en œuvre d'un procédé pour l'utilisation du tanin contenu dans des écorces ou autres matières premières non encore employées dans la tannerie.*

L'industrie de la tannerie semble limitée, dans son développement, par la difficulté qu'on a à se procurer du tanin à un prix convenable. La principale source de cette substance est l'écorce de chêne, et pour en augmenter la quantité, on a été amené à exploiter le chêne à courte période. Il serait désirable, au contraire, qu'on pût conserver à cet arbre une longévité qui développerait dans son bois des qualités précieuses et très recherchées, qu'on ne retrouve dans aucune autre essence indigène. L'écorce du châtaignier et le sumac, ainsi que d'autres arbustes, ont aussi servi à donner du tanin, mais ces substances ne sont pas en grande abondance et n'ont jusqu'à présent fourni que des quantités utiles très restreintes.

Le tanin abonde cependant dans un grand nombre de substances végétales, surtout dans les écorces de beaucoup d'arbres; mais ses propriétés et son action y sont neutralisées par la présence d'autres principes, résineux ou extractifs, qui se sont opposés, jusqu'à présent, à ce que ces écorces puissent être utiles dans la tannerie. L'écorce des arbres résineux, par exemple, est très abondante et sans usage, et elle contient des quantités importantes de tanin; ces arbres sont, après le chêne, les plus communs dans les forêts françaises, et il est regrettable de voir détruire chaque année, sans profit, une grande quantité d'écorces qui contiennent des matières précieuses.

La Société désire provoquer la recherche de procédés, chimiques ou autres, par lesquels on puisse écarter ces principes étrangers, mettre en évidence et à l'état actif le tanin renfermé dans ces écorces ou autres substances végétales. Elle constatera l'emploi industriel qui en aura été fait dans la tannerie, et décernera un prix de 2 000 francs à l'auteur du procédé le plus avantageux et le plus employé.

Ce prix sera délivré, s'il y a lieu, en 1891.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

8° **Prix de 2000 francs** *pour la substitution à l'acide sulfurique dans la teinture, et notamment dans la teinture des soies, d'un autre composé donnant aux fibres l'apprêt voulu, mais n'exerçant pas sur elles la même action destructive.*

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1891.

9° **Prix de 1000 francs** *pour un nouvel emploi industriel d'une substance minérale quelconque abondante et à bas prix.*

La craie, la chaux, le plâtre, l'argile, la silice, le sulfate de soude, le sulfate de baryte, le granit et les roches granitoïdes altérées, les argiles, le fluorure de calcium, le phosphate de chaux, le sel marin, le sulfate de fer, les minerais de fer, etc., sont autant de substances dont tout emploi nouveau crée une richesse, suscite un commerce, développe des trafics de transport et fournit à la population de nouvelles sources de bien-être.

Trouver de nouveaux emplois à l'une quelconque des substances de cet ordre, constitue donc une amélioration industrielle intéressante que la Société veut provoquer, et qu'elle désire trouver l'occasion d'encourager ou de récompenser.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1891, à la plus importante des applications de cette nature que la Société aura été appelée à constater.

10° **Prix de 2000 francs et de 1000 francs** *pour la fabrication industrielle, en France, de l'acide sulfurique fumant et de l'acide sulfurique anhydre.*

La fabrication de l'acide sulfurique de Nordhausen a été jusqu'ici le monopole de quelques fabriques de l'Allemagne. La consommation était d'ailleurs limitée à l'emploi qu'on en faisait pour dissoudre l'indigo. Aujourd'hui que l'acide fumant est, pour ainsi dire, indispensable à la production de corps importants tels que l'alizarine artificielle, il serait utile que nos industriels, au lieu de faire venir de loin et à grands frais un produit dont l'usage s'étend déjà beaucoup et s'étendra certainement encore plus dans l'avenir, pussent le tirer des fabriques nationales d'où ils tirent leurs autres produits.

La Société d'Encouragement a décidé qu'un prix de 2 000 francs serait décerné au fabricant qui produirait le premier, en France, l'acide fumant ou l'acide anhydre, par un procédé plus économique que ceux qui ont été appliqués jusqu'ici.

Elle accordera une prime de 1 000 francs à l'industriel qui aura mis en œuvre l'une des méthodes déjà connues, en établissant, en France, une fabrication régulière et suffisamment importante.

Ces prix seront décernés, s'il y a lieu, en 1891.

11° **Prix de 4000 francs** *pour une application utile des métaux peu employés jusqu'ici dans l'industrie.*

Depuis quelques années, les métaux soupçonnés par les anciens chimistes ont été mis à nu, d'autres métaux curieux ont été découverts, d'autres enfin,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

réputés rares, sont devenus communs par suite de la découverte de nouveaux gisements ou de perfectionnements dans leur métallurgie. Le calcium, le magnésium, le baryum, le strontium sont très répandus à la surface de la terre; le thallium et les nouveaux métaux alcalins sont rares, mais doués de caractères spécifiques qui les recommandent à l'attention des expérimentateurs.

Il est impossible que le génie de l'homme laisse sans emploi des métaux aussi communs que le calcium, aussi étranges que le thallium, aussi rapprochés des métaux nobles par leur densité, leur éclat ou leur inaltérabilité, que le palladium, le nickel, le cobalt, le chrome, etc.

La Société voudrait susciter des travaux dans cette direction. Elle récompensera donc tout effort utile tenté en vue de préparer et d'utiliser les nouveaux métaux, laissant les expérimentateurs libres de choisir leur voie.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1891.

12° **Prix de 2000 francs** *pour de nouveaux progrès réalises dans la fabrication du chlore.*

La fabrication de la soude subit, en ce moment, une grave transformation. Au procédé de Le Blanc tend à se substituer, de tous côtés, le procédé de fabrication qui repose sur la décomposition à froid du chlorure de sodium par le bicarbonate d'ammoniaque.

L'exploitation de ce procédé, tenté déjà à plusieurs reprises, et notamment en 1855, par MM. Schlœsing et Rolland, a, depuis quelques années, pris rang définitivement parmi les grandes industries chimiques, et, dès à présent, elle livre au commerce des quantités de sel de soude dont le prix de revient est, dans une large mesure, inférieur au prix de revient de la soude fabriquée par le procédé Le Blanc.

Cependant le développement de cette nouvelle industrie se trouve forcément limité par la nécessité, pour la fabrication des produits chimiques, de fournir aux arts non seulement le sodium, mais encore le chlore que le sel contient. En effet, tandis que, dans le procédé Le Blanc, le manufacturier, par la production du sulfate de soude et de l'acide chlorhydrique, utilise ces deux éléments, on voit, dans les procédés à l'ammoniaque, tout le chlore évacué à l'état de résidus et généralement sous la forme de chlorure de calcium. D'où résulte, d'une façon nécessaire et dans une mesure fixée par les besoins du blanchiment, de la papeterie, etc., la conservation actuelle du procédé ancien en face du procédé nouveau.

Il en serait autrement si, résolvant un problème jusqu'ici considéré comme insoluble, la fabrication des produits chimiques parvenait à retirer des résidus laissés par la fabrication de la soude à l'ammoniaque, le chlore que ceux-ci emportent à l'état inutile. Complétés par cette découverte, les procédés à l'ammoniaque exerceraient une influence de premier ordre sur la valeur des produits chimiques de grosse fabrication, qui, pour nombre d'industries, sont de véritables matières premières, en même temps que la salubrité publique trouverait tout

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avantage à la suppression de résidus que jusqu'ici les manufacturiers sont obligés d'évacuer dans les cours d'eau.

La Société d'Encouragement, préoccupée des conséquences importantes qu'entraînerait l'utilisation de ces résidus, propose un prix de 2000 francs pour celui qui parviendra à en retirer, industriellement, le chlore qu'ils contiennent.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1891.

13° **Prix de 3000 francs** *pour la fabrication de verres destinés aux opérations chimiques.*

On sait le rôle important que joue le verre dans la construction des instruments de toutes sortes employés par les chimistes et les industriels dans leurs laboratoires. Le verre destiné à ces usages doit présenter des qualités spéciales que n'offrent pas, en général, les verres préparés pour la gobeletterie. Leur composition doit être telle que, tout en se prêtant aux divers travaux et opérations de laboratoire, ils présentent des conditions de fusibilité et d'inaltérabilité en rapport avec les usages auxquels ils sont destinés. Ils doivent être travaillés dans des conditions d'épaisseur, de forme et de légèreté spéciales. Il est malheureusement certain que les verriers et constructeurs français ne se sont pas encore préoccupés sérieusement de cette question, qui est résolue dans plusieurs pays étrangers.

La Société propose un prix de 3000 francs pour celui qui aura constitué une fabrication de verrerie de laboratoire satisfaisant aux conditions qui viennent d'être énoncées.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1891.

14° **Prix de 3000 francs** *pour la fabrication de grès cérames.*

Les poteries que Brongniart a désignées sous le nom de grès cérames présentent des propriétés précieuses, qui permettent de les employer à un grand nombre d'usages. Elles sont solides, dures, imperméables; elles peuvent être fabriquées sous de grandes dimensions, et elles se prêtent, dans l'industrie et dans les constructions, aux applications les plus variées et les plus utiles. La fabrication des grès cérames a été portée à un haut degré de perfection à l'étranger. Il serait désirable que les grès français pussent être obtenus dans des conditions de qualités et de prix qui leur permissent de lutter contre la concurrence étrangère.

La Société propose un prix de 3000 francs, qui sera décerné au fabricant qui aurait satisfait à ces conditions.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1891.

15° **Prix de 2000 francs** *pour la fixation de l'azote de l'air, sous forme d'acide nitrique, d'ammoniaque ou de cyanogène.*

L'azote de l'air intervient-il d'une manière directe dans les phénomènes de la nitrification, dans la formation de l'ammoniaque atmosphérique et dans la pro-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

duction des matières organiques azotées d'origine végétale? Ce sont des questions qu'il appartient à la théorie de résoudre.

Mais l'azote de l'air existe en quantités immenses autour de la terre, et il est à la disposition de l'homme. Il reste seulement à le fixer sous l'une des trois formes qui permettent à l'agriculture et à l'industrie d'en tirer parti : acide nitrique, ammoniaque, cyanogène. Il importe peu laquelle des trois combinaisons serait réalisée directement, puisque les procédés connus de la chimie permettent de passer avec facilité de l'un quelconque de ces composés aux autres.

Cette fixation peut, d'ailleurs, être faite de plusieurs manières. Ainsi on sait, par des expériences déjà fort anciennes de Curandau, qu'un mélange de potasse et de charbon, calciné fortement au contact de l'air, peut absorber de l'azote en donnant naissance à du cyanure de potassium. M. Desfosses a confirmé et étendu cette observation de Curandau, *Journal de pharmacie,* 1828, et a fait pressentir qu'elle pourrait recevoir une application dans l'industrie. Plus tard, en effet, la formation du cyanure de potassium au moyen de l'azote de l'air a été proposée et même effectuée très en grand à Newcastle, comme base d'un procédé pour la fabrication du prussiate de potasse ferrugineux. Il paraît que les pertes résultant de la volatilité du cyanure de potassium, à la haute température nécessaire pour sa production, ont fait renoncer à l'emploi de ce procédé, mais d'autres cyanures moins volatils pourraient être mis à profit et servir de base à la préparation subséquente du bleu de Prusse et des cyanures industriels.

D'autres procédés pourraient être employés pour obtenir des nitrates ou des sels ammoniacaux.

On sait, d'autre part, avec quelle facilité ces divers produits peuvent, dans des conditions favorables, faciles à réaliser, transformer leur azote en carbonate d'ammoniaque.

Or le carbonate d'ammoniaque constitue la combinaison dans laquelle l'azote se trouve le plus communément dans les engrais résultant des matières animales en décomposition, c'est celle sous laquelle il paraît le plus propre à fertiliser le sol auquel on le mélange.

Le problème qu'il s'agit de résoudre, et dont on possède aujourd'hui une solution scientifique, serait d'obtenir, industriellement, le cyanure de potassium ou tout autre composé azoté dans des conditions économiques acceptables, même pour la fabrication des engrais factices, en empruntant l'azote à l'air atmosphérique, à l'exclusion de toute matière animale.

C'est à ce point de vue que la Société d'Encouragement propose un prix de 2 000 francs pour la fabrication économique, au moyen de l'azote de l'air, soit des nitrates et des sels ammoniacaux, soit du cyanure de potassium ou des cyanures analogues.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1891.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

16° **Prix de 3000 francs** *pour la préparation artificielle du diamant noir compact.*

La chimie a prouvé que le carbone ou charbon, le graphite ou plombagine et le diamant constituent des substances identiques. La conversion du diamant en plombagine s'effectue très facilement; l'inverse, c'est-à-dire la conversion du charbon et de la plombagine en diamant, est certainement possible.

Mais, si le charbon pouvait être changé en un corps dur, identique au diamant, il ne s'ensuivrait pas que ce diamant fût cristallisé et comparable aux diamants des joailliers.

L'industrie resterait indifférente, du reste, à la découverte d'un moyen propre à réaliser la cristallisation du charbon; elle ne le serait pas à la découverte d'un moyen d'obtenir le charbon en masses dures et amorphes, comparables au diamant noir; car elle y trouverait le meilleur agent pour attaquer et pour polir les corps les plus durs.

Les détails connus sur le gisement du diamant, et surtout du diamant carbonique, sont encore extrêmement incomplets. L'un et l'autre se trouvent, et souvent ensemble, dans des sables d'alluvion provenant de la désagrégation de roches plus ou moins anciennes, qui sont elles-mêmes des terrains de transport. Nous ne possédons aucune notion certaine sur la gangue primitive du diamant, et nous ne connaissons aucune différence de gisement qui permette d'entrevoir une différence correspondante dans le mode de formation de la variété cristalline et de la variété compacte.

Nous savons seulement qu'il existe des variétés d'anthracite d'une dureté singulière.

On pourrait, de là, être conduit à penser que les causes qui ont donné naissance à l'anthracite commun, étant modifiées, auraient pu lui assigner une dureté qui le rapprocherait plus ou moins du diamant carbonique.

La Société d'Encouragement attache une si grande importance à la fabrication du diamant noir, qu'elle se réserve de récompenser libéralement celui qui par une étude plus approfondie du gisement des diamants noirs ou cristallisés, aurait fourni un point de départ plus sûr aux recherches expérimentales relatives à la production artificielle de cette substance précieuse.

Tout procédé qui permettrait de réaliser cette production serait considéré, d'ailleurs, à quelque prix qu'elle fût effectuée, comme un progrès considérable, promettant pour l'avenir, aux ateliers, un moyen d'action d'une grande puissance pour le travail du fer, de la fonte, de l'acier et des pierres et serait couronné en conséquence.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1891.

17° **Prix de 3000 francs** *pour une étude expérimentale des propriétés physiques ou mécaniques d'un ou plusieurs métaux ou alliages, choisis parmi ceux qui sont d'un usage courant.*

La plupart des procédés industriels reposent sur l'utilisation de certaines

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

propriétés des corps (coefficient de dilatation, ténacité, malléabilité, fusibilité, etc.) dont le rôle est généralement connu d'une façon purement qualitative. Il serait très important de posséder des mesures précises de ces diverses grandeurs, qui permettent d'apprécier exactement leur influence individuelle. Pour ne citer qu'un exemple, on sait que dans le moulage de la fonte une des plus grandes difficultés que l'on rencontre provient du retrait du métal; or, aujourd'hui, l'on ne possède aucune donnée précise sur la loi de dilatation de la fonte et même les expériences capitales de Gore sur les changements brusques de volume que les fers, aciers ou fontes éprouvent au rouge n'ont pas été reprises et sont complètement tombées dans l'oubli.

La Société espère que la création d'un prix de 3 000 francs encouragera les recherches dans cette voie. Elle se réserve de partager le prix ou de n'en accorder qu'une partie suivant la valeur des travaux qui lui seront soumis.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1891.

18° **Prix de 3000 francs** *pour une étude scientifique d'un procédé industriel dont la théorie est encore imparfaitement connue.*

Un grand nombre d'industries se développent d'une façon purement empirique; les procédés permettant d'obtenir un résultat donné sont connus souvent bien longtemps avant qu'on ne soupçonne la nature ou l'enchaînement des phénomènes mis en jeu. Leur connaissance exacte présenterait pourtant un grand intérêt au point de vue industriel en réduisant le nombre des tâtonnements nécessaires pour arriver à réaliser de nouveaux perfectionnements.

La Société propose un prix de 3 000 *francs* pour le meilleur travail qui lui sera soumis; elle se réserve de partager le prix ou même d'en différer l'attribution. Les mémoires les plus intéressants pourront être publiés en entier, ou par extrait dans les bulletins de la Société.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1891.

19° **Prix de 4000 francs** *pour une publication utile à l'industrie chimique ou métallurgique (traités, mémoires).*

Les progrès rapides de l'industrie font que les traités technologiques cessent, peu de temps après leur publication, d'être au courant des plus récents perfectionnements. La publication de semblables traités présente un grand intérêt pour les industriels qui ne peuvent se tenir au courant des progrès réalisés que par la lecture de mémoires dispersés de tous côtés et difficiles à se procurer.

A côté des traités purement descriptifs où l'énumération des recettes et procédés particuliers à chaque industrie tient une place prépondérante, il est une catégorie d'ouvrages plus utiles encore au progrès de l'industrie et dont la publication ne saurait être trop encouragée. Ce sont les traités qui font surtout connaître les principes et les méthodes scientifiques des divers procédés industriels, c'est-à-dire montrent comment ces procédés peuvent se déduire de quelques faits

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus simples et plus généraux, susceptibles de mesures précises, tels que réactions chimiques, propriétés physiques, dont les expériences de laboratoire ont permis l'étude rationnelle. — La publication d'un traité de chimie métallurgique résumant les travaux parus sur ce sujet dans ces vingt dernières années rendrait les plus grands services à l'industrie française.

La Société d'Encouragement propose pour de semblables publications un prix de 4 000 francs qu'elle se réserve de diviser. Il ne sera accordé de récompense qu'aux ouvrages d'un mérite réel dont les auteurs auront fait preuve d'une compétence spéciale sur les sujets qu'ils traitent.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1891.

20° **Prix de 3 000 francs** *pour une étude scientifique de la combustion dans les fours chauffés par gazogènes.*

Depuis les travaux classiques d'Ebelmen sur l'emploi des combustibles gazeux, il n'a été fait en France aucune recherche d'ensemble sur un sujet si important. Ce mode de chauffage, actuellement appliqué dans les industries les plus variées, est appelé à prendre un développement de jour en jour plus grand et à se substituer complètement au chauffage direct par grille. Les analyses de gaz qui ont été faites, quoique très nombreuses, présentent généralement peu d'intérêt. Elles sont toujours incomplètes, un des éléments importants, l'eau, n'étant jamais dosé; elles se rapportent à des gaz dont les conditions de production ne sont pas spécifiées, et un grand nombre d'entre elles ne présente aucune garantie d'exactitude.

Il serait très important d'avoir une série d'analyses *complètes*, se rapportant à des gaz obtenus dans des conditions parfaitement déterminées, comme composition chimique du combustible solide, poids d'eau vaporisée sous la grille, durée de séjour des gaz au contact du charbon, température du gazogène. Des analyses des produits de la combustion devraient être faites parallèlement en les rapprochant de la durée de séjour des flammes dans les fours, de la température de ce dernier, de la vitesse relative d'arrivée des gaz et des sections et positions relatives des carneaux d'émission.

De semblables données numériques seraient très utiles à l'industrie en faisant connaître par avance les résultats que l'on peut attendre d'un combustible donné, et plus encore en faisant ressortir la nécessité absolue des analyses fréquentes de gaz pour la conduite des gazogènes, — analyses dont l'utilité pratique est loin d'être admise comme elle devrait l'être.

La Société d'Encouragement propose pour une semblable étude un prix qui pourra s'élever à 3 000 francs. On attachera moins d'importance au nombre des résultats d'expérience obtenus qu'à la précision des analyses, et au soin avec lequel les conditions déterminantes des phénomènes auront été mises en évidence.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1891.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

21° **Prix de 3000 francs** *pour une étude scientifique des propriétés des divers produits hydrauliques.*

La connaissance des méthodes d'essais permettant avec certitude d'apprécier *a priori* les qualités des chaux et ciments hydrauliques au point de vue de leur emploi aurait une importance considérable. Tous les industriels, fabricants de ciment et tous les ingénieurs consommateurs de ciment sont unanimes sur ce point. En l'état actuel, malheureusement, on en est réduit à des procédés d'essai essentiellement irrationnels et ne donnant le plus souvent que des résultats illusoires. Après avoir constaté que certains ciments reconnus de bonne qualité par un long usage dans les travaux, présentaient certaines qualités de densité, de résistance mécanique, de durée de prise, susceptibles de mesure, on exige par les cahiers des charges des densités, des résistances de même grandeur. Mais ces propriétés, étant indépendantes de qualités qui sont utiles dans les travaux, peuvent être obtenues par les fabricants avec des ciments médiocres.

La première qualité d'un ciment est de résister le plus longtemps possible à l'action désagrégeante des actions externes ou internes qui concourent pour sa ruine : gonflement postérieur à la prise de chaux mal éteinte, action de la gelée, de la chaleur combinée à la sécheresse ; circulation superficielle ou interne d'eau douce, d'eau de mer, etc. Mais il importe fort peu de savoir si un ciment auquel on ne demandera jamais de travailler à plus de 2 ou 3 kilog. par centimètre carré aura résisté dans les essais à 500 kilog. et plus. La résistance inégale des divers ciments à ces actions désagrégeantes est la conséquence de certaines propriétés physiques et chimiques qui pourraient sans doute être mises en évidence, si on en connaissait la nature, par des essais appropriés.

Parmi les propriétés dont une étude complète serait utile à ce point de vue, on peut citer, mais seulement à titre d'exemple et sans pensée limitative, le durcissement comparé dans l'eau froide et l'eau chaude ; l'influence sur la résistance de la dessiccation dans l'air à des températures plus ou moins élevées ; la perméabilité avec étude simultanée de l'action décomposante d'eau distillée, d'eau douce, d'eau de mer et de dissolutions salines variées ; les variations de volume liées au phénomène de durcissement ainsi que celles qui dépendent des pressions extérieures auxquelles les mortiers sont soumis.

La Société d'Encouragement propose pour de semblables études un prix qui pourra s'élever à 3 000 francs.

Ce prix sera donné, s'il y a lieu, en 1891.

22° **Prix de 3000 francs** *pour une étude sur la dilatation, l'élasticité et la ténacité des pâtes et couvertes céramiques.*

Les différents produits céramiques présentent au point de vue de la solidité des qualités bien différentes. Les porcelaines et les grès peuvent être environ dix

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fois plus résistants que les terres cuites et faïences communes; l'addition de fondant à la pâte des faïences fines leur donne à ce point de vue une situation intermédiaire entre les produits extrêmes. Des mesures précises de résistance à l'écrasement, à l'arrachement ou à la flexion de ces divers produits seraient évidemment très utiles si elles étaient rapprochées de la nature et de la proportion des éléments constitutifs des pâtes, de leur température de cuisson.

L'accord des pâtes et des couvertes est un des problèmes les plus délicats de la céramique; ce n'est actuellement que par des tâtonnements indéfiniment prolongés, et partant très coûteux, que l'on arrive à quelques solutions particulières plus ou moins satisfaisantes. Ainsi, pour arriver à reconstituer la véritable porcelaine chinoise, il n'a pas fallu moins de trente années de travail. Il semble que la connaissance exacte des coefficients de dilatation et des limites d'élasticité de pâtes et de couvertes de nature déterminée, en permettant de réduire le nombre des essais analogues, serait d'un bien grand secours pour le perfectionnement de notre industrie céramique.

Enfin la mesure de la dureté des couvertes présente également un intérêt incontestable.

La Société d'Encouragement propose pour une semblable étude un prix qui pourra s'élever à 3000 francs, et qui sera décerné, s'il y a lieu, en 1891.

23° **Prix de 3000 francs** *pour une étude scientifique des propriétés physiques et mécaniques des verres.*

La composition chimique des verres varie avec l'usage auxquels ils sont destinés. Ce ne sont pas seulement la considération de l'abaissement du prix de revient d'une part, et celle de l'éclat, de la transparence, d'autre part, qui motivent ces variations de composition. Les conditions variées de travail et d'emploi du verre exigent des qualités également variées. D'une façon générale le verre doit prendre une fluidité telle que l'affinage soit complet, le dégagement des bulles gazeuses parfaitement assuré. En outre, pour la gobeletterie, il faudra un verre restant longtemps malléable et pouvant se travailler jusqu'à une température relativement assez basse; pour les bouteilles à champagne, il faut un verre résistant et peu altérable; pour les émaux, il faudra des verres ayant une élasticité considérable leur permettant de se prêter aux dilatations inégales des corps qui les supportent.

Ces diverses qualités sont susceptibles, les unes de mesures rigoureuses, les autres de mesures approchées dont la connaissance présenterait un intérêt incontestable. On peut déterminer la température à laquelle un verre commence à plier sans rompre; puis à se déformer sous son propre poids, à couler comme un liquide et enfin à laisser monter à la surface les bulles gazeuses. On peut également mesurer la ténacité à des températures croissantes. Le coefficient d'élasticité et celui de dilatation peuvent aussi faire l'objet de mesures précises.

De semblables mesures, bien entendu, ne peuvent avoir d'utilité qu'à condi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tion d'être rapprochées de la composition chimique du verre, des conditions de refroidissement lent ou rapide, en un mot de toutes les circonstances dont ces grandeurs peuvent être fonctions. Des expériences faites sur des matières insuffisamment déterminées seraient totalement dénuées de valeur.

La Société d'Encouragement propose pour une semblable étude un prix qui pourra s'élever à 3000 francs, suivant l'importance du travail et des résultats obtenus.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1891.

ARTS ÉCONOMIQUES.

1° **Prix de 2000 francs** *pour une application industrielle de l'endosmose des liquides et des gaz.*

Il y a quarante ans, un illustre académicien français, Du Trochet, découvrit la mystérieuse propriété des membranes végétales et animales, à laquelle il donna le nom d'*endosmose*.

Le fait général dont la science lui est redevable peut s'énoncer ainsi : Lorsque deux liquides de composition différente, c'est-à-dire formés par le mélange de substances différentes, sont séparés par une membrane, certaines de ces substances peuvent passer d'un compartiment à l'autre à l'exclusion des autres. La membrane exerce une véritable action élective.

Un chimiste anglais, Graham, a grandi le cercle de ces phénomènes; nous savons aujourd'hui que les membranes n'agissent que par leur qualité de corps poreux, et non comme corps organisés; des cloisons de plâtre, de porcelaine dégourdie, de graphite, donnent lieu aux mêmes phénomènes que les membranes végétales ou animales. Il y a là une force mécanique moléculaire qui peut vaincre non seulement l'affinité d'un corps pour son dissolvant, mais même des affinités chimiques faibles.

L'industrie doit, sans doute, tirer un jour le plus grand parti de ces actions physiques d'une nouvelle espèce, pour concentrer des principes disséminés dans de grandes masses de produits naturels ou artificiels, pour en éliminer de nuisibles, pour déplacer les sucs contenus dans des cellules végétales. L'endosmose suffira, dans certains cas, pour provoquer des doubles décompositions qui exigeraient, sans son concours, tantôt des températures trop élevées ou trop basses, tantôt l'influence d'agents trop dispendieux, ou capables d'altérer les produits utiles.

Déjà, un de nos plus éminents industriels, M. Dubrunfaut, a montré, dans le traitement des mélasses, combien il était facile de donner à l'endosmose une forme industrielle et pratique. Depuis longtemps, on sait que l'alcool se concentre dans les réservoirs membraneux qui le renferment. Certains procédés de tannage

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ont mis l'endosmose à profit. Il y a donc là une voie à tenter pour un grand nombre d'industries.

Graham a montré que les membranes ou les corps poreux, mis en présence des gaz, produisaient sur ceux-ci des phénomènes analogues à ceux que Du Trochet a découverts pour les liquides. Les cloisons poreuses ont la faculté de diffuser avec une rapidité très inégale les différents gaz, soit dans le vide, soit dans une atmosphère gazeuse.

En particulier, la Société verrait avec satisfaction résoudre le problème posé par l'emploi du gaz d'éclairage dans les appartements. Veut-on se préserver des dangers d'explosion, il faut ouvrir les ventilateurs à la partie supérieure des pièces ainsi éclairées. Mais, si ces pièces sont chauffées par des poêles ou cheminées, l'appel qui se fait par ces ventilateurs en rend l'habitation très incommode et jette quelque doute sur l'efficacité de la ventilation. Il s'agirait de trouver une étoffe ou un diaphragme capable d'arrêter l'air et de livrer issue aux gaz de l'éclairage. Les ventilateurs qui en seraient munis garderaient ainsi leurs bons effets et perdraient leurs inconvénients.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1891.

2° **Prix de 2000 francs** *pour la construction d'une essoreuse à effet continu.*

L'industrie des produits chimiques utilise avec grand profit les essoreuses à force centrifuge. Mais dans certains cas, notamment lorsqu'il s'agit d'opérer la séparation et le lavage de précipités, de cristaux, etc., des substances volatiles, l'alcool, la benzine, le chloroforme, etc., avec lesquels ces corps sont mélangés, l'emploi des appareils ordinaires devient très onéreux par suite des pertes occasionnées par la manipulation nécessaire pour retirer les matières solides du panier de l'appareil, ces matières conservant toujours une petite quantité du liquide volatil qu'il s'agissait d'extraire.

Une essoreuse dans laquelle les matières à séparer s'introduiraient d'une manière continue et qui permettrait de recueillir sans arrêt, d'une part, les substances essorées et de l'autre les liquides, réaliserait un grand progrès dans la séparation des matières industrielles.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1891.

3° **Prix de 2000 francs** *pour l'invention de procédés nouveaux permettant d'utiliser le pétrole avantageusement et sans danger, soit dans l'industrie, soit dans l'économie domestique.*

Le pétrole, dont la production augmente de jour en jour et dont l'usage sous des formes diverses tend à se développer, fournit une source précieuse de chaleur et de lumière. Il importe de perfectionner les appareils à l'aide desquels on l'emploie, et cela non seulement au point de vue de l'utilité que l'on peut en retirer, mais aussi pour éviter complètement, ou du moins pour diminuer autant que pos-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sible, les accidents auxquels donne trop fréquemment lieu l'usage du pétrole. La Société d'Encouragement accordera le prix à l'inventeur qui, dans ce double ordre d'idées, aura réalisé les plus grands progrès.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1891.

4° **Prix de 3000 francs** *pour un appareil qui permette de déterminer la puissance calorifique des combustibles.*

La combustion de la houille est le moyen généralement employé dans l'industrie pour produire la chaleur nécessaire à la génération de la vapeur dans les opérations métallurgiques, etc., et la valeur est essentiellement liée à la quantité de chaleur qu'elle peut dégager; il serait d'une grande importance de pouvoir déterminer facilement la puissance calorifique d'une houille que l'on a l'intention d'employer.

Les essais aux calorimètres de MM. Favre et Silbermann, de M. Berthelot, exigent des manipulations et des analyses délicates qui ne peuvent être confiées qu'à des mains habiles et exercées; les expériences sous les chaudières à vapeur demandent une installation spéciale et coûteuse et présentent des difficultés sérieuses pour se mettre à l'abri des causes d'erreurs. Un appareil simple, pratique, donnant assez rapidement et avec une appréciation suffisante pour l'industrie la puissance calorifique d'une houille, rendrait les plus grands services.

Il serait à désirer qu'avec quelques modifications au besoin, il pût servir à déterminer celle d'un combustible industriel quelconque.

La Société d'Encouragement propose, pour un appareil remplissant les conditions énoncées, un prix de 3 000 francs.

Ce prix sera donné, s'il y a lieu, en 1892.

5° **Prix de 3000 francs** *pour la présentation d'une matière pouvant remplacer la gutta-percha dans ses différents usages.*

On sait que la gutta-percha, dont l'introduction en Europe remonte seulement à l'année 1847, provient du suc laiteux d'arbres d'espèces diverses qu'on trouve au sud de la presqu'île de Malaca, ainsi que dans les îles de Sumatra et de Bornéo. Ces arbres ne peuvent croître que dans les climats chauds et humides; aussi paraît-il difficile de les acclimater dans d'autres pays, sauf peut-être dans les parties basses de la Cochinchine situées au nord-est de Saïgon.

La gutta-percha qui devient plastique à une température modérée, se conserve à peu près indéfiniment dans l'eau, n'est pas attaquée par les acides et est un bon isolant pour l'électricité, est d'un usage qui s'est rapidement répandu dans l'industrie, où elle sert non seulement à la construction des câbles télégraphiques sous-marins et souterrains, mais encore à une foule d'emplois les plus divers.

L'exploitation des arbres qui produisent cette gomme a pris des proportions si considérables et se fait dans des conditions si désastreuses, qu'on peut craindre qu'ils ne viennent à manquer dans un avenir assez prochain.

Il résulte, en effet, d'un Mémoire publié récemment par M. le Dr Burck,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

directeur-adjoint du Jardin botanique de Batavia, que, pour récolter la gutta-percha, les indigènes abattent les arbres qui la produisent, puis se bornent à faire des entailles dans l'écorce pour recueillir le suc laiteux qui s'y porte. Ils abandonnent ensuite ces arbres, qui pourraient ordinairement fournir une seconde récolte au moins égale à la première.

La quantité de gutta-percha qui est expédiée annuellement en Europe, de Bornéo seulement, est d'environ 1 312 500 kilogrammes; elle représente une valeur de 2 200 000 francs et est fournie par 5 250 000 arbres qui sont abattus chaque année. Ces arbres, qui sont à peine âgés de vingt-six ans, sont loin d'être adultes, et l'on ne trouve plus actuellement de graines qui puissent servir à la création de nouveaux plants. On comprend combien il importe de prendre des mesures pour sauvegarder l'avenir; aussi, dans son Mémoire, M. le Dr Burck demande-t-il que la culture des arbres à gutta-percha soit réglée, dans les îles de la Sonde, par le gouvernement néerlandais, et que l'exploitation en ait lieu, sans abatage, au moyen de saignées convenablement espacées.

Quant au caoutchouc, qui a été importé en Europe il y a plus de cent ans avec la gutta-percha, il s'altère rapidement à l'air et ne devient pas plastique sous l'influence d'une élévation de la température; mais ses propriétés se modifient lorsqu'il est mélangé au soufre (caoutchouc vulcanisé), et, sous cette forme, il a reçu de nombreuses applications industrielles, sans toutefois pouvoir remplacer la gutta-percha d'une façon générale. Le soufre attaque vivement les métaux, et en particulier le cuivre; aussi, lorsqu'on emploie le caoutchouc vulcanisé pour l'isolement des conducteurs, a-t-on soin d'étamer les fils de cuivre et d'appliquer sur le métal une première couche de caoutchouc pur.

Il est probable qu'on trouvera d'autres arbres qui pourront fournir des gommes jouissant de propriétés analogues à celles de la gutta-percha et du caoutchouc. On en a déjà obtenu du *balata* qui croît dans les Guyanes et dont il paraît facile de développer la culture. M. Hœckel, dans une note publiée dans les *Comptes rendus* de l'Académie des sciences (11 mai 1885), cite un arbre, connu sous le nom de *karit,* qu'on trouve en grande abondance dans les forêts africaines situées sur les parcours du Niger et du Nil, dont on peut tirer un suc laiteux présentant, après sa solidification, les apparences de la gutta-percha; mais aucune expérience décisive n'a encore été faite sur ce produit.

Quoi qu'il en soit, on a été naturellement conduit à rechercher s'il ne serait pas possible de remplacer dans l'industrie la gutta-percha et le caoutchouc par d'autres substances d'un prix moins élevé.

C'est ainsi que MM. Clark et Muirhead, d'une part, MM. Field et Taling, de l'autre, ont présenté, sous le nom de *nigrite,* une composition de caoutchouc et du résidu noir fourni par la distillation de la paraffine; M. Day, de New-York, sous le nom de *kérite,* un mélange d'huile, de caoutchouc, de cire et de silice, qui a été essayé pour l'isolement des conducteurs télégraphiques souterrains, et paraît donner de bons résultats.

A l'exposition d'électricité de 1881, M. Mourlot a exposé, sous le nom de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gutta-percha française, un produit de la distillation de l'écorce du bouleau qui semble jouir des propriétés de la gutta-percha ordinaire.

MM. Berthoud et Borel fabriquent, à Cortaillod (Suisse), des câbles entourés de plomb, dont le conducteur est enveloppé de plusieurs couches de coton écru préalablement plongé dans un bain de paraffine à 180 degrés, etc.

L'expérience n'a pas encore prononcé sur la valeur réelle de ces diverses compositions, sur lesquelles il n'a pas été fait d'essais comparatifs, et qui, d'ailleurs, sont de date trop récente pour qu'on puisse avoir une idée exacte de la persistance de leurs propriétés.

La Société d'Encouragement croit donc devoir mettre la question au concours et proposer un prix de 3 000 francs pour l'inventeur qui présentera la meilleure matière capable de remplacer la gutta-percha dans ses diverses applications. Elle tiendra compte du prix de revient, de la facilité de fabrication et de la diversité des usages des substances qui lui seront présentées.

Les concurrents devront fournir, avec l'indication exacte de leurs procédés de fabrication, des échantillons de leurs produits, qui permettront d'en apprécier la valeur, en même temps que des détails complets, sur les applications qui en auront été faites.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1893.

AGRICULTURE.

1° **Prix de 2000 francs** *pour la meilleure étude sur l'agriculture et l'économie rurale d'une province ou d'un département.*

L'agriculture et l'économie rurale des diverses parties de la France présentent des différences dignes de remarque, provenant de causes locales encore peu connues. Il serait très utile de pouvoir comparer entre elles les méthodes ou systèmes qui y sont mis en pratique. Une série de monographies faisant connaître ce qui se passe dans chaque région agricole permettrait de faire ces rapprochements et contribuerait ainsi puissamment aux progrès de l'agriculture.

Quelques études de ce genre qui avaient été tentées ont engagé la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale à proposer un prix pour ce genre de recherches, et elle a pu décerner déjà des prix et des mentions honorables aux auteurs de remarquables monographies de ce genre. Ce succès l'a décidée à maintenir la question au concours. Elle propose donc de nouveau un prix de 2 000 francs pour la meilleure description de l'agriculture et de l'économie rurale d'une *région agricole*. L'étendue de cette région pourra embrasser une province entière ou se borner à un département; mais les investigations dont cette contrée sera l'objet devront être précises et détaillées, et faire connaître, aussi complètement que possible, les pratiques agricoles et surtout les méthodes d'économie rurale qui y sont employées.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1891.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° **Prix de 3000 francs** *pour la meilleure étude sur la constitution physique et la composition chimique comparées des terrains d'une des régions naturelles (ou agricoles) de la France, par exemple, de la Brie, de la Beauce, du pays de Caux, etc., etc.*

Les cartes géologiques de détail que publie l'administration des mines indiquent non seulement les divers étages géologiques qui ont formé les terrains superficiels, mais les dépôts de limon quaternaire qui les recouvrent en certains points, sur une épaisseur plus ou moins grande, les dépôts meubles qui, provenant des précédents, sont venus s'accumuler sur les pentes ou former des alluvions au fond des vallées.

Ce sont de véritables cartes agronomiques qu'on pourrait rendre encore plus utiles aux agriculteurs en étudiant chacun de ces étages, d'un côté, par l'analyse dans le laboratoire, et, de l'autre, par des essais méthodiques d'engrais chimiques (engrais analyseurs, analyse du sol par les plantes) dans les champs.

Un petit nombre d'analyses faites sur des échantillons assez bien choisis, d'après les indications des cartes, pour représenter le type de chacun de ces terrains, pourrait ainsi servir pour tous les champs désignés sur ces cartes par la même teinte.

Il faudrait employer pour ces analyses des méthodes qui permettent de donner aux agriculteurs des conseils pratiques sur l'emploi de l'acide phosphorique, de la potasse, etc., pour telle culture ou telle autre (par exemple, les méthodes indiquées par M. P. de Gasparin dans son *Traité de la détermination des terres arables dans le laboratoire*).

Dans les cas où il serait d'usage dans le pays d'employer de la marne ou de la chaux, il faudrait étudier aussi la composition chimique de ces amendements, leur action sur le sol, etc.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1891.

3° **Prix de 2000 francs** *pour le reboisement et le gazonnement des terres incultes des montagnes.*

On sait que les moyens les plus efficaces pour prévenir les inondations des vallées consistent à reboiser les surfaces en pente des montagnes et à développer les pâturages sur les plateaux dont le sol montre de l'aptitude, pour la production herbagère. Indiquer les procédés de reboisement à appliquer dans les montagnes, les essences à préférer suivant le sol et l'altitude, les moyens les plus économiques et les plus rapides pour combattre l'instabilité de certains versants; dire comment on doit opérer le gazonnement des surfaces propres à la production de l'herbe, énumérer la nature et la proportion des espèces à adopter : telles sont les questions à résoudre quand il s'agit de s'opposer au ravinement des terrains accidentés des montagnes ou de supprimer les ravages des torrents existants.

La Société donnera un prix de 2000 francs au propriétaire qui aura regarni de bois ou de pâturages des surfaces importantes en montagne.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le prix pourra être attribué à l'auteur qui, après une étude préalable sur le terrain, aura décrit, dans un mémoire, les procédés de reboisement ou de gazonnement les plus économiques et les plus nouveaux, appliqués dans l'une des régions de la France ou de l'Algérie et proposera les mesures les plus efficaces pour exciter et aider les propriétaires particuliers à collaborer largement à ces travaux qui, dans bien des cas, doivent être le point de départ des améliorations agricoles.

Le mémoire pourra concerner, soit la partie montagneuse du bassin d'une rivière torrentielle, soit un torrent ou un groupe de torrents, ayant fait l'objet de travaux susceptibles de fournir des enseignements utiles pour tous les cas qui peuvent se présenter dans les propriétés des particuliers en montagne.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1891.

4° **Prix de 4000 francs** *pour les meilleures expériences pour l'alimentation du bétail.*

Certains déchets l'industrie ont une valeur alimentaire qui n'est pas suffisamment appréciée; ces expériences précises, suivies pendant un certain temps et contenant les renseignements les plus complets, tant sur la composition de l'aliment que sur son prix et sur les résultats obtenus, soit pour la production du lait, de la viande ou du travail, soit pour l'élevage, rentreraient dans le programme de ce concours. La meilleure utilisation des produits ensilés, l'étude de leur valeur nutritive et de leur influence sur le rendement des produits de la ferme, répondraient également aux vues de la Société, ainsi que la préparation des aliments, la substitution d'un fourrage à un autre, qui réaliseraient une économie ou un progrès réel dans l'alimentation des bêtes bovines ou ovines.

En résumé, toute expérience bien faite, poursuivie dans une exploitation agricole pendant un temps assez long et conduisant à des résultats avantageux pour la pratique agricole de n'importe quelle région de la France, sera admise à ce concours, mais à la condition qu'elle soit accompagnée d'observations précises et de chiffres dont le contrôle soit possible et qu'elle conduise à une innovation heureuse, à un perfectionnement dans l'emploi des aliments usuels, ou qu'elle constitue une étude approfondie des résultats comparatifs obtenus avec les principales substances alimentaires.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1891.

5° **Prix de 1500 francs** *pour les meilleures variétés d'orges de brasserie.*

Il est ouvert, par la Société nationale d'Encouragement à l'Industrie nationale, un concours pour la culture des variétés d'orges d'hiver et de printemps, en vue de la brasserie.

Les conditions du concours sont les suivantes :

1° Nul ne peut être admis au concours si la culture pour chaque variété n'est pas de deux hectares au moins.

2° Le poids à l'hectolitre devra être de 68 kilos au minimum.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les caractères qui serviront à l'appréciation du jury sont ceux d'une bonne orge de brasserie, savoir :

1° Couleur jaune clair de paille, ou serin ou blanc jaunâtre, uniformément répartie sur tout le grain.

2° Cassure blanche, farineuse et de bon goût.

3° Odeur franche.

4° Bonne conformation des grains (forme bombée, courte, ronde, grains bien nourris et finement ridés).

5° Propreté et homogénéité des grains.

6° Grande faculté et énergie germinatives (92 à 96 p. 100 de grains germés dans un délai de 3 jours).

La pureté, la faculté germinative et la composition chimique seront examinées au laboratoire de l'Institut national agronomique.

Les échantillons exposés devront être de 20 litres; ils seront envoyés en sac scellé et seront accompagnés d'une gerbe.

La Société aura le droit de disposer de ces échantillons.

La Société se réserve le droit de faire inspecter, par des délégués, les champs ensemencés et d'assister à la récolte.

Les concurrents dans leur déclaration devront faire connaître :

1° Leur nom et domicile.

2° L'étendue de leur culture.

3° L'étendue consacrée à la culture de l'orge.

4° La variété d'orge cultivée.

5° L'origine ou la provenance des semences d'orge qu'ils emploient.

6° La nature du sol et du sous-sol, où se fait leur culture d'orge.

7° Les façons données au sol et l'assolement suivi.

8° Les fumures — fumiers — engrais complémentaires ou chimiques, — quantité, — époque des applications.

9° Époque des semailles, — mode de semailles (en lignes ou à la volée), — quantité de semences employée à l'hectare.

10° Sarclage, binage.

11° Date de la floraison.

12° Date de la moisson.

13° Conditions climatériques dans lesquelles elle s'est faite (beau temps, temps froid, pluvieux, etc., et température).

14° État de maturité du grain au moment de la moisson.

15° Mode et durée de la dessiccation des gerbes.

16° Mode et époque du battage.

17° Mode de conservation des grains.

18° Rendement total en grains.
Rendement en paille.

19° Rendement par hectare en grains.
Rendement par hectare en paille.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

20° Poids de l'hectolitre du grain au moment du battage et au moment de la vente.
21° Quantité d'orge vendue en 1888 et en 1889.
Prix obtenu par hectolitre.
Prix obtenu par quintal.
Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1891.

6° **Prix de 2000 francs** *relatif à la découverte de moyens pour reconnaître les falsifications du beurre.*

Le commerce du beurre a pris un développement considérable; mais en même temps que la valeur de ces produits a augmenté, que leur commerce à l'intérieur et à l'extérieur a pris une grande extension, les falsifications dont ces matières peuvent être l'objet se sont multipliées. Elles se sont accrues au point que plusieurs conseils généraux des régions intéressées se sont émus des préjudices qu'elles causaient à notre agriculture et de l'atteinte qu'elles portaient à la bonne réputation de nos beurres sur les marchés étrangers. Les Associations agricoles s'en sont préoccupées. Nous avons pensé que ce serait rendre un grand service au pays que de trouver des moyens faciles et expéditifs de découvrir les falsifications dont il s'agit. Le Comité d'agriculture a, en conséquence, proposé la mise au concours de la découverte de moyens pour reconnaître la falsification du beurre.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1891.

7° **Prix de 3000 francs** *pour le meilleur instrument permettant de mesurer facilement le travail des machines agricoles.*

L'emploi des machines en agriculture s'impose de plus en plus devant l'élévation du taux des salaires et l'abaissement des prix de vente produit par le grand développement donné aux voies de communication.

Il y a un intérêt considérable à pouvoir se rendre compte avec sûreté de la valeur relative des différents types d'instruments qui peuvent être employés avantageusement pour la culture et en particulier de la quantité de travail mécanique qu'un instrument donné exige pour son fonctionnement.

L'amélioration du matériel agricole doit être la conséquence de l'établissement d'expériences exactes et complètes dans lesquelles aucune quantité ne doit être laissée à l'estimation de l'expérimentateur. Pour cela, il est indispensable d'avoir des appareils de mesure évaluant et enregistrant d'une façon continue toutes les données nécessaires.

En ce qui touche en particulier les instruments de culture, il ne suffit pas d'en déterminer la traction moyenne, il convient de considérer aussi le travail pratique exécuté.

Le prix proposé par la Société pourra être attribué à l'inventeur d'un appareil spécial pouvant servir à mesurer et à enregistrer d'une façon continue le travail pratique exécuté par les divers instruments de culture : charrues, scarificateurs, herses, rouleaux, semoirs, faucheuses, moissonneuses, etc.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1891.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

8° **Prix de 3000 francs** *pour une étude sur les cépages appropriés à des sols de diverses natures.*

La reconstitution des vignobles détruits par le phylloxera exige l'emploi de nombreuses variétés de plants.

Le prix de 1 500 francs s'applique à la meilleure étude expérimentale sur les cépages donnant dans chacune des régions et suivant la nature du terrain la plus grande résistance au phylloxera et la production la plus avantageuse.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1891.

9° **Prix de 2000 francs** *pour l'utilisation des tourbes françaises en agriculture.*

Il existe en France un assez grand nombre de tourbières, en Bretagne, dans la Somme, le Jura, etc. La tourbe, autrefois très recherchée comme combustible dans les environs des lieux d'exploitation, est maintenant délaissée à cause du bas prix de la houille.

Il y a donc une grande étendue de terrains aujourd'hui improductifs. L'agriculture cependant pourrait en tirer un grand parti. La mise en culture des tourbières dans l'Allemagne du Nord a donné d'excellents résultats; on a pu transformer en terres de la plus grande fertilité des terrains jusque-là improductifs. Les terres tourbeuses n'exigent guère que l'emploi d'engrais phosphatés et calcaires. Or, en France, en ce moment, les phosphates sont à un prix très bas et il est même des régions où l'on pourrait employer des craies phosphatées regardées à tort comme sans valeur.

D'un autre côté, la richesse des tourbes en matières organiques et en azote devrait permettre leur exploitation comme engrais, que l'on utiliserait, soit directement dans certaines terres dépourvues d'humus, soit mélangé à des engrais phosphatés.

Enfin on sait la grande extension qu'a prise en Hollande l'industrie de la *tourbe litière*. Jusqu'ici, en France, nous sommes sous ce rapport tributaires de l'étranger. Il y aurait donc lieu de rechercher si nous ne possédons pas des tourbes jouissant des mêmes propriétés que ces tourbes mousseuses du Nord, regardées comme une excellente litière, d'un prix peu élevé, très recommandable pour le couchage des animaux et l'assainissement des écuries. Le cultivateur pourrait même utiliser pour cet usage des tourbes de qualité moindre, dites de surface, qui, mélangées au besoin à de la paille, donneraient une litière économique et produiraient un fumier de première qualité.

La Société, désireuse de voir l'agriculture tirer parti des tourbes qui existent en si grande abondance sur le territoire national, institue un prix de 2 000 francs pour être décerné au meilleur travail :

1° Sur la mise en culture des terres tourbeuses;

2° Sur l'emploi de la tourbe comme engrais organique ou azoté;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3° Sur l'emploi de la tourbe comme litière.

Ce travail devra comprendre non seulement des considérations théoriques et des observations, mais encore des recherches expérimentales, des essais faits dans les conditions de la pratique, des résultats pouvant servir de guide aux agriculteurs.

La Société, du reste, n'entend pas fixer un programme, mais simplement indiquer les points qui lui paraissent le plus importants ; elle veut appeler l'attention sur une source de richesses trop méconnue en France et encourager les études qui pourront conduire à leur utilisation.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1891.

CONSTRUCTIONS ET BEAUX-ARTS.

Prix de 2000 francs pour la découverte d'une matière plastique de ton coloré imitant la pierre, le marbre ou la terre cuite, ayant la solidité nécessaire pour résister, soit au dedans, soit au dehors des habitations, comme le ferait la terre cuite, mais ne présentant ni les dangers de la cuisson, ni ses infidélités ou ses retraits. Cette matière devra se prêter à un moulage, à un estampage et à des retouches comme le plâtre.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1891.

COMMERCE.

Prix de 2000 francs *pour une étude économique d'un centre industriel en France.*

I. — Acclimatation de l'industrie dans la contrée. — Ses transformations successives. — Ses progrès. — Ses crises. — Situation actuelle.

II. — Organisation des ateliers. — Recrutement du personnel. — Situation et habitudes générales de la famille ouvrière. — Institutions de prévoyance. — Salaires. — Grèves. — Chômages. — Rapports entre le capital et le travail.

III. — Organisation commerciale. — Comptoirs. — Dépôts. — Approvisionnements des matières premières. — Vente des produits fixés. — Transports. — Action de la concurrence. — Législation douanière. — Débouchés.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1891.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

FONDATIONS ET DONS SPÉCIAUX

Legs Bapst.

Cette fondation se compose de deux parties. L'une d'elles, destinée à donner des secours aux inventeurs malheureux, possède un titre de 1565 fr. 20 de rente 3 p. 100.

La seconde partie du legs, qui doit servir à aider les inventeurs dans leurs travaux, possède un titre de 3008 fr. 80 de rente 3 p. 100.

Fondation Christofle et Bouilhet pour la délivrance des premières annuités de brevets.

Cette fondation possède un revenu annuel de 1 036 francs de rente.

Fondation Fauler (Industrie des cuirs).

Cette fondation a pour but de secourir des ouvriers ou contremaîtres malheureux, ayant rendu des services appréciés dans l'industrie des cuirs.

Son revenu annuel est de 582 francs de rente.

Fondation Legrand (Industrie de la savonnerie).

Cette fondation est destinée à venir en aide aux ouvriers ou contremaîtres malheureux de l'industrie de la savonnerie ayant rendu des services appréciés.

Son revenu annuel est actuellement de 813 fr. 40 de rente.

Fondation de Milly (Industrie de la stéarine).

Cette fondation a pour but de venir en aide à des ouvriers et contremaîtres malheureux, ou ayant contracté quelque infirmité dans l'exercice de leur profession.

Son revenu annuel est actuellement de 523 fr. 80 de rente.

Fondation de Baccarat (Industrie de la cristallerie).

Cette fondation, destinée à secourir des ouvriers et contremaîtres malheureux ou infirmes, possédait un revenu annuel de 101 fr. 85.

Fondation Menier (Industrie des arts chimiques).

Cette fondation a pour but de venir en aide à des ouvriers et contremaîtres appartenant à l'industrie des arts chimiques.

La fondation possède un revenu annuel de 164 fr. 90.

Legs Giffard.

Le revenu du capital de 50 000 francs, légué à la Société par Henri Giffard, a été divisée en deux parties : l'une à instituer un prix de 6 000 francs à décerner

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tous les six ans, et l'autre à distribuer des secours dans des conditions qu'il appartient au Conseil d'administration de la Société de fixer.

Fondation Christofle et Bouilhet (Artistes industriels).

Cette fondation destinée à venir en aide à des artistes industriels malheureux possède un revenu annuel de 388 francs.

CONDITIONS GÉNÉRALES

A REMPLIR PAR LES CONCURRENTS.

1° Les modèles, mémoires, descriptions, renseignements, échantillons et pièces destinées à constater les droits des concurrents seront adressés franco de port au *Secrétariat de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale, rue de Rennes,* 44. Ils devront être remis avant le 1er octobre de l'année précédant la distribution des prix : ce terme est de rigueur. Ainsi la clôture des concours pour 1891 est fixée au 1er octobre 1890.

2° Les procédés ou machines seront examinés par des commissaires que la Société désignera.

3° Les membres du Conseil d'administration sont exclus des concours;

4° Les autres membres de la Société sont admis à concourir; les étrangers le sont également.

5° Les concurrents sont avertis que la communication qu'ils font à la Société de leurs procédés ne peut leur tenir lieu d'un brevet d'invention, et que, s'ils veulent prendre le brevet, il faut qu'ils le fassent avant de se présenter au concours.

6° Les brevets d'invention n'étant délivrés que sur la description détaillée des procédés, et chacun, d'après la loi du 5 juillet 1844, pouvant en prendre connaissance, la Société se réserve expressément la faculté de publier, en totalité ou en partie, les découvertes qui auront obtenu les prix et médailles, mais les concurrents ne pourront user de cette faculté sous quelque prétexte que ce soit.

7° Les auteurs jugés dignes d'une récompense, qui ne se seraient pas pourvus d'un brevet d'invention et qui désireraient garder le secret de leurs procédés, seront tenus d'en déposer sous cachet la description, dont l'exactitude sera attestée par un membre du comité compétent. La durée du dépôt ne pourra excéder quinze ans, à l'expiration desquels la description sera publiée.

8° La Société conservera les mémoires descriptifs et les dessins qui n'auront point été couronnés; mais elle permettra aux auteurs d'en prendre copie et elle leur rendra les modèles.

9° Les concurrents qui auraient traité plusieurs des questions mises au concours sont invités à envoyer des mémoires séparés sur chacune d'elles.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

10° Les médailles ou les sommes seront remises à ceux qui auront obtenu les prix ou à leurs fondés de pouvoir.

LES PIÈCES DÉPOSÉES RESTENT LA PROPRIÉTÉ DE LA SOCIÉTÉ.

MÉDAILLES

A DÉCERNER AUX CONTREMAÎTRES ET AUX OUVRIERS DES ÉTABLISSEMENTS INDUSTRIELS ET DES EXPLOITATIONS AGRICOLES.

La Société d'Encouragement, dans le but d'exciter les contremaîtres et les ouvriers à se distinguer dans leur profession et à encourager ceux qui se font remarquer par leur bonne conduite et les services qu'ils rendent aux chefs qui les emploient, a pensé que le moyen le plus propre à amener ce résultat était d'accorder des récompenses à ceux qu'une longue expérience aurait fait reconnaître comme ayant servi avec zèle, activité et intelligence; en conséquence, elle a pris l'arrêté suivant :

1° Il sera décerné, chaque année, dans la séance générale, des médailles de bronze aux contremaîtres et ouvriers des grands établissements industriels et des exploitations agricoles de France.

2° Chaque médaille, à laquelle seront joints des livres pour une valeur de 50 francs, portera gravés le nom du contremaître ou de l'ouvrier, et la désignation soit de l'atelier, soit de l'exploitation agricole à laquelle il est attaché.

3° Les contremaîtres et ouvriers qui voudront obtenir ces médailles devront se munir de certificats dûment légalisés, attestant leur moralité et les services qu'ils ont rendus, depuis cinq ans au moins, à l'établissement auquel ils sont attachés. Ces certificats devront être appuyés tant par le chef de la maison, par le maire et les autorités locales, que par les ingénieurs civils ou militaires, en activité ou en retraite, et par les membres de la Société d'Encouragement qui résident sur les lieux.

4° Le contremaître ou l'ouvrier ne pourra être ni le parent, ni l'allié, ni l'associé, par acte, des propriétaires de l'établissement. Il devra savoir *lire* et *écrire* et s'être distingué par son assiduité à ses travaux, son intelligence et les services qu'il aura rendus à l'atelier ou à l'exploitation agricole; à mérite égal, la préférence sera accordée à celui qui saura dessiner et qui aura fait faire des progrès à la profession qu'il exerce. Enfin, les certificats, en attestant que ces conditions sont remplies, donneront sur le candidat tous les détails propres à faire apprécier ses qualités.

PRIX PARMENTIER

Le prix Parmentier fondé par les exposants de la classe 50 à l'Exposition universelle de 1889 dont les noms suivent, est destiné à récompenser les recherches

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

scientifiques ou techniques, susceptibles d'améliorer le matériel ou les procédés des usines agricoles et des industries alimentaires représentées dans cette classe 50 (meunerie, boulangerie, pâtes alimentaires, sucrerie, brasserie, distillerie, machines frigorifiques, huilerie, chocolaterie, confiserie, préparation des matières alimentaires, etc.).

La somme fournie par cette souscription et dont il est fait don à la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale s'élève à 9 846 fr. 75 ; elle est destinée à fonder, dans les conditions ci-dessus, sous la désignation de Prix Parmentier, un prix triennal de 1 000 francs.

LISTE DES EXPOSANTS QUI ONT CONTRIBUÉ A LA FONDATION DU PRIX PARMENTIER

Meunerie.

MM. Angot fils. — Meules de moulin, à Bézenez (Allier).
Bary. — Marteaux à rhabiller, à Etrechy (Seine-et-Oise).
Baudot. — Soies à bluter, articles pour moulins, 35, rue de Viarmes, à Paris.
Bruet. — Fendeuse à blé, à Saint-Denis (Seine), 39, J.-J. Rousseau.
Burton. — Élévateur et transporteur, 68, rue des Marais, à Paris.
Caens. — Sasseurs et bluteries, à Saint-Ouen (Seine).
Courregé et Cie. — Soies à bluter, à Blajan (Gironde).
De Collogne. — Bluterie centrifuge, à Saint-Martin (Haute-Marne).
Deny frères. — Tôles perforées, 59, boulevard Richard-Lenoir, à Paris.
Favre et Martinod. — Tissus pour bluteries, etc., à Panissières (Loire).
Feray et Cie. — Moulins à cylindre, etc., à Essonnes (Seine-et-Oise).
Fontaine. — Modèles de moulins à cylindre, à Chartres (Eure-et-Loir).
Giraud. — Meule de moulins, à Etrechy (Seine-et-Oise).
Huteau. — Nouveau moulin, à Frizon (Vosges).
Jérôme (Vve). — Nettoyeurs de meunerie, à Amiens (Somme).
Lebouvier-Ménard. — Tarares ventilateurs, à Botz (Maine-et-Loire).
Malliary fils. — Broyeurs et convertisseurs, à Essonnes (Seine-et-Oise).
Petit (Ed.). Meules de moulin, à la Ferté-sous-Jouarre (Seine-et-Marne).
Sloan. — Appareils de meunerie, 3, rue du Louvre, à Paris.
Société des grands moulins de Corbeil. — Plans d'installation, à Corbeil (Seine-et-Oise).
Tessier. — Marteaux à rhabiller, à Etrechy (Seine-et-Oise).
Touaillon fils. — Étuve à farine, appareils de meunerie, 72, boulevard Sébastopol, à Paris.
Vève. — Laveuse pour blé, à Sathonay (Ain).

Boulangerie.

Biabaud. — Fours de boulangerie, 21, rue de Citeaux, à Paris.
Constant-James. — Articles pour boulangerie, 42, rue des Cendriers, à Paris.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MM. Dathis. — Matériel de panification, 115, rue du Ranelagh, à Paris.
Deliry père et fils. — Pétrins mécaniques, à Soissons (Aisne).
Denet fils. — Machines et moulins pour pâtes alimentaires, 27, rue de Buffon, à Paris.
Familistère de Guise. — Fours de boulangerie, à Guise (Aisne).
Geneste, Herscher et Cie. — Boulangerie militaire, etc., 42, rue du Chemin-Vert, à Paris.
Mahot. — Appareils pour boulangerie, à Ham (Somme).
Poustaye. — Pétrin de campagne, à Nice (Alpes-Maritimes).
Schroeder et Joergensen. — Appareil à diviser la pâte, à Copenhague (Danemark).

Sucrerie.

Association des chimistes de France et des colonies, 10, rue de Louvois, à Paris.
Decauville. — Chemins de fer portatifs, à Petit-Bourg (Seine-et-Oise).
Faure. — Défibreur pour cannes à sucre, à Limoges (Haute-Vienne).
Gallois. — Filtre-presse, appareil de pesage, etc., 81, rue de Maubeuge, à Paris.
Gallois et Dupont. — Laboratoire de sucrerie, 24, rue de Dunkerque, à Paris.
Godillot. — Foyer à bagasse, 50, rue d'Anjou, à Paris.
Horsin-Déon. — Appareils de sucrerie, 12, rue Tournefort, à Paris.
Mariolle-Pinguet. — Appareils de sucrerie, à Saint-Quentin (Aisne).
Société de raffinage des mélasses. — Procédé de raffinage, à Paris.
Thomas. — Appareils de sucrerie, féculerie, etc., à Compiègne (Oise).

Brasserie.

Jay et Jallifier. — Pompes à bière, à Grenoble (Isère).
Landé. — Chauffage des vins, bières, etc., à Libourne (Gironde).
Lauth. — Touraille à plateaux mobiles, à Carcassonne (Aude).
Morel. — Pompes à bière, à Besançon (Doubs).
Pennet. — Articles pour brasseries, à Paris.
Société des brasseries de la Méditerranée, à Marseille (Bouches-du-Rhône).

Huilerie.

Laugier et Martin. — Filtres à huile, à Toulon (Var).
Morane aîné (Paul). — Presses pour huileries, etc., 10, rue des Cornes, à Paris.
Samain. — Presses pour huileries, 17, rue Saint-Amand, à Paris.
Simoneton. — Filtre-presses, tissus pour huileries, etc., 41, rue d'Alsace, à Paris.

Distillerie.

Brun (Vve) et Cie. — Tuyauterie de cuivre, etc., 17, rue Godefroy-Cavaignac, à Paris.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MM. Collette (Auguste et René). — Colonne à distiller, à Seclin (Nord).
Deroy fils aîné. — Alambics, appareils de distillerie, 73, rue du Théâtre, à Paris.
Donard et Contamine. — Extraction de l'huile des tourteaux, à Rouen (Seine-Inférieure).
Egrot. — Appareils de distillerie, cuisines à vapeur, etc., 23, rue Mathis, à la Villette, à Paris.
Fontaine. — Appareils de distillerie, rectificateur continu, La Madeleine (Nord).
Hervé et Moulin. — Appareils de distillerie, à Bordeaux (Gironde).
Kyll. — Distillerie de grains, à Cologne (Allemagne).
Legat et Herbet. — Thermo-régulateur, etc., 42, rue de Châlons, à Paris.
Savalle fils et Cie. — Appareils à distiller et rectifier, 64, avenue du Bois-de-Boulogne, à Paris.
Warein et Defrance. — Distillerie de grains, etc., à Lille (Nord).

Appareils frigorifiques, glacières, etc.

Carré (Ferdinand). — Appareils réfrigérants, 48, rue de Reuilly, à Paris.
Rouart frères. — Appareils réfrigérants, chambres à froid, 137, boulevard Voltaire, à Paris.
Shepherd. — Armoires glacières, 1, rue Caumartin, à Paris.
Thomassin. — Appareils pour la fabrication de la glace, 27, boulevard Poissonnière, à Paris.

Eaux gazeuses.

Bobet. — Siphons et appareils, 16, quai des Célestins, à Paris.
Cazaubon. — Appareils à gaz comprimé, siphons, à Paris.
Compagnie générale de produits antiseptiques. — Acide carbonique, etc., 26, rue Bergère, à Paris.
Continental oxygen Cy. — Eau saturée d'oxygène, 7, rue Gavarni, à Paris.
Durafort. — Machines pour boissons gazeuses, siphons, 162, boulevard Voltaire, à Paris.
Guéret frères. — Machines pour la fabrication des eaux gazeuses, 105, boulevard Voltaire, à Paris.
Mondollot. — Machines pour la fabrication et le débit des eaux gazeuses, 72, rue du Château-d'Eau, à Paris.
Roussat. — Appareils pour eaux gazeuses et ferrugineuses, à Paris.
Theissier (E.). — Appareils seltzogènes, à Paris.
Thieulin. — Carafe à air comprimé, aux Chaprais-Besançon (Doubs).

Chocolaterie. — Confiserie.

Beyer frères. — Machines pour chocolateries et meuneries, 16, rue de Lorraine, à Paris.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MM. Bormann. — Matériel de chocolaterie, à Saint-Pétersbourg (Russie).
Leclaire. — Machines pour confiserie, 140, rue Saint-Maur, à Paris.
Letang (Théodore). — Machines à mouler, moules, 44, rue de Montmorency, à Paris.
Lombart. — Machines à mouler, 16, boulevard Sébastopol, à Paris.
Rangod (Vve). — Pastilleuse, machine à dragées, à Paris.

Industries diverses.

Bouchez. — Hachoirs mécaniques, 95, rue Saint-Honoré, à Paris.
Chatelard. — Boîtes pour conserves, à Concarneau (Finistère).
Dilleman. — Machine à battre les œufs, 26, rue Étienne-Marcel, à Paris.
Hurtrez. — Coupe-légumes et appareils divers, 2, place de la Chapelle, à Paris.
Lefebvre. — Torréfacteur à café, 15, rue Bichat, à Paris.
Mareschal (Vve). — Hache-viandes, matériel de boucheries, 185, rue d'Alençon, à Paris.
Navarre. — Machine à écosser les pois, 33, rue Lemarrois, à Paris.
Noel. — Appareils pour empêcher l'altération des liquides, 30, rue du Texel, à Paris.
Paquet. — Cafetière, appareil à eau de Seltz, 7, cité Trévise, à Paris.
Quinard-Defrance. — Appareils pour enlever les noyaux des fruits, à Reims (Marne).

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Description de quelques nouvelles formes d'appareils Bessemer. — Il s'est écoulé plus de 30 ans depuis qu'Henry Bessemer a fait ses premières expériences pour obtenir de l'acier fondu au moyen de la fonte en fusion sans employer de combustible. A notre époque, on commence à employer des petits convertisseurs de différents systèmes (Clap-Griffith, Hatton, Davy, Witherow, Walrand et autres) pour décarburer de petites quantités de métal, lorsqu'on n'a besoin que de faire de petites coulées dans des moules en terre.

Stirling et Fairbairn ont montré par de nombreuses expériences que l'on augmente notablement la résistance de la fonte moulée en ajoutant successivement et par petites parties du fer forgé à de la fonte en fusion dans un four à réverbère. En mélangeant de l'acier doux à de bonne fonte grise dans une poche de fusion, on obtient un métal d'une dureté remarquable sans être cassant et qui est très propre à couler des supports de marteaux-pilons à vapeur. Le meilleur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moyen consiste à ajouter à l'acier fondu 35 à 40 p. 100 de fonte grise d'hématite. C'est avec ce métal que, dans son établissement de Sheffield, Bessemer a coulé des croisements et des aiguilles de chemin de fer, présentant la plus grande résistance.

Bessemer a démontré par des expériences de ce genre que l'on peut se servir avecavantage, dans les fonderies, de petits convertisseurs pour mouler des poutres, des colonnes, des châssis de machine, des cylindres, etc., qui présentent une

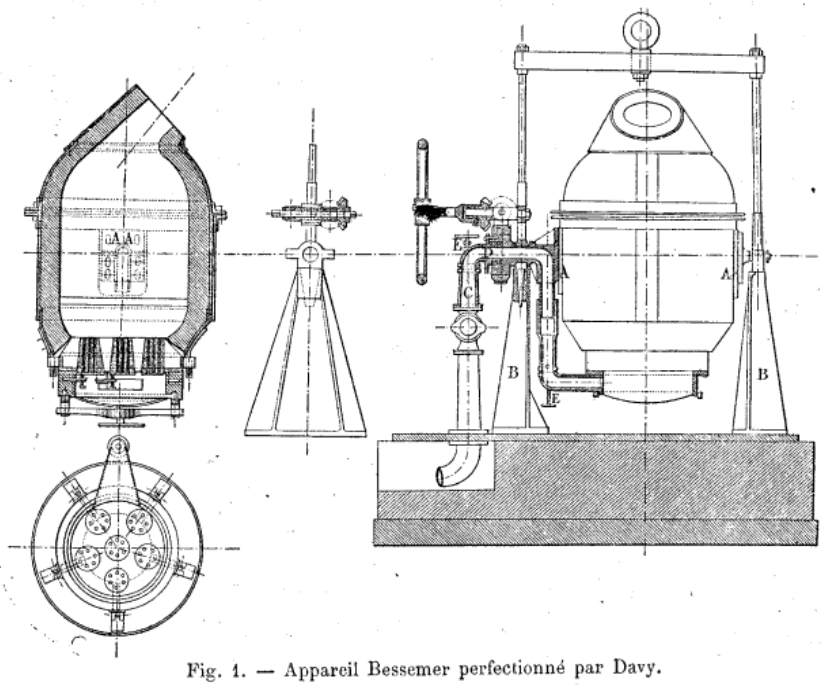


Fig. 1. — Appareil Bessemer perfectionné par Davy.

résistance bien supérieure à celle de la fonte seule ; c'est par ce moyen que l'on obtient beaucoup de laminoirs en Angleterre.

Les premières expériences de Bessemer ont consisté à insuffler de l'air, par une tuyère en terre verticale, dans un creuset contenant de 6 à 7 kilogrammes de fonte en fusion et maintenue à l'état liquide pendant l'opération. Il a obtenu par ce moyen du fer malléable et de la tôle de bonne qualité. Bessemer a perfectionné ensuite cet appareil primitif, mais les derniers perfectionnements ont été faits par Davy dont l'appareil est le plus répandu aux États-Unis, principalement pour le coulage de l'acier dans des moules en terre.

Cet appareil est mobile, et après l'achèvement de l'opération, il peut être transporté dans l'atelier de moulage, et il est disposé de manière à verser directement le métal dans les moules sans employer de poches de coulée. L'enveloppe

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de ce convertisseur (fig. 1) est formée de deux parties en feuilles de tôle rivées AA, de 10 millimètres d'épaisseur. Pendant l'opération, l'appareil repose sur les supports BB, et pour la coulée, il est enlevé de ses supports et transporté dans l'atelier de moulage au moyen d'une grue ou d'un pont. On renverse l'appareil pour verser le métal en manœuvrant une roue fixée sur un arbre qui porte une roue conique à engrenage; cette roue engrène avec une autre roue qui fait tourner les tourillons au moyen desquels l'appareil est suspendu sur ses supports.

Lorsque l'insufflation de l'air est terminée, on sépare les tuyères D et C de l'appareil en quelques secondes, en desserrant la vis E. Pendant le moulage, un autre convertisseur peut être placé sur les supports pour effectuer une seconde opération, de manière qu'avec plusieurs convertisseurs de rechange, le moulage peut se faire sans interruption.

Après le retournement du convertisseur, on ajoute la fonte siliceuse indispensable au moulage et on brasse la masse fluide, en retirant les scories qui surnagent, opération qu'il faut faire rapidement au moyen de racloirs, pour éviter le refroidissement du métal.

Le déchet de métal dans le four à réverbère et dans l'appareil de Davy s'élève à 11 ou 12 p. 100, et l'opération ne dure que 8 à 12 minutes. Les résultats donnés par ce nouveau procédé sont très satisfaisants, et l'analyse a démontré que le produit obtenu ne contenait pas plus de 0,02 à 0,03 p. 100 de manganèse.

Il faut remarquer aussi qu'avec ce convertisseur on peut se servir du spectroscope pour surveiller la marche de l'opération.

Cet appareil ne pourrait remplacer les grands convertisseurs pour la production de grandes pièces, mais il est préférable pour le moulage des petites pièces et beaucoup plus économique dans ce cas que les fours Martin qui exigent une installation coûteuse pour la production des gaz et les régénérateurs; tandis qu'avec la méthode de Davy, il suffit d'un four à réverbère, de deux ou trois convertisseurs et d'une soufflerie.

(*Brochure d'Henry Bessemer.*)

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

PROCÈS-VERBAUX

Séance du 14 février 1890.

Présidence de *M. Haton de la Goupillière*, président, et de *M. de Luynes*, vice-président.

M. Simon demande qu'une rectification soit faite au procès-verbal dans le résumé de son rapport sur une machine à chiner les rubans de laine de MM. Mahon frères.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le procès-verbal rectifié est approuvé.

M. Bouscaren, agent-voyer à la Guadeloupe. — Appareil pour décortiquer la ramie, un autre pour utiliser la force du vent, etc. (Arts mécaniques.)

M. Barbacanne, rue Grange-aux-Belles, 32. — Canne-fusil. (Arts mécaniques.)

M. Félix Bertrand, maître d'armes, rue Cardinal-Lemoine, 68. — Système de fleurets ou épées à coulisse ou à piston, dits *fleurépées*, rendant tout accident impossible. (Arts mécaniques.)

M. Delaurier, rue Daguerre, 77. — Projet d'un bateau-cloche dit amphibie. (Arts mécaniques.)

M. Berthelemy, constructeur d'instruments de précision, rue Dauphine, 16. — Éclairage de fils de lunettes pour les observations de nuit. (Arts économiques.)

M. Édouard Schmidt, armurier, à Saint-Étienne. — Arme de tir, genre Lebel, à répétition. (Arts mécaniques.)

M. Venceslas Gourny-Wisoky, rue Berthollet, 13 *bis*. — Appareil de chauffage par le gaz, dit *calorifère hygiénique Gourny*. (Arts économiques.)

M. Burot, ingénieur-constructeur, à Angoulême. — Notice sur les poulies en papier. (Arts mécaniques.)

M. Hallopeau, ingénieur, professeur à l'École centrale des arts et manufactures, demande que le Comité des arts chimiques comprenne, parmi les ouvrages présentés pour un de ses concours, la traduction qu'il a faite du livre de sir Isaac Lowthian Bell intitulé : *Principes de la fabriation du fer et de l'acier.* (Arts chimiques.)

M. Charles Baltet, président de la Société horticole de l'Aube, présente pour le concours ses derniers ouvrages : 1° l'Art de greffer; 2° Traité de culture fruitière, commerciale et bourgeoise. (Agriculture.)

M. le Président de la Société nationale d'horticulture de France envoie le règlement du Congrès d'horticulture de 1890, qui se réunira à Paris du 20 au 21 mai prochain.

M. Louis de Martin, correspondant de la Société nationale d'agriculture de France à Narbonne (Aude). — Mémoire intitulé : *la Lutte contre le phylloxera par le sulfure de carbone dissous dans l'eau.* (Agriculture.)

La Compagnie de Saint-Gobain envoie un mémoire sur la fabrication de l'acide sulfurique exempt d'arsenic en partant de la pyrite. (Arts chimiques.)

M. le Directeur de la Revue générale des sciences pures et appliquées envoie les deux premiers numéros de cette Revue et demande l'échange avec le *Bulletin* de la Société. (*Bulletin.*)

M. Michel Perret, président de la classe 51 à l'Exposition universelle de 1889, annonce qu'un grand nombre des exposants de cette classe ont accueilli favorablement la demande qu'il leur avait faite d'abandonner tout ou partie de leur reliquat à la Société d'Encouragement, et il est heureux de faire savoir qu'il a pu réunir une somme de 2556 fr. 30 qu'il tient à la disposition de la Société.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. le Président a déjà adressé une lettre à *M. Michel Perret* pour le remercier, lui et les exposants de la classe 51, de ce don généreux dont le souvenir sera perpétué par la fondation d'un prix sur lequel le Conseil d'administration de la Société aura prochainement à statuer.

M. Aimé Girard termine le dépouillement de la correspondance par la communication suivante :

Le Comité d'installation de la classe 50 à l'Exposition universelle de 1889, au moment où il allait rendre ses comptes à ses commettants, leur a demandé s'il ne conviendrait pas, à quelques-uns d'entre eux, de consacrer le reliquat laissé par les dépenses de l'installation générale de la classe à quelque œuvre utile aux progrès de leur industrie.

Quatre-vingt-quatorze de ces exposants ont répondu à cet appel et, sur la proposition du comité d'installation, ont décidé de demander à la Société d'Encouragement de bien vouloir accepter la mission d'instituer, à leur nom, un prix répondant à ses intentions.

La somme fournie par cette souscription s'élève à 9846 fr. 75; elle est plus que suffisante pour, au cours actuel du 3 p. 100, acheter une rente à l'aide de laquelle pourra être institué un prix de 1 000 francs à décerner tous les trois ans.

Ce prix, d'après les intentions des donateurs, sera destiné à récompenser les recherches scientifiques ou techniques, susceptibles d'améliorer le matériel ou les procédés des usines agricoles et des industries alimentaires représentées dans la classe 50 à l'Exposition universelle de 1889 (*meunerie, boulangerie, pâtes alimentaires, sucrerie, brasserie, distillerie, machines frigorifiques, huilerie, chocolaterie, confiserie, préparation des matières alimentaires, etc.*).

La désignation des prix fondés dans de semblables conditions présentant quelquefois certaines difficultés, les donateurs se sont également préoccupés de lui donner le nom d'un savant dont les recherches aient autrefois exercé une influence heureuse sur les progrès de leurs industries; leur choix s'est porté sur le nom de Parmentier.

J'ai l'honneur, en conséquence, au nom de ces exposants, de demander à la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale de bien vouloir agréer ce don, en toute propriété, de la somme de 9 846 fr. 75 destinée à fonder dans les conditions ci-dessus, au nom d'une partie des exposants de la classe 50 et sous la désignation de prix Parmentier, un prix triennal de 1 000 francs.

M. le Président adresse à *M. Aimé Girard,* président, et à *M. Egrot,* trésorier de cette classe, assistant à la séance, ainsi qu'à tous les exposants de la classe 50, les remerciements de la Société qui s'engage à remplir fidèlement leurs intentions. La liste des donateurs sera publiée au *Bulletin*.

Les ouvrages et les articles suivants sont signalés dans la correspondance imprimée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Maurice de la Sizeranne. — Ouvrage intitulé : *Les Aveugles par un aveugle,* avec préface de M. le comte *d'Haussonville.*

MM. Georges Barral et Jacques Barral. — *Histoire populaire des 72 savants* dont les noms sont inscrits sur la grande frise de la tour Eiffel.

Dingler's Polytechnisches Journal. — *L'éclairage électrique obtenu avec un moulin à vent comme moteur sur les côtes.*

Engineering. — *Les nouveaux appareils pour projection de lumière électrique, à l'Exposition de Paris.* — Dessins et description d'un bateau torpilleur mis en mouvement par la combustion du pétrole.

Cercle Mulhousien, association populaire (Cercle ouvrier). *Fondation de M. Jules Siegfried à Mulhouse en* 1868, sous le patronage de la Société industrielle de Mulhouse.

Rapports des comités. — *Prix de construction.* — *M. Rossigneux* fait, au nom du Comité des constructions et des beaux-arts, un rapport sur le *Recueil d'éléments des prix de construction*, par *M. A. Mégrot*, conducteur des ponts et chaussées à Cosne (Nièvre).

Le travail de *M. Mégrot* est basé sur des faits et sur des renseignements de la plus rigoureuse exactitude, il est le fruit d'une étude consciencieuse et a dû exiger de patientes et minutieuses recherches. Sa méthode est claire, simple ; elle permet de s'assurer, à première vue, des prix d'origine, de l'augmentation qu'ils sont appelés à subir pour assurer la juste rémunération de la main-d'œuvre, et, par suite, d'établir des séries de prix complets ne laissant subsister aucun doute dans leur application à la vérification des mémoires.

Le Comité propose de remercier *M. Mégrot* de sa communication et d'insérer le présent rapport au *Bulletin* de la Société.

Ces conclusions sont adoptées.

Machines pour le travail du coton. — *M. Édouard Simon* fait, au nom du Comité des arts mécaniques, un rapport sur la peigneuse, le banc d'affinage et le système de laminage sous chapeau, pour coton, de *M. Joseph Imbs*, ingénieur, professeur de filature et de tissage au Conservatoire national des Arts et Métiers.

M. Imbs poursuit actuellement l'étude d'un métier à filer continu, il a d'autant plus de mérite qu'il n'est ni industriel ni constructeur et que, dans de semblables conditions, les études pratiques sont particulièrement onéreuses et ingrates.

Le Comité des arts mécaniques propose au Conseil : 1° de remercier *M. Joseph Imbs* de sa très intéressante communication et de lui adresser les félicitations que mérite son œuvre ; 2° de voter l'insertion au *Bulletin* du présent rapport avec les dessins de la peigneuse, du banc d'affinage, de l'étirage sous chapeau et les légendes nécessaires.

Ces conclusions sont adoptées.

Communications. — *Système d'embrayage.* — *M. Brüll* présente la description

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'un embrayage inventée par *M. A. Brancher,* ingénieur-constructeur, demeurant à Paris, rue de la Chaussée-d'Antin, n° 6.

Cet appareil est destiné à accoupler à volonté deux arbres placés bout à bout.

L'arbre à entraîner se termine par un plateau calé dans lequel est implanté un manneton.

A l'extrémité de l'arbre moteur est fixé un galet. Tout contre ce galet et fou sur le même arbre se trouve un plateau portant une couronne saillante qui entoure à quelque distance le galet moteur. Un manchon d'embrayage, qui tourne avec l'arbre moteur, mais peut glisser suivant sa longueur, s'approche ou s'éloigne du plateau. Le contact a lieu suivant une surface conique et le manchon se manœuvre à l'aide d'un appareil à vis agissant par un levier à fourche sur une gorge annulaire creusée dans le manchon.

Une lame d'acier flexible de combinaison spéciale s'attache par un bout au manneton et par l'autre à l'intérieur de la couronne qui entoure le galet.

Cette lame fait deux tours et demi autour du galet, de sorte qu'il suffit d'une très légère traction à l'extrémité fixée à la couronne pour obtenir une force d'entraînement considérable sur le manneton. Le rapport de ces deux forces varie, comme on le sait, par rapport à l'arc embrassé, suivant une fonction exponentielle.

On voit donc qu'il suffira d'exercer sur le manchon conique une très légère pression pour faire tourner le plateau à couronne, et excercer sur la lame enroulée l'effort qui convient pour entraîner le manneton.

Un appareil de ce genre servait, à l'Exposition de 1889, à embrayer une dynamo qui faisait 1400 tours par minute. Ce système paraît présenter toute la sécurité désirable pour embrayer en marche sur les moteurs à grande vitesse les récepteurs les plus résistants.

M. le Président remercie *MM. Brüll* et *Brancher* de cette intéressante communication, qui est renvoyée au Comité des arts mécaniques.

Moulins à cylindres. — MM. Brault, Teisset et *Gillet* font une communication sur la transformation des moulins à farine par les cylindres.

Ils résument en quelques mots l'historique de cette transformation. Elle commença d'abord en Hongrie, puis se répandit bien vite en Allemagne, en Angleterre et aux États-Unis.

Les Français, possédant leurs carrières de la Ferté-sous-Jouarre, et confiants dans leurs talents de meuniers, restaient indifférents, depuis des années, à ce mouvement de transformation de la meunerie étrangère. Quand ils s'aperçurent que, d'exportateurs qu'ils étaient d'abord, il leur fallait, en 1882, lutter avec les farines venant de l'étranger, en France même, et que ces farines étaient supérieures aux leurs, une commission fut nommée ; elle étudia les divers procédés de moutures, et la mouture par cylindres fut déclarée la meilleure.

Les moulins français depuis 1883 se transforment les uns après les autres, et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'Exposition de 1889 démontre d'une façon complète la supériorité du système nouveau.

MM. Brault, Teisset et *Gillet* présentent deux modèles sortis de leurs ateliers et représentant les deux types d'appareils servant à la mouture du blé : un broyeur et un convertisseur.

1° *Broyeur*. — Il se compose d'une trémie par où le grain est distribué automatiquement et régulièrement sur les cylindres, et de deux cylindres tournant en sens contraire et avec une vitesse différente, le premier fait 250 tours et le second 150 ; ces cylindres sont munis de cannelures hélicoïdales plus ou moins fines suivant l'opération du broyage que doit faire l'appareil ; les paliers de l'un de ces cylindres occupent une position invariable ; ceux de l'autre, au contraire, sont mobiles de façon que le deuxième cylindre puisse se rapprocher plus ou moins du premier suivant les besoins de la mouture. Un appareil de réglage fort simple, du reste, permet ce déplacement.

2° *Convertisseur*. — Cet appareil est presque analogue au premier et n'en diffère que parce que les cylindres sont lisses, leurs vitesses sont de 219 à 150 tours et qu'ils sont placés l'un au-dessus de l'autre au lieu d'être côte à côte ; cette disposition a pour but d'obtenir une régularité plus grande à l'arrivée de la matière.

MM. Brault, Teisset et *Gillet* construisent aujourd'hui des appareils plus perfectionnés au point de vue de la construction mécanique et présentent le dessin d'un broyeur et d'un convertisseur nouveau système : le broyeur a 4 cylindres et le convertisseur 3. Une seule de ces machines permet de faire deux opérations, ce qui est plus simple et moins dispendieux pour l'installation et pour les assurances.

La mouture à meules cherche à produire de la farine en une seule opération et en plus grande quantité possible ; le blé soumis à l'action de la meule est broyé et les produits de ce broyage passent dans deux ou trois bluteries qui séparent l'enveloppe de la farine et des gruaux ; ces derniers passent dans une autre meule dite meule à gruaux, qui, en une ou plusieurs opérations, achève la mouture.

Ce travail est simple, nécessite relativement peu d'outillage, mais le grain est attaqué trop vivement par la pierre et une partie de l'enveloppe est broyée avec l'amande et passe dans la farine.

La mouture à cylindres, au contraire, procède méthodiquement et progressivement de façon à séparer l'enveloppe de l'amande sans pulvériser celle-là ; le broyage se fait en six opérations successives dans des cylindres à cannelures de plus en plus fines.

Du broyage on obtient : les sons, les farines, les fins gruaux, les gros gruaux, et les semoules. On blute ces divers produits.

Les trois derniers sont alors envoyés sur des appareils nommés sasseurs qui ont pour but de séparer les granules d'amande des parties de l'enveloppe qui ont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pu se glisser avec elle; c'est après une opération énergique de sassage que l'on envoie ces produits dans un premier convertisseur qui transforme les granules épurées en farines.

Les parties d'amande qui n'ont pas été complètement séparées de leur enveloppe par le broyage et que le sasseur met à part, sont envoyées, pour être terminées, dans un broyeur à cannelures très fines appelé désagrégeur.

A la suite du 1er convertisseur la marchandise traverse une bluterie dite centrifuge et son diviseur qui extraient la farine produite, et envoient les marchandises qui ne sont pas entièrement moulues dans un deuxième convertisseur. Cette opération se renouvelle encore quatre fois avant l'achèvement de la mouture dans 4 autres convertisseurs munies de leurs bluteries et sasseurs.

C'est ainsi que l'on installe généralement un moulin écrasant 250 quintaux de blé en 24 heures. La force motrice pour une usine de cette importance est de 60 à 70 chevaux.

MM. Brault, *Teisset* et *Gillet* insistent sur les avantages que présente cette succcession d'opérations, et surtout sur ceux du sassage répété, qui permettent d'obtenir une farine entièrement débarrassée de toute impureté, et constituée seulement de l'amande du grain.

Ces farines aujourd'hui, dont la qualité est incontestablement supérieure à celles des meules, sont presque seules acceptées sur le marché de Paris ou des grandes villes de France; aussi la plupart des importants meuniers ont transformé leur matériel; les moyennes et petites usines suivent l'exemple que leur ont donné les grandes minoteries, et il est à prévoir que dans quelques années la majeure partie des moulins de France auront renoncé à l'emploi des meules.

En terminant, il faut rappeler à la Société que si un progrès aussi considérable a été réalisé en quelques années dans l'outillage national, il est dû aux études remarquables de *M. Aimé Girard,* secrétaire de l'Association, sur le nouveau système de mouture et sur ses produits, car c'est lui qui, le premier, a affirmé et prouvé la supériorité de cette farine.

M. le Président remercie *MM. Brault, Teisset* et *Gillet* de leur intéressante communication et les prie d'en faire une rédaction pour le *Bulletin.*

Tuyaux de conduite en verre. — *M. Léon Appert* fait une communication sur la fabrication des tuyaux de conduite en verre.

M. le Président remercie *M. Léon Appert* de son intéressante communication qui sera insérée au *Bulletin.*

Séance du 28 *février* 1890.

Présidence de *M. Haton de la Goupillière,* président.

M. le Président annonce la mort de *M. Ernest-J.-B. Dumas,* membre du Comité

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des constructions et des beaux-arts, en exprimant les regrets de la Société pour cette perte qui rappelle celle de son illustre président, Dumas.

La Société Royale de Londres remercie de l'envoi des bulletins de la Société de juin à novembre 1889 et de la Table décennale des matières.

M. Alphonse Grenier, faubourg Montmartre, 15. — Envoi d'un nouveau mouvement universel. (Arts mécaniques.)

M. Daniel Colladon, de Genève, adresse la réfutation d'une brochure intitulée : *Étude historique sur l'emploi de l'air comprimé par M. Dufresne-Sommeiller.* (Arts mécaniques.)

M. Périssé, Président de l'Association des industriels de France contre les accidents du travail, rappelle les services rendus à l'industrie par cette institution qui compte déjà six années d'existence. (Arts mécaniques.)

M. l'Administrateur-directeur de la Compagnie générale des produits chimiques du Midi, à Marseille, demande que son établissement soit admis à concourir pour le prix à décerner à un fabricant qui, le premier, en employant les pyrites, pourrait fabriquer de l'acide sulfurique exempt d'arsenic. (Arts chimiques.)

M. Homanel, à Baccarat (Meurthe-et-Moselle). — Procédé pour suspendre la germination de certains légumes. (Agriculture.)

M. Bertrand, rue Rouelle, 39, Paris-Grenelle. — Produit antiseptique et désinfectant. (Arts chimiques.)

M. A.-B. Marty, agent du service subventionné des correspondances fluviales du Tonkin, à Hong-Kong. — Feuille de renseignements sur les importations, exportations, affrètements, etc., de la Chine et du Tonkin. (Commerce.)

M. Raffard, membre de la Société, fait hommage d'une brochure qu'il vient de publier sous le titre : *L'arbre, la manivelle, la bielle et le volant. Régularisation du mouvement et diminution du frottement dans les appareils à simple effet. — Dynanomètre de transmission pour les grandes vitesses.* (Bibliothèque.)

M. Édouard Simon, membre du Conseil, fait hommage d'une brochure qu'il vient de publier : *Les procédés et le matériel des industries textiles à l'Exposition universelle de* 1889. (Bibliothèque.)

M. Louis Figuier fait hommage d'un exemplaire de l'*Année scientifique et industrielle.* 33ᵉ année (1889). (Bibliothèque.)

Les articles suivants sont signalés dans les journaux périodiques reçus par la Société :

L'Ouvrier inventeur, organe du syndicat des ouvriers inventeurs. N° 1, 2ᵉ année.

Revue internationale d'électricité (février). — *Comparaison du prix de l'éclairage à l'électricité et de l'éclairage au gaz.*

Journal la Lumière électrique (février). — *Étude sur les cabestans électriques au chemin de fer du Nord français. Chemin de fer hydro-électrique-câble à patins glissants de Girard, et d'action électrique; biefs d'alimentation.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chronique industrielle de M. Casalonga (février). — *Appareils hydrauliques Parenty. Prix de revient des installations municipales d'éclairage électrique à Paris.*

Iron (février). — *Machine à casser les pierres pour en faire de l'empierrement.*

Génie civil (février). — *Usine élévatoire de Bercy.* — *Projet d'un canal des deux mers, en Écosse, entre les fleuves le Forth et la Clyde.*

Transactions of the laboratory Club, Londres. — Quatrième session, 1889-1890. — *Essai biologique de la croissance de l'orge. La stérilisation du mout dans la chaudière.*

NOMINATION DE MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ. — Sont nommés membres de la Société :

M. Marcel Vacher, agriculteur, maire de Montmarault (Allier), présenté par *M. Risler*.

M. Jobin, ancien élève de l'École polytechnique, constructeur de machines à Paris, présenté par *MM. Vincent* et *Bardy*.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Méthode de dessin.* — *M. Armand-Dumaresq* fait, au nom du Comité des constructions et des beaux-arts, un rapport sur l'*École de dessin et de modelage,* fondée par la chambre syndicale des fabricants de bronze, rue Saint-Claude, 8, à Paris.

Cette école est dirigée avec beaucoup de zèle et d'intelligence par *MM. Robert frères*, sculpteurs, qui ont composé et dessiné, sur des toiles de $1^m,40$ de hauteur sur 40 centimètres de largeur, 71 tableaux où ils ont réuni des types et des exemples des différents styles pour en faciliter l'étude et faire voir l'ornement, s'inspirant presque toujours de la nature, se transformant suivant le goût de l'époque et suivant les pays.

Le Comité des constructions et des beaux-arts propose : 1° d'adresser à *MM. Robert frères* les félicitations que méritent leur méthode d'enseignement et les résultats qu'ils ont obtenus dans leur école de dessin; 2° de voter l'insertion du présent rapport au *Bulletin* avec les deux planches représentant les transformations de la feuille d'acanthe et les légendes nécessaires qui donnent une très juste idée des tableaux du cours Robert.

Ces conclusions sont adoptées.

COMMUNICATIONS. — *Résistance électrique du fer et de ses alliages.* — *M. Le Châtelier* a entrepris l'étude des conductibilités électriques des métaux aux températures élevées pour déterminer les températures auxquelles se produisent les transformations moléculaires de ces corps et rend compte des résultats qu'il a obtenus.

M. le Président remercie *M. Le Châtelier* de son intéressante communication qui sera insérée au *Bulletin*.

Machine à calculer. — *M. Léon Bollée* présente une machine à calculer dont le principe est différent de celles qui ont été imaginées jusqu'à ce jour dans le même but. Cette machine, munie d'un appareil multiplicateur qui détermine immédiatement, en une seule fonction et sans passer par les intermédiaires, le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

produit d'un nombre quelconque par un chiffre quelconque du multiplicateur, se compose de deux parties distinctes : le *calculateur* et le *récepteur*.

Le *calculateur* est une sorte de caisse métallique ayant sur la face supérieure dix rainures avec crans d'arrêt numérotés de 0 à 9, où peuvent s'engager des boutons fixés sur dix plaques calculatrices contenues dans l'intérieur de la boîte métallique et dont chacune est la représentation en saillie de la table de multiplication. Ce calculateur tout entier peut glisser le long de deux règles à l'aide d'une manivelle qui tourne au-dessus d'un cadran divisé en 10 et portant les chiffres de 0 à 9. De plus, par l'effet de la rotation d'une autre manivelle, il reçoit un mouvement vertical, aller et retour, de 3 centimètres environ d'amplitude.

Le *récepteur* peut se diviser en trois parties : le transmetteur, les cadrans des résultats, l'appareil des retenues. Le transmetteur est composé de 60 tiges d'acier montées sur 3 rangées placées l'une devant l'autre et qui portent vers la partie supérieure des dentures pouvant engrener avec des pignons fixés sur les cadrans des résultats. Les tiges font ainsi tourner ces cadrans lorsqu'elles sont soulevées par les saillies du calculateur ou abaissées par une traverse *ad hoc*. La première rangée des tiges, placée en avant, est destinée à faire fonctionner les cadrans inférieurs, elle est actionnée par un curseur figurant la virgule sur le calculateur et par la traverse citée plus haut. La deuxième rangée sert à enregistrer, sur les cadrans supérieurs, les unités d'un produit partiel ; la troisième rangée, les retenues de ce même produit. Quant aux cadrans, les supérieurs portent sur leur pourtour les dix chiffres de 0 à 9 et représentent un produit ou un dividende ; les inférieurs possèdent deux numérations en sens inverse : l'une inscrivant un multiplicateur ou l'autre un quotient, suivant que la machine fait une multiplication ou une division. A chaque fois qu'un cadran passe de 0 à 9 ou de 9 à 0, l'appareil des retenues augmente ou diminue de 1 le chiffre du cadran placé à sa gauche. Enfin, il existe trois leviers : l'un qui sert à remettre à zéro les cadrans supérieurs, le second les cadrans inférieurs, et le troisième qui sert à faire fonctionner la machine en + ou en —, suivant qu'il occupe le cran positif ou le cran négatif.

La machine sert à la multiplication de même qu'à la division ; elle fait aussi les additions, les soustractions, la suite des carrés des nombres, les progressions, les comptes d'intérêts. Elle peut commencer les multiplications par un chiffre quelconque du multiplicateur, transformer un résultat trouvé, faire la somme ou la différence de plusieurs produits sans obligation d'enregistrer chacun d'eux, etc. Les racines carrées peuvent être obtenues d'une façon tout à fait automatique, l'opérateur n'ayant même pas besoin de connaître le nombre dont il cherche la racine (à la condition que ce nombre soit inscrit sur la machine).

M. le Président remercie *M. Bollée* de son intéressante communication, qui est renvoyée au Comité des arts économiques.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pulvérisation du liège. — *M. de Vasson,* administrateur délégué de la Société *la Subérine,* fait une communication sur la pulvérisation du liège obtenue au moyen d'une meule nouvelle, qui, par un seul broyage, donne une série de poudres de toutes dimensions, y compris l'impalpable, c'est-à-dire celle qui tamise à travers une toile de 140 fils au pouce carré.

Le prix de cette meule est insignifiant, et son entretien presque nul.

Les poudres ainsi obtenues ont des applications qui varient suivant leurs dimensions. Les plus fines sont prises par la droguerie et la pharmacie : elles remplacent avec avantage le lycopode.

Avec les poudres moyennes, la subérine sert à composer un ciment plastique qui, mélangé dans une certaine proportion au plâtre à mouler, produit un staff plus résistant et plus léger que le staff ordinaire; aussi peut-on l'employer soit dans les décorations extérieures, soit pour les motifs d'une ornementation un peu chargée qui s'appliquent sur des plafonds à grande portée, ou sur des cloisons un peu faibles.

C'est encore avec ces poudres-là que l'on obtient la peinture au liège, dite granité, à peu près la seule employée aujourd'hui à l'intérieur de nos navires de guerre.

Les grosses poudres agglomérées par des procédés spéciaux font des briques et des carreaux de toutes formes et dimensions qui possède les qualités essentielles du liège; ils sont aussi mauvais conducteurs du froid et de la chaleur que du son, et ont une très grande légèreté; mais sur le liège ordinaire, ils ont l'avantage considérable d'être ininflammables et même incombustibles.

Deux sortes de briques ou carreaux sont fabriqués : les uns à base de plâtre, les autres à base d'oxychlorure de zinc. Ces derniers trouvent, grâce à cette précieuse qualité, des applications spéciales, notamment dans la marine. Mais les premières, d'un prix plus réduit, présentent dans la construction de nombreux emplois. Les cloisons intérieures, surtout celles en porte-à-faux, cessent, grâce à nos carreaux, d'être une charge pour le plancher. Que l'on en fasse des cloisons, des revêtements de combles, d'ateliers, de mansardes, de serres chaudes ou de glacières, leurs qualités calorifuges se manifestent toujours et partout.

Enfin, grâce à ces carreaux qui, dans les plafonds, vont d'un fer à plancher à l'autre, on obtient des plafonds véritablement et absolument sourds.

M. le Président remercie *M. de Vasson* de son intéressante communication, qui est renvoyée au Comité des constructions et des beaux-arts.

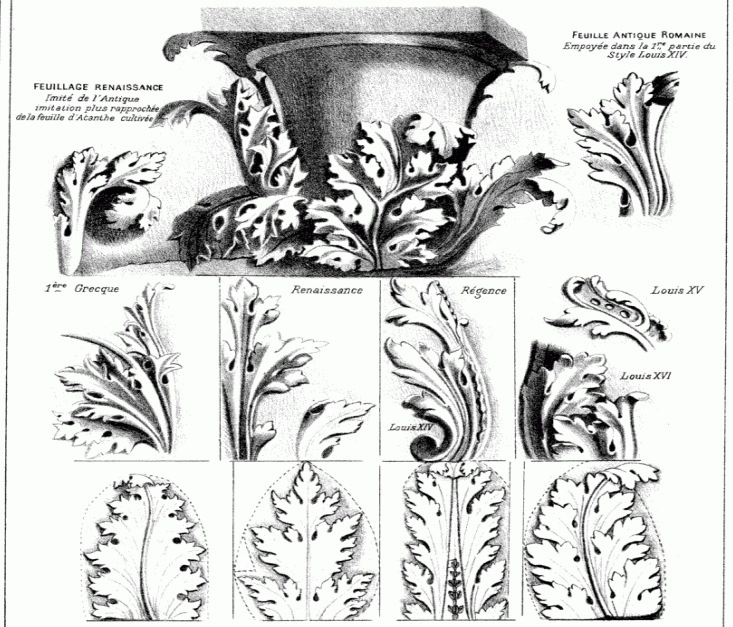
Le Gérant : J.-H. GINESTOU.

Paris. — Typographie Georges Chamerot, 19, rue des Saints-Pères. — 25765.

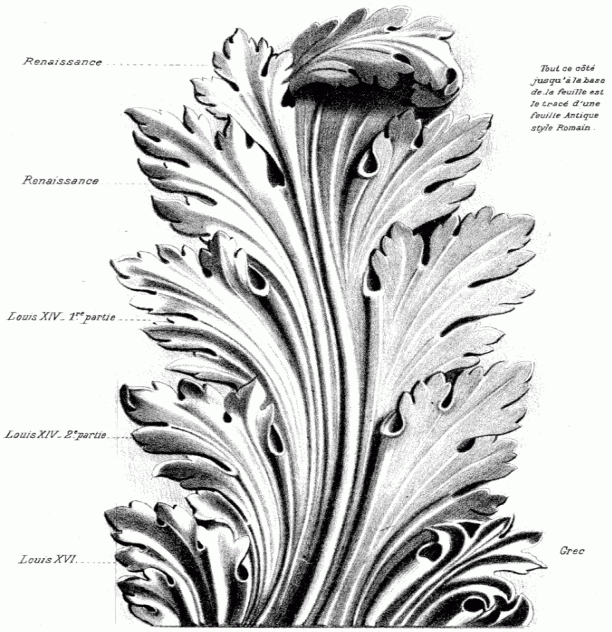
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

FEUILLES D'ACANTHE NATURELLES.

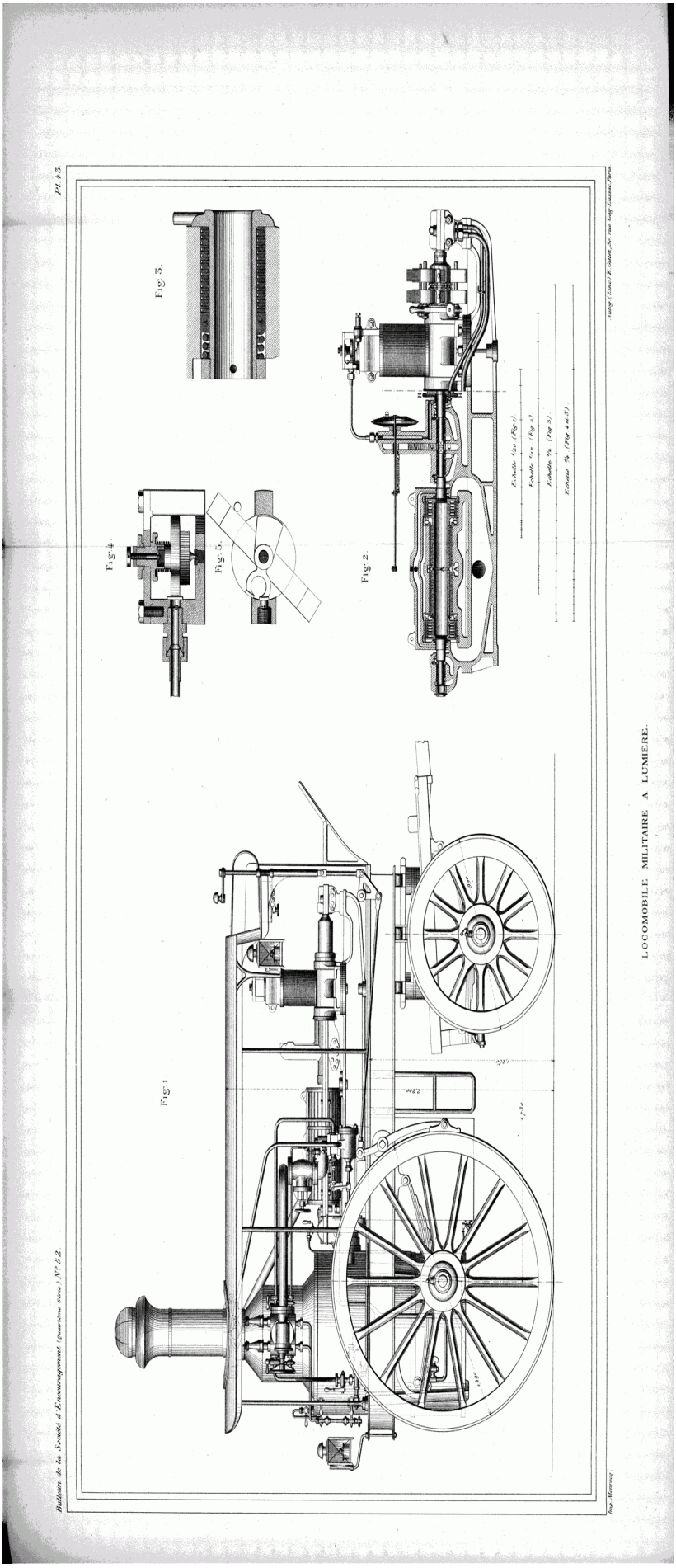


ESSAI DE TRANSFORMATION D'UNE FEUILLE ANTIQUE ROMAINE
EN DIFFÉRENTS STYLES DU CÔTÉ GAUCHE AINSI QUE LA BASE DE LA FEUILLE.



Imp. Monrocq. E. Gillet, 30, rue Gay-Lussac, Paris.

FEUILLES D'ACANTHE DE DIFFÉRENTS STYLES.



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 5

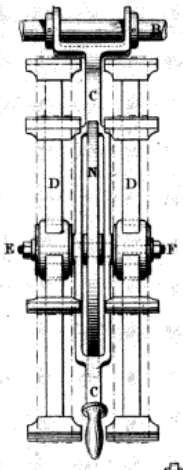


Fig. 4

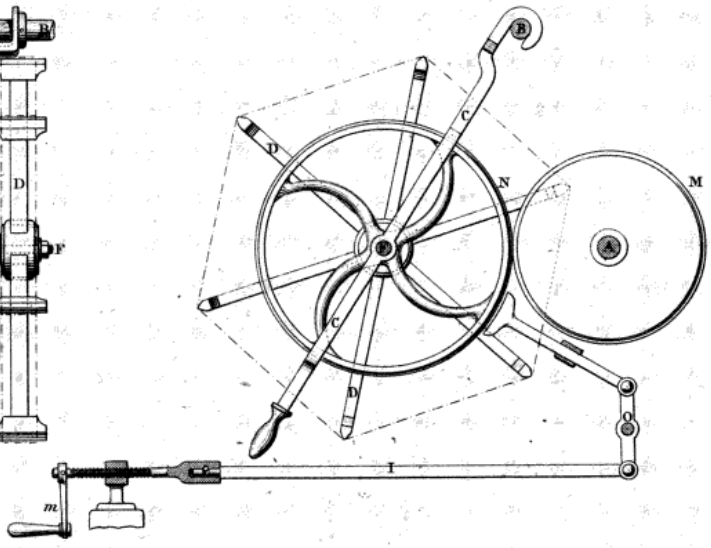


Fig. 1

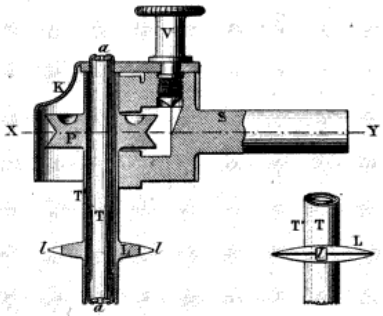


Fig. 2

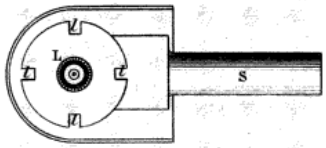


Fig. 3

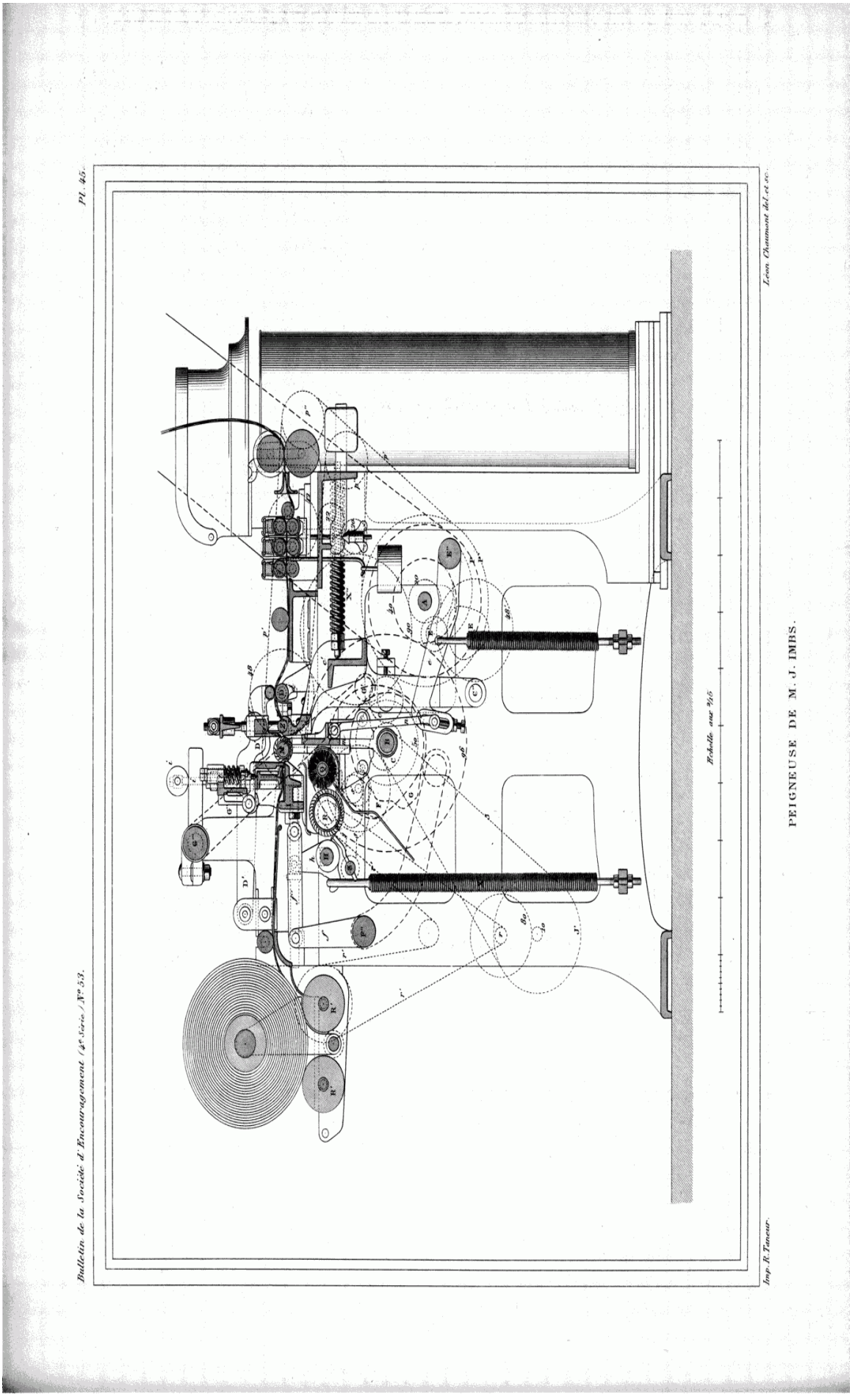
Echelle de o^{m}.100 p^{r} mèt. (Fig. 4 et 5)

Echelle de o^{m}.500 p^{r} mèt. (Fig. 1, 2, 3.)

Imp. R. Taneur. Léon Chaumont del. et sc.

APPAREIL DE M. CAMEL POUR LE FILAGE DE LA SOIE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

89e ANNÉE. Quatrième Série, Tome V. MAI 1890.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

CONSTRUCTIONS ET BEAUX-ARTS

RAPPORT *fait par* M. SCHLEMMER, *au nom du Comité des constructions et des beaux-arts, sur les* PROCÉDÉS EMPLOYÉS PAR LA COMPAGNIE DE FIVES-LILLE, POUR LE MONTAGE DES CHARPENTES MÉTALLIQUES DU PALAIS DES MACHINES A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889.

La méthode employée par la Compagnie de Fives-Lille pour le levage et le montage des charpentes métalliques du palais des Machines de l'Exposition universelle de 1889, a vivement attiré l'attention non seulement des ingénieurs, mais encore de tout le public admis à les visiter. On a été frappé par la hardiesse du système, en même temps que par la rapidité et la précision avec lesquelles on est parvenu à élever cette gigantesque construction dont le poids, pour chaque arc, est de 200 tonnes, en nombre rond.

Votre Comité des constructions et des beaux-arts ne pouvait rester indifférent devant cette manifestation remarquable de la science et du talent toujours en progrès des ingénieurs qui dirigent les travaux de nos grands établissements de constructions métalliques; il a pensé qu'elle devait être exposée au Conseil de la Société d'Encouragement et il m'a chargé de lui présenter un rapport sur ce sujet : c'est la tâche que je vais essayer de remplir.

J'ai eu, à plusieurs reprises, occasion de vous signaler les progrès accomplis ces dernières années, dans l'art de la construction métallique, et, sans avoir besoin de les mentionner à nouveau, je me bornerai à rappeler qu'ils sont dus, pour la plupart, à l'industrie française. La Compagnie de Fives-Lille y occupe, à des titres divers, une des places les plus considérables. Par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les nombreux et remarquables travaux exécutés par elle dans toutes les parties du monde, elle a contribué à porter, d'une manière éminente, à l'étranger, le renom dont jouissent, à bon droit, les constructeurs français.

Pour apprécier l'importance de ces travaux et le nombre des pays où ils se trouvent répartis, il suffit d'examiner les deux albums de photographies que m'a remis la Compagnie de Fives-Lille et que j'ai l'honneur de déposer à la bibliothèque de notre Société, si le Conseil veut bien le décider ainsi. Les planches nos 4, 5 et 6 de l'album intitulé « ponts, charpentes et constructions diverses » représentent les ingénieux moyens mis en œuvre pour le montage de la partie du palais des Machines dont la Compagnie de Fives-Lille a été chargée.

Le montage des charpentes métalliques de ce palais présentait, à divers points de vue, de très sérieuses difficultés.

Les fermes à mettre en place dépassaient de beaucoup, comme ouverture et comme hauteur au-dessus du sol, ce qui avait été fait jusqu'alors ; en outre, le délai accordé pour l'exécution était très court.

Il fallait recourir à un système de levage et de montage d'une grande puissance permettant, par la rapidité de son exécution, de rattraper autant que possible les retards qui viendraient à se produire dans la préparation et l'exécution des pièces à l'atelier.

Ces considérations ont amené les ingénieurs de la Compagnie de Fives-Lille à adopter un procédé différent de celui en usage pour des fermes moins importantes et qui consiste, comme on sait, à les lever par petits tronçons qu'on assemble et rive sur des échafaudages épousant le contour inférieur des fermes; ce dernier procédé avait d'ailleurs été employé par la Compagnie de Fives-Lille, avec certains perfectionnements pour les galeries des Machines des Expositions de 1867 et 1878.

Tout est nouveau dans les procédés qu'elle a mis en œuvre, aussi bien pour le levage des fermes, que pour la mise en place des pièces comprises entre deux fermes consécutives.

La disposition qu'elle a combinée pour le levage des fermes a permis de faire à terre, à l'abri de toute chance d'accident, une partie importante du travail d'assemblage et de rivetage des pièces composant les fermes, et de préparer ce travail à l'avance, au fur et à mesure de l'arrivage du matériel à pied d'œuvre et sans le secours d'installations spéciales; le levage des parties ainsi préparées a seul exigé l'emploi d'échafaudages.

Quant au procédé de mise en place de la partie de toiture comprise entre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

deux fermes successives, il a permis de réduire, on peut presque dire d'éviter, pour les ouvriers, le travail dans le vide. C'est peut-être la partie la plus originale de la combinaison qui est due, pour l'ensemble et pour les détails, à M. E. Lantrac, ingénieur en chef du service des constructions métalliques de la Compagnie de Fives-Lille.

EXPOSÉ DU SYSTÈME EMPLOYÉ PAR LA COMPAGNIE DE FIVES-LILLE, POUR LE MONTAGE DES FERMES DE 115 MÈTRES DE PORTÉE DU PALAIS DES MACHINES DE L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889. — Avant d'aborder la description du nouveau mode de levage imaginé et pratiqué par M. l'ingénieur en chef Lantrac, il me paraît utile de rappeler les dimensions principales du palais des Machines, et le poids de son ossature métallique.

Longueur de la grande nef.		420m,00
Largeur hors-œuvre.		115m,00
Portée des fermes d'axe en axe des piliers.		110m,00
Nombre de fermes, y compris les deux fermes verrières d'extrémité.		20
Largeurs des travées ou longueurs comprises entre les arcs consécutifs.	travées courantes.	21m,500
	travée centrale.	26m,400
	travées extrêmes.	25m,200
Hauteur des fermes sous la rotule du faîtage		45m,000
— — chéneau.		23m,000

Le poids total de l'ossature métallique d'une travée complète comprenant une grande ferme, les arceaux entre les piédroits des fermes, les sablières basses, les poutres chéneaux, les pannes, les chevrons et les fers à vitrage est en moyenne de 400 tonnes; et, par mètre carré de surface couverte, 155 kilos environ, non compris les pignons vitrés.

Exposé général du système de montage. — Les fermes du palais des Machines sont, comme on le sait, à trois rotules dont deux aux naissances des piédroits et une à la clef.

Le système de levage des fermes a consisté, dans son ensemble, à assembler et à river à terre les éléments de chaque ferme de façon à former quatre grands tronçons, deux piédroits et deux arbalétriers, puis à lever ces quatre tronçons deux à deux à l'aide d'échafaudages, et enfin à les réunir par les quelques pièces nécessaires à leur raccordement.

Le levage d'une ferme s'est fait ainsi en deux opérations.

Le procédé de mise en place des pannes a consisté à les faire *rouler* sur les rampants des fermes en les reliant, au fur et à mesure de leur avancement, par les chevrons et autres pièces de la toiture, de façon à faire avancer à la fois sur le vide toute l'ossature comprise entre deux fermes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On s'est servi, pour toutes ces opérations, de *trois échafaudages indépendants :* un pylône central et deux échafaudages latéraux symétriques, dont la largeur, suivant l'axe longitudinal du palais, correspondait à peu près à celle d'une travée de la charpente.

Ces échafaudages, dont la figure 1 donne une idée générale, portaient à leur partie supérieure un plancher disposé en gradins suivant la courbure des fermes. Ils étaient armés des engins de levage nécessaires.

Enfin, pour en permettre le déplacement, ils étaient montés sur des galets devant rouler sur plusieurs files de rails convenablement disposés.

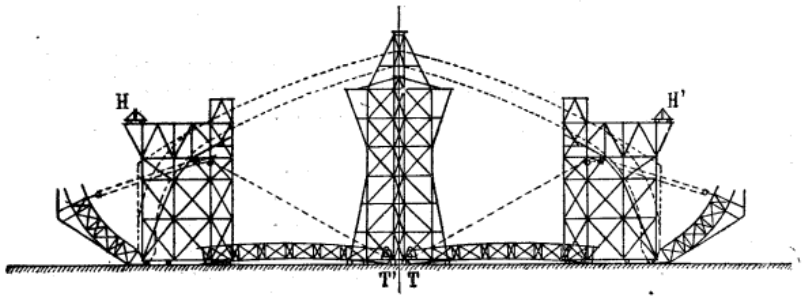


Fig. 1. — Levage des fermes.

Tous les engins de levage et de main-d'œuvre étaient mus à bras d'hommes.

Voici comment s'effectuait le montage d'une ferme courante :

Un certain nombre de travées étant déjà mises en place, on amenait les échafaudages à l'aplomb de la travée suivante.

En même temps on constituait sur le sol les quatre tronçons de la ferme à monter : les piédroits étaient placés en dehors des échafaudages dans le plan même de la ferme et les arbalétriers entre les échafaudages à l'aplomb de leur position définitive.

Enfin les plaques d'appui à rotule étaient fixées sur les maçonneries de fondation.

On procédait alors au levage simultané des deux piédroits, puis à celui des deux arbalétriers.

1° **Levage des fermes.** *Piédroits.* — Le levage des piédroits s'effectuait par rotation ; on agissait sur les deux piédroits simultanément (fig. 1).

Pour chacun, — celui P par exemple (fig. 2), — cette rotation avait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lieu, d'abord autour d'un axe auxiliaire *a* jusqu'à ce que l'arête inférieure *b* du coussinet du piédroit fût venue en prise avec l'angle externe *c* de la rotule et de la plaque d'appui, puis autour de ladite arête jusqu'à ce que le piédroit fût arrivé à sa position verticale.

La traction nécessaire pour cette double opération était produite au moyen de câbles en chanvre actionnés par deux treuils T, T′ (fig. 1) installés à la partie inférieure du pylône central, et passant sur des poulies mouflées fixées : d'une part, sur les piédroits, et, d'autre part, sur les échafaudages latéraux.

Des haubans de retenue qu'on laissait mollir au fur et à mesure du mou-

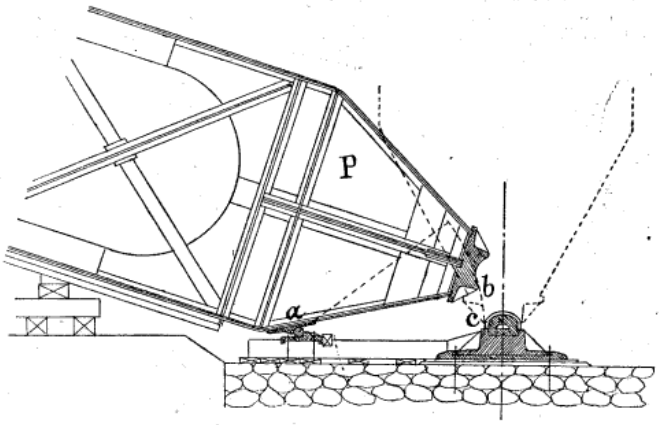


Fig. 2. — Position du piédroit avant le levage.

vement, étaient attachés aux piédroits pour les empêcher de sortir de leur plan de rotation et pour les retenir lorsque leurs centres de gravité avaient dépassé les verticales des axes de rotation.

Pendant cette opération, les points d'attache des poulies sur les échafaudages latéraux étaient reliés à la base du pylône central par des câbles en acier.

La durée du levage des piédroits a été en moyenne de trois heures environ.

Le poids de l'ensemble des piédroits était de 100 000 kilogrammes.

Arbalétriers. — Le levage des arbalétriers s'effectuait par soulèvement direct (fig. 3).

Chacun d'eux était saisi à ses extrémités par des palonniers sur lesquels agissaient des câbles mouflés dont les poulies supérieures étaient

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fixées aux sommets des échafaudages; ces câbles étaient actionnés par les treuils T,T′ servant à la rotation des piliers et par deux autres treuils semblables U et U′, — les deux treuils T′ et U correspondant à l'arbalétrier de droite, ceux T et U′ à l'arbalétrier de gauche; treuils qui tous étaient installés au pied des échafaudages.

On commençait par lever la partie supérieure des deux tronçons pour leur donner l'inclinaison voulue, puis on les levait parallèlement à eux-mêmes jusqu'à leur hauteur définitive.

Leurs têtes étaient amenées en contact avec la rotule supérieure de la ferme à l'aide d'une traction oblique.

Lorsque le contact des coussinets d'arbalétriers et de la rotule était produit, on assurait leur position au moyen d'un collier entourant lesdits cous-

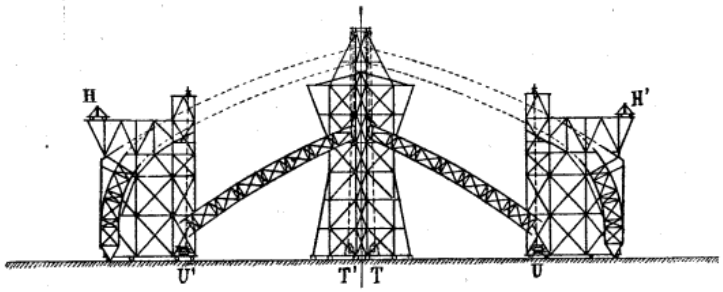


Fig. 3. — Levage des arbalétriers.

sinets et appartenant à la construction; en même temps, on boulonnait, puis rivait les jonctions des arbalétriers et des piédroits.

La durée du levage simultané des deux arbalétriers a été en moyenne de cinq heures. Leur poids était de 80 000 kilogrammes.

2° **Montage des pannes.** — Comme il a été dit, on a eu recours à un procédé spécial pour le montage des pièces de la toiture situées au-dessus de l'espace vide entre les échafaudages latéraux et le pylône central.

Les pannes de chaque versant étaient assemblées et rivées au pied de l'échafaudage et levées en une seule pièce à l'aide des chariots H et H′ (fig. 3). Les pannes étaient armées, à chaque extrémité, d'un galet par lequel, après leur levage, elles reposaient sur l'extrados des fermes.

Les deux premières pannes étant ainsi déposées sur l'extrados des fermes, au-dessus des échafaudages latéraux et à l'écartement qu'elles

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

devaient avoir entre elles, on y assemblait les chevrons et autres pièces de la toiture leur correspondant (fig. 4).

On faisait ensuite avancer le chariot ainsi constitué à l'aide de treuils S et S′ placés sur le pylône central, de la quantité nécessaire pour rendre libre le plancher de l'échafaudage occupé par les deux premières pannes, puis on plaçait à l'écartement voulu la panne suivante ainsi que les pièces comprises entre elle et la précédente.

Le chariot comportait alors trois pannes.

On le faisait encore avancer jusqu'à ce que les différentes pièces le

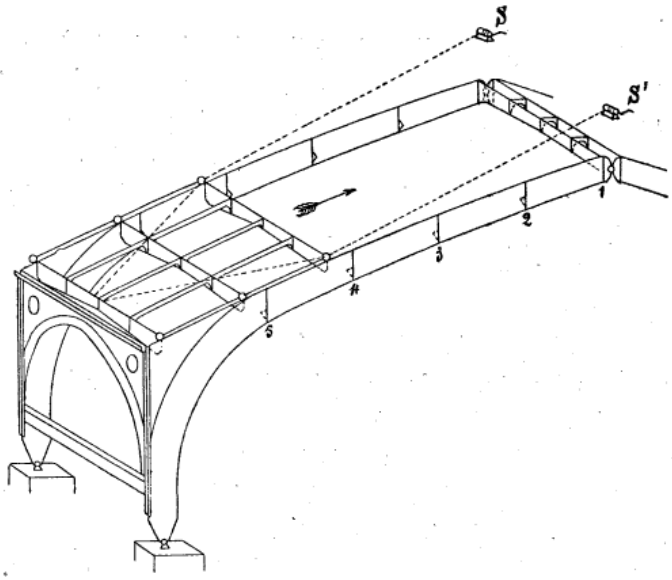


Fig. 4. — Montage des pannes.

constituant fussent arrivées à l'aplomb de leurs positions définitives.

On enlevait alors les galets en soulevant au moyen de petits vérins agencés dans les flasques des pannes portant les galets; on descendait ainsi tout le système jusqu'à ce que les pannes vinssent reposer sur leurs goussets d'attache rivés en attente sur les fermes où il ne restait plus qu'à les boulonner.

La mise en place des autres pannes et pièces de la toiture situées sur les échafaudages, ainsi que de la poutre chéneau et des arceaux reliant les piédroits des fermes, n'a présenté aucune particularité.

Déplacement des échafaudages. — Le montage d'une travée étant terminé, pour passer à la suivante il fallait déplacer les échafaudages.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le déplacement du pylône central consistait en une simple translation parallèle à l'axe longitudinal du palais, d'une amplitude de 21^{m},50 égale à la longueur d'une travée.

Quant au déplacement des échafaudages latéraux, il se composait de trois mouvements, savoir :

1° Un mouvement perpendiculaire à l'axe longitudinal du palais, pour dégager lesdits échafaudages qui se trouvaient enclavés entre les fermes, et leur permettre de passer ensuite sous celles-ci.

2° Un mouvement parallèle à l'axe longitudinal, d'une amplitude de 21^{m},50.

3° Un mouvement perpendiculaire à l'axe longitudinal, et en sens inverse du premier, pour ramener les échafaudages à leur alignement primitif.

Dans ces différents mouvements les échafaudages roulaient sur des rails disposés à cet effet. La traction avait lieu au moyen de câbles fixés à des pieux enfoncés dans le sol et s'enroulant sur les treuils des échafaudages.

Montage de la première ferme. — Le montage a été commencé par le milieu de la galerie et poursuivi en avançant vers l'extrémité côté de l'avenue de Labourdonnais.

Le montage de la première ferme a été effectué d'une manière analogue à celui des autres fermes, mais en opérant sur la face arrière des échafaudages alors qu'on montait en même temps la deuxième ferme sur la face avant. Ces deux premières fermes ont été réliées entre elles par les pannes et les autres pièces de la toiture, avant le déplacement des échafaudages; de plus, la stabilité de cette travée dont la largeur n'était que 21^{m},50, a été complétée au moyen de quatre câbles en acier formant haubans.

Comme il a été dit précédemment, tous les engins de levage et de manœuvre étaient mus à bras d'hommes.

Le peu de durée de chacune des opérations et l'intervalle de temps assez considérable qui s'écoulait entre elles excluaient l'emploi d'un moteur à vapeur. D'ailleurs, au moment où l'on effectuait ces manœuvres, un grand nombre d'hommes étaient disponibles et on en trouvait ainsi l'utilisation.

Les quatre treuils de levage employaient 64 hommes.

Avec ce procédé on est arrivé à monter facilement une travée pesant environ 400 tonnes, en une semaine, y compris le déplacement des échafaudages; on a dépassé de beaucoup la vitesse d'exécution à l'atelier, de sorte que la puissance de ce procédé de montage n'a pas été complètement utilisée.

Toutes les manœuvres, depuis la première ferme jusqu'à la dernière, se

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sont faites avec une précision absolue et mathématiquement suivant les prévisions; elles n'ont donné lieu à aucun accident de personne ou autre; on pourrait même dire à aucun incident quelconque.

Nous pensons que la description qui précède et les résultats obtenus établissent incontestablement les mérites et les avantages des ingénieux procédés mis en œuvre par les ingénieurs de la Compagnie de Fives-Lille.

Il importe de remarquer que non seulement ces procédés ont résolu victorieusement le difficile problème qu'on s'était posé, mais que leur ensemble constitue une méthode générale applicable à la mise en place de toutes les grandes charpentes sans tirants, avec piliers métalliques.

Ils réalisent donc un important progrès qui fait le plus grand honneur à leur auteur, et qui est vraiment digne des éloges et des récompenses de notre Société.

Vous avez dû être frappés, Messieurs, comme l'a été votre Comité des constructions et des beaux-arts, de la simplicité harmonieuse et de la suprême élégance de ces procédés; c'est le cachet particulier des belles et bonnes œuvres.

Votre Comité vous propose, en conséquence :

1° D'adresser, à ce sujet, des félicitations à la Direction de la Compagnie de Fives-Lille et à M. Lantrac, son ingénieur en chef du service des ponts et charpentes;

2° De décider que le présent Rapport sera inséré au *Bulletin* de la Société avec les vignettes.

Signé : SCHLEMMER, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 14 *mars* 1890.

CONSTRUCTIONS ET BEAUX-ARTS

RAPPORT *fait par* M. EUGÈNE PLON, *au nom du Comité des constructions et des beaux-arts, sur le* TRAITÉ DE LITHOGRAPHIE *de* M. LORILLEUX.

MESSIEURS,

Un de nos collègues de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale, M. Charles Lorilleux, a eu l'heureuse pensée de faire paraître,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

précisément à la date de notre récente Exposition universelle, un ouvrage dans lequel il a retracé l'histoire d'une de nos industries graphiques les plus intéressantes, la lithographie, qui, si elle n'est pas d'origine française, a néanmoins pris chez nous un développement tout à fait remarquable.

Nos ancêtres de la Société d'Encouragement n'ont pas peu contribué à l'introduction en France de l'invention de Senefelder. Il me suffira de nommer l'un d'eux, le comte de Lasteyrie, qui, concurremment avec Godefroi Engelmann, de Mulhouse, s'est adonné, dans le premier quart de ce siècle, à l'étude du procédé alors nouveau, à ses applications pratiques et industrielles.

M. Charles Lorilleux, se souvenant de ces origines de la lithographie française, de l'appui et des nombreux encouragements qu'à diverses époques elle a reçus de notre Société, vous a fait hommage de son *Traité de Lithographie*. C'est de ce livre que j'ai l'honneur de vous présenter un compte rendu sommaire, au nom de notre Comité des constructions et des beaux-arts.

Dans un avant-propos historique, l'auteur nous fait d'abord assister aux tentatives ingénieuses de Senefelder, à ses tâtonnements successifs, à ses patients efforts, à ses luttes, en un mot à ce drame intime qui se déroule presque toujours aux débuts d'une découverte, surtout quand l'inventeur est pauvre. Il résume ensuite, en traits rapides et précis, les développements du nouveau procédé d'impression en Allemagne, en France, en Angleterre, en Italie.

A l'origine, Senefelder l'avait appliqué à la musique. En France, ce furent les arts du dessin qui lui donnèrent bientôt son plein essor. Des artistes habiles, comprenant tout le parti qu'il y avait à tirer pour eux de la plume et du crayon lithographiques, s'y consacrèrent avec succès. Ainsi naquit un art nouveau, d'un caractère très particulier, qui brilla même d'un certain éclat, sous la Restauration et la monarchie de Juillet, avec des maîtres tels que Regnault, Carl Vernet, Girodet, Géricault, Isabey, Bellanger, Michallon, Devéria, Victor Adam, Gavarni et tant d'autres.

En même temps, la lithographie commença à être employée utilement par les éditeurs à l'illustration des livres.

M. Lorilleux, après l'historique que je viens de résumer, aborde la technique du procédé. C'est le corps même de son ouvrage ; il l'a divisé en quatre parties :

La première, consacrée à l'ancienne lithographie, traite à fond des pierres lithographiques, des rouleaux, de l'encre, des papiers d'impression, des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

divers outils employés par l'artiste pour établir sa planche, des procédés de travail, enfin des presses.

La seconde partie nous fait connaître, jusque dans ses moindres détails, la lithographie moderne, et notamment la chromolithographie. L'auteur ne manque pas d'y donner tous les renseignements nécessaires sur la fabrication des couleurs, leur action chimique les unes sur les autres, le mode d'emploi que comporte chacune d'elles. La zincographie, devenue à son tour si intéressante pour l'impression économique des plans et cartes géographiques, y est aussi étudiée, ainsi que les diverses applications de la lithographie à la tabletterie, à la verrerie et à la céramique.

Dans la troisième partie, nous voyons intervenir la photographie et ses applications variées, la photolithographie et la phototypie, par exemple.

La quatrième partie, non moins importante que les précédentes, est consacrée à la description et au mode d'emploi des diverses machines dont se servent les imprimeurs lithographes.

L'ouvrage se termine par un index chimique, une bibliographie et une table des brevets d'invention se rapportant à l'industrie lithographique.

Le traité dont je viens, Messieurs, de vous donner à peine le sommaire, est un beau volume in-4° de près de 400 pages, avec figures. Il me reste à vous en dire, pour me résumer, que l'histoire, la théorie et la pratique de la lithographie, que vous y trouverez exposées, le sont avec méthode et clarté, aussi complètement que possible, et surtout d'une manière instructive. Des nombreuses brochures antérieurement publiées sur la matière, la plus intéressante avait été, sans conteste, le *Traité théorique et pratique* d'Engelmann, qui remonte à l'année 1839 et qui néanmoins était encore, de notre temps, considéré comme le meilleur à consulter sur les principes fondamentaux du métier. Mais depuis cinquante ans l'industrie a marché ; aussi le livre de M. Lorilleux, au courant de tous les progrès modernes, laisse loin derrière lui ses devanciers. Ce nouveau traité, ajouterai-je, est l'œuvre d'un praticien sérieux qui s'est proposé d'être utile et qui me paraît y avoir remarquablement réussi. La publication a, de plus, un caractère désintéressé : M. Lorilleux n'a pas mis son livre dans le commerce ; il l'offre aux imprimeurs, aux chefs d'atelier, à ceux à qui il pense pouvoir par là rendre service.

Continuateur de l'œuvre de son père, qui, en 1818, fonda à Paris la première fabrique d'encres à imprimer, M. Charles Lorilleux est le créateur d'une usine de premier ordre pour la fabrication de ces encres, ainsi que des vernis, des couleurs et des produits divers employés soit par les typo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

graphes, soit par les lithographes. Il a eu ainsi, depuis plus de quarante ans, l'esprit toujours tendu à la solution des problèmes imposés par les besoins incessamment nouveaux de l'industrie. Aujourd'hui, il met libéralement à la disposition de tous l'expérience et le savoir acquis par de longs et intelligents efforts.

Vous vous souviendrez certainement, Messieurs, qu'en 1879 M. Lorilleux ayant soumis ses produits à l'examen de la Société d'Encouragement, M. de Luynes vous fit un rapport au nom du Comité des arts économiques. A cette occasion, notre collègue, en vous exposant avec sa haute compétence les procédés employés par M. Lorilleux, vous donna aussi une intéressante description de l'usine de Puteaux, où se fabriquent les encres, et de celle de Nanterre, où se prépare le noir de fumée. Je ne saurais rien ajouter à ce qui vous a été dit alors, si ce n'est que depuis 1879 l'usine a encore perfectionné et considérablement accru sa production. Je vous prierai pourtant, puisque l'occasion m'est donnée de vous parler de M. Lorilleux, à propos de son *Traité de Lithographie*, de me permettre de m'écarter un instant de mon sujet pour vous signaler un titre autrement important, selon moi, de ce grand industriel à votre bienveillante attention. J'ai connu un temps, — alors que je faisais l'apprentissage de mon métier dans les ateliers de mon père, — où la plupart de nos praticiens avaient cru reconnaître une certaine supériorité des encres anglaises pour l'impression des ouvrages à vignettes et des journaux illustrés. L'Angleterre semblait nous avoir devancés dans cette voie, et une importation assez considérable d'encres anglaises se faisait alors en France. M. Charles Lorilleux, qui sut pressentir le développement auquel étaient appelées chez nous les publications illustrées, entreprit de reconquérir au profit de notre industrie la fourniture des encres nécessaires à ces publications. A cet effort se rattachent la création des usines modèles de Puteaux et de Nanterre, et les perfectionnements successifs apportés à leurs produits. Je puis ajouter que le succès a dépassé les espérances de leur créateur, puisque depuis bien des années déjà non seulement les encres françaises ont repris la pleine possession de notre marché, mais que de plus M. Lorilleux en fait une très importante exportation par toute l'Europe, jusqu'en Angleterre et aussi jusqu'en Amérique. Il y a eu là un sérieux service rendu à l'industrie nationale, et il a paru qu'il n'était pas hors de propos de le porter à votre connaissance.

J'ai donc l'honneur de vous proposer, Messieurs, au nom de votre Comité des constructions et des beaux-arts : 1° de remercier M. Charles

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Lorilleux de l'hommage qu'il a fait à la Société de son utile et intéressant *Traité de Lithographie;* 2° de le féliciter du développement et des perfectionnements qu'il a apportés à la fabrication des encres à imprimer; 3° d'insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Signé : EUGÈNE PLON, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 28 *mars* 1890.

ARTS MÉCANIQUES

RAPPORT *fait par* M. LECŒUVRE, *au nom du Comité des arts mécaniques, sur les* ENVELOPPES CALORIFUGES EN LIÈGE *de la* SOCIÉTÉ DES LIÈGES APPLIQUÉS A L'INDUSTRIE, *rue du Delta, n°* 13, *à Paris, et de* M. J. BOURDON, *rue de Paradis, n°* 39, *à Paris.*

MESSIEURS,

Depuis longtemps on a reconnu la nécessité d'envelopper les tuyaux de conduite de vapeur pour empêcher leur refroidissement, et, par suite, une notable déperdition de chaleur.

Toutes les dispositions qui tendent à obtenir une économie de combustible ne peuvent qu'être parfaitement accueillies par la Société d'Encouragement. Aussi est-ce avec empressement que le Comité des arts mécaniques s'est occupé de l'examen des systèmes présentés par la Société des lièges appliqués à l'industrie et par M. J. Bourdon.

Bien avant eux, on avait songé à employer le liège, à cause de sa faible conductibilité de la chaleur, mais l'application pratique de cette matière ne remonte guère qu'à une vingtaine d'années.

La première des deux maisons que nous venons d'indiquer fait usage de bandes de liège de largeur variable suivant le diamètre du tuyau à protéger, avec faces d'épaisseur inclinées de telle façon qu'elles tendent à passer par l'axe. Ces bandes, qui ne sont autres que des douves, s'appliquent en nombre suffisant autour du tuyau et sont maintenues provisoirement par de la ficelle. Quand le tuyau ainsi enveloppé a reçu de la vapeur pendant quelque temps, et lorsqu'on juge que le liège est suffisamment sec, on remplit les vides et on achève le montage en remplaçant la ficelle par du fil de fer. Les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

coudes se garnissent absolument de la même manière que les parties droites. Une fois que le liège est mis définitivement en place, il est convenable, afin de boucher les pores de la matière et les divers interstices, de badigeonner le tout avec de la peinture ou simplement avec un enduit à base de chaux.

Dans le système de M. J. Bourdon, on se sert également de bandes de liège; seulement leur section est rectangulaire, d'une largeur constante de $0^m,03$ et d'une épaisseur variable suivant le diamètre. Elle est de $0^m,006$ pour les petits tuyaux, et de 0 ,015 à partir d'un diamètre de $0^m,09$. Ces bandes collées sur de la toile, terminées en biseau et réunies avec une dissolution de caoutchouc, sont enroulées en hélice sur le tuyau droit ou courbe en arrêtant le liège à quelques centimètres des brides. Au-dessus de cette garniture et toujours par enroulement en hélice, on applique une nouvelle bande en toile caoutchoutée, en prenant la précaution de recouvrir les joints. Malgré cette seconde toile imperméable, il est utile d'enduire la surface extérieure d'une couche épaisse de peinture ou plus économiquement de goudron. C'est surtout urgent quand le tuyau est exposé à l'humidité.

Pour que les dispositions qui nous ont été soumises résistent longtemps, il est indispensable, à notre avis, que la température de la vapeur ne soit pas supérieure à 180°, bien que M. J. Bourdon prétende que son système puisse résister, sans inconvénient, à une température de 200°.

N'ayant rien pu conclure des renseignements verbaux et écrits que nous avons recueillis, nous avons dû chercher à nous procurer des résultats d'expériences sérieuses. Nous avons été assez heureux d'apprendre que M. Charles Compère, ingénieur-directeur de l'Association parisienne des propriétaires d'appareils à vapeur, avait été chargé d'expérimenter un certain nombre de substances isolantes et que les résultats obtenus par lui avaient été publiés dans le 12e bulletin de l'Association qu'il dirige. Ces essais ont eu lieu au Creusot, où l'on n'a rien négligé pour se rendre compte de l'emploi des calorifuges. L'appareil dont s'est servi M. Compère était identique à celui qu'avait précédemment imaginé et employé M. Walther-Meunier, l'ingénieur en chef de l'Association alsacienne des propriétaires d'appareils à vapeur. Il était formé de deux tuyaux inclinés, munis de tubes de niveau et communiquant par le haut avec une prise de vapeur et par le bas avec un serpentin réfrigérant permettant de recueillir la vapeur condensée ; ces tuyaux avaient un mètre carré de surface : l'un restait nu, tandis que l'autre était entouré du calorifuge soumis à l'essai.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans les conditions où les épreuves ont eu lieu, le liège, entourant un tuyau en fonte sans brides de 0_m, 20 de diamètre, a donné une économie de 57 fr. 25 par mètre carré et par an pour trois cents jours à 12 heures de travail par jour, en supposant qu'on fasse usage de houille à 25 francs la tonne, vaporisant 7 kilogrammes d'eau par kilogramme de combustible.

Avec un tuyau en cuivre, également sans brides de 0^m,165 de diamètre et dans des conditions à peu près analogues, l'économie n'a plus été que de 46 fr. 50, toujours par mètre carré et par année.

Malgré les variations que ces chiffres doivent nécessairement éprouver avec les changements de diamètre, de pression de vapeur et de température de l'air extérieur, il est certain qu'au bout de peu de mois, les frais d'achat et d'application du calorifuge en liège seront largement couverts par l'économie de combustible.

En principe, du moment que le liège est bien employé, qu'il est exactement en contact avec le tuyau, qu'il ne donne lieu à aucune circulation d'air entre l'enveloppe et le tuyau, qu'on a adopté une épaisseur suffisante et que la température de la vapeur n'est pas trop élevée, les deux systèmes qui nous ont été présentés doivent fournir les mêmes avantages.

En présence des résultats économiques que procurent les deux systèmes, le Comité des arts mécaniques vous propose de remercier la Société des lièges appliqués à l'industrie, et M. J. Bourdon, de leurs intéressantes communications et d'ordonner l'insertion du présent rapport au *Bulletin*.

Signé : Lecœuvre, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 14 mars 1890.

ARTS MÉCANIQUES

Rapport *fait par* M. Édouard Simon, *au nom du Comité des arts mécaniques, sur la* peigneuse, *le* banc d'affinage *et le* système de laminage sous chapeau, pour coton, *de* M. Joseph Imbs, *ingénieur, professeur de filature et de tissage au Conservatoire national des arts et métiers.*

Messieurs,

En 1883, j'ai eu l'honneur de vous signaler les mérites d'une machine à peigner les cotons courts, qui valut, dès cette époque, à son auteur, M. Jo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

seph Imbs, un encouragement de notre Société et qui motiva la suppression du prix antérieurement mis au concours pour la substitution du peignage au *cardage en fin* des cotons ordinaires (1).

Le modèle primitif de la peigneuse Imbs satisfaisait, pour une large part, au programme de ce prix. La meilleure preuve en est dans le nombre de machines (plus de 200) qui fonctionnent utilement en Normandie, en Champagne, en Alsace, en Espagne, en Angleterre, en Belgique. Cependant, ainsi que le constatait votre rapporteur, l'invention marquait seulement une première étape (2). Les espérances dont nous nous étions fait l'interprète, sont actuellement réalisées. Avec une grande science pratique, une persévérance infatigable, M. Imbs a progressivement perfectionné son œuvre, simplifiant la construction sans compromettre le bon fonctionnement des organes, et facilitant l'entretien de sa peigneuse en même temps qu'il en augmentait le rendement. De ces transformations est résulté un nouveau type de machine, applicable au traitement des cotons Jumel, Louisiane et des Indes comme au

(1) Le programme du prix auquel il est fait allusion, n'ayant pas été conservé dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement*, il paraît utile d'en reproduire ci-après les conditions : « Il est actuellement bien reconnu qu'il y aurait un grand intérêt à substituer la préparation du peignage à celle du cardage, dans le travail de tous les fils destinés à la fabrication des retors et des étoffes rases et lisses, quelle que soit la nature des filaments qui les composent. Les avantages des produits peignés et leur supériorité sur les articles préparés à la carde ont été analysés dans les ouvrages spéciaux et notamment dans les *Traités sur la filature du coton et de la laine*, de Michel Alcan, d'une manière assez étendue pour qu'il soit inutile d'y revenir ici. Les services considérables rendus par la peigneuse Heilmann et par celles qui l'ont suivie, prouvent, d'ailleurs, l'importance de ce genre de transformations (voir le Rapport sur le prix d'Argenteuil accordé à la peigneuse Heilmann, *Bulletin de la Société d'Encouragement*, année 1857, p. 498). Mais, jusqu'ici, les différents genres de peigneuses n'ont pu s'appliquer qu'aux fibres d'une certaine longueur. Des difficultés techniques et une dépense de travail que ne comportent pas les substances cardées, se sont opposées à la propagation des machines imaginées à cet effet, et dont quelques spécimens ont figuré aux dernières expositions internationales.

« La Société d'Encouragement, pénétrée de l'importance de la solution pratique de cette question et convaincue des progrès qui résulteraient de la substitution d'une bonne peigneuse à la carde, surtout dans la filature du coton, propose un prix pour être décerné à l'inventeur d'une peigneuse pour le coton dit courte-soie, préparé jusqu'ici par le cardage.

« L'emploi de cette machine ne devra pas être plus onéreux que celui de la carde, c'est-à-dire que le même poids, bien peigné, ne devra pas coûter plus que s'il avait été cardé d'une manière parfaite. La peigneuse ne devra pas exiger plus de soin ni d'entretien qu'une carde ordinaire. Pour mériter le prix, il sera nécessaire de prouver que la nouvelle peigneuse a produit au moins 10 000 kilogrammes de fibres peignées. Une collection complète d'échantillons de la matière textile, travaillée dans les divers degrés de préparation par lesquels elle a passé dans le nouveau système, devra être adressée à la Société, avec les pièces à l'appui, pour justifier de la réalisation des conditions du présent programme. »

(2) *Bulletin* de décembre 1883, p. 570. — Rapport de M. Édouard Simon sur un progrès réalisé dans l'industrie cotonnière par M. Joseph Imbs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

peignage des *blousses* et autres déchets. La peigneuse Imbs, à *tête* unique, se loge dans un emplacement de $2^{m},40$ carrés et coûte seulement 2500 francs de prix d'achat; une ouvrière en surveille de 6 à 8; la production varie, suivant les matières, entre $1^{k},750$ et $2^{k},750$ de fibres peignées par heure et par machine.

Sans nous appesantir sur des transmissions de mouvements, dont les détails seront bien saisis par l'inspection des figures et par la lecture de la légende annexées à ce rapport, il convient d'indiquer tout au moins le principe de la machine nouvelle.

Deux pinces dites l'une, *pince alimentaire* et l'autre, *pince arracheuse*, s'écartent et se rapprochent alternativement suivant un même plan horizontal, pour rompre le ruban de préparation dans le premier mouvement et, dans le second, souder les deux fractions peignées (*tête* et *queue*). La *queue* est maintenue par la pince arracheuse, la *tête* par la pince alimentaire et dans l'intervalle s'élève en tournant sur lui-même un peigne cylindrique horizontal, de longueur égale à la largeur de la nappe. Pendant l'ascension, les rangées successives d'aiguilles implantées à la périphérie du peigne pénètrent graduellement à travers les filaments et travaillent la *tête* par dessous tandis que la pince arracheuse se rapproche un peu pour permettre aux mêmes aiguilles de peigner la *queue* par dessus. Le peigne, en redescendant, laisse les deux fractions dans les situations respectives les plus favorables à la superposition et à la soudure des filaments, lors du rapprochement complet des deux pinces. Arrivé au bas de sa course, le peigne séjourne le temps nécessaire pour être débarrassé de la *blousse* par une brosse cylindrique, que complète un appareil de nettoyage.

En faisant varier le diamètre du peigne, le filateur peut traiter sur une seule machine diverses longueurs de cotons. Pour la préparation des fibres courtes, le diamètre doit nécessairemont être très réduit et cette faible dimension, eu égard à la largeur de la machine, présentait une difficulté qui a été résolue par le montage des peignes cylindriques sur un arbre en acier très rigide.

En résumé, le peignage des cotons courte-soie est devenu, grâce aux patientes études de M. Imbs, une opération industrielle également satisfaisante au point de vue du rendement et de la perfection du produit.

Banc d'affinage. — Le ruban une fois peigné, il faut, par des doublages et des étirages successifs, le régulariser et l'affiner; mais à un moment donné, le ruban devient une *mèche* trop peu consistante pour subir, avant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

filage, de nouvelles préparations sans que cette mèche soit consolidée.

Les *bancs-à-broches*, dans l'industrie cotonnière, ont précisément pour but de donner une certaine cohésion aux filaments, en leur imprimant une faible torsion qui ne s'oppose pas aux laminages ultérieurs et qui permet l'envidage de la mèche sur les broches porte-bobines; dans la laine peignée, des résultats analogues s'obtiennent sur les *bobinoirs* (comparables aux anciens rota-frotteurs du coton, en ce sens que la torsion est ici remplacée par une friction). Sur les bobinoirs comme sur les rota-frotteurs, les mèches passent entre des *buffles* ou cuirs sans fin, superposés par paires et animés d'un double mouvement de cheminement longitudinal (pour entraîner la préparation des cylindres étireurs vers les bobines) et de va-et-vient transversal (pour assembler les filaments frottés et roulés les uns sur les autres comme entre les paumes des deux mains). En raison du soutien continu de la mèche, les appareils frotteurs conviennent particulièrement aux filaments courts, aux mélanges de fibres de longueurs inégales et aussi de qualités diverses, parce que la friction n'a pas seulement pour effet d'arrondir le produit, mais d'amener à la surface les fibres les plus fines et d'améliorer l'aspect de la préparation.

Ainsi s'explique comment en Normandie, où la filature du coton s'est adonnée plus spécialement aux numéros gros et moyens, le rota-frotteur, malgré de sérieux défauts, a été tardivement supplanté par le banc-à-broches.

M. Imbs s'est préoccupé de conserver dans le *banc d'affinage* les avantages économiques des machines anciennes et de corriger les imperfections qui les avaient fait abandonner.

Ces défectuosités étaient multiples. Les principales consistaient dans les secousses brusques imprimées aux mèches, par suite de l'amplitude des mouvements alternatifs des frotteurs et, pour le même motif, dans l'insuffisance de la vitesse; de fréquents *mariages* se produisaient aussi entre les mèches voisines; enfin les distributeurs appliqués aux appareils récepteurs et tasseurs exerçaient des tiraillements et donnaient encore des secousses à la sortie des frotteurs.

M. Imbs a modifié l'*alimentation* de manière à conserver l'avantage des doublages et à ne réunir que des mèches provenant de cylindres indépendants. Des *casse-fils* évitent les *simples*.

A la *sortie* des buffles, les mèches ne tombent plus au hasard dans des récipients oscillants, ou dans des pots tournants, dont le premier inconvé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nient était de déterminer des allongements périodiques de la préparation ; les mèches ne sont pas envidées sur des bobines à croisures rapides, qui produisent de brusques tractions, souvent même des *coupures*. Une crémaillère horizontale (solidaire d'embases, sur lesquelles reposent autant de pots cylindriques) imprime aux mèches une évolution demi-circulaire alternative ; cette évolution est combinée avec la course verticale d'un tasseur de façon que les effets des deux mouvements ne puissent jamais s'ajouter et compromettre, par un excès de tension, l'uniformité du produit. On obtient ainsi des espèces de bobines de grande contenance (1 kilogramme de produit) faciles à transporter et à dévider.

Mais la modification la plus importante repose sur la diminution notable des résistances de l'appareil frotteur, en vue d'alléger la machine, de réduire les dépenses de force motrice et d'entretien, tout en accélérant la vitesse des organes de friction.

Avec les anciens dispositifs, les quatre arbres parallèles qui, soutenus deux à deux par des *supports fixes,* entraînent les *buffles* dans leur double mouvement de rotation et de translation latérale alternative, servent de tendeurs à ces *cuirs sans fin*. En supposant 50 frotteurs sur la longueur de la machine et chaque cuir tendu sous un effort variable entre 2 et 10 kilogrammes, soit 5 kilogrammes en moyenne, on voit que chaque cuir exerce sur ses deux points d'appui de glissement une pression supplémentaire de 10 kilogrammes, soit encore 500 kilogrammes pour les 50 cuirs. Et comme l'organe moteur doit simultanément pousser la rangée des cuirs de dessus et tirer la série inférieure, ou pousser la dernière et tirer l'autre, les efforts s'ajoutent ; l'ensemble va et vient sous une pression totale de 1 000 kilogrammes et, au coefficient de frottement de 0,15, sous une résistance constante de 150 kilogrammes, qui change de sens comme la course des frotteurs.

Dans le banc d'affinage présenté par M. Imbs, les axes respectifs des deux séries de frotteurs (inférieure et supérieure) sont réunis par des traverses extensibles qui emboîtent les collets, de manière à régler, à maintenir l'écartement des axes, à supporter la tension des cuirs. Chaque rangée de buffles est donc montée dans un cadre rigide entretoisé. Les deux cadres peuvent être assemblés en dehors de la machine et les buffles recevoir une tension quelconque ; ces cadres sont ensuite placés sur des *supports* formant *glissières* et la traction des cuirs n'agit plus qu'au point de vue de la rotation des axes sur eux-mêmes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans un banc de 10 mètres de longueur, un cadre disposé comme il vient d'être dit, pèse avec les cuirs environ 100 kilogrammes; les traverses, convenablement évidées, augmentent peu le poids de l'ensemble et, pour un coefficient de frottement de 0,10, l'effort résistant de 10 kilogrammes, produit par le glissement du cadre sur ses supports, reste invariable, quelle que soit la tension des cuirs.

D'autre part, les axes (à double mouvement de rotation et de translation

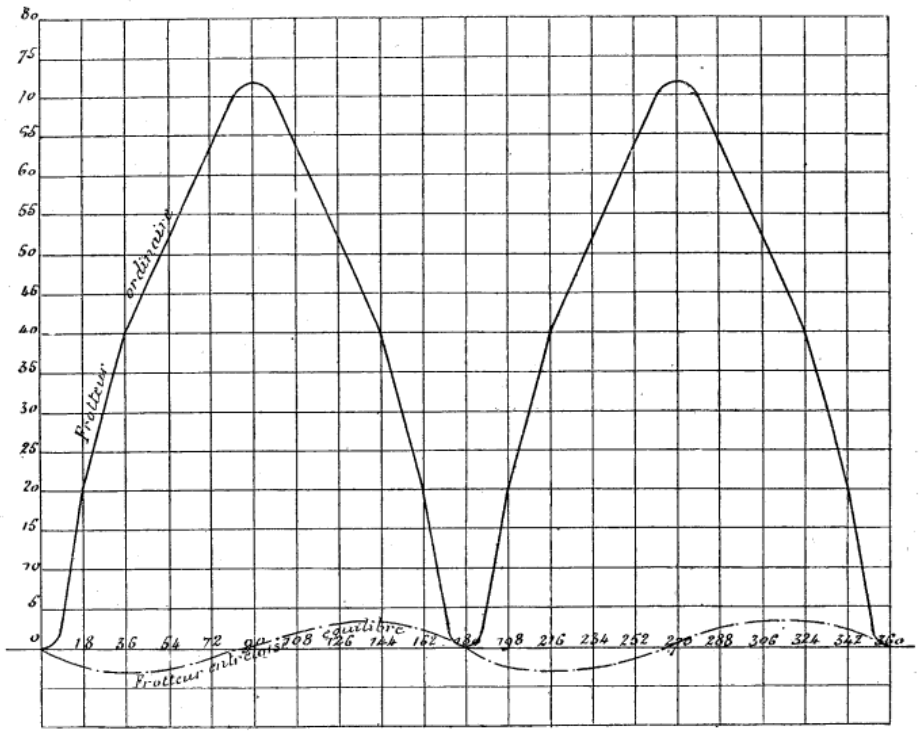


Fig. 1. — Diagramme des efforts résistants.

alternative) appuient, d'un bout, contre des tiges munies de ressorts. L'effort de glissement de l'un des cadres ayant été supposé de 10 kilogrammes, les ressorts correspondants possèdent une tension minima supérieure à ce poids, pour appuyer constamment le cadre contre une buttée située de l'autre bout et en connexion avec la commande. La pièce motrice oscille ainsi sous la réaction opposée et simultanée des ressorts supérieurs et inférieurs. Ces ressorts sont de même force afin de n'exiger aucun travail de compression additionnel au travail de glissement des frotteurs; ils suppriment les chocs qui se ma-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nifestent dans les machines des anciens systèmes et permettent d'accélérer notablement la vitesse des buffles.

Un diagramme fourni par l'inventeur (voir fig. 1 du texte) rend sensibles (au moyen de deux courbes, dont les abscisses correspondent aux chemins parcourus et les ordonnées aux efforts résistants) les résultats que nous venons d'indiquer.

La courbe relative au banc d'affinage montre comment les ressorts de contre-poussée passent alternativement et en sens opposé du minimum au maximum de tension ou inversement et sont en tension moyenne et en équilibre parfait au milieu de chaque course. L'inégalité de tension maxima se produit aux deux extrémités, quand la manivelle passe aux points morts. La première moitié de chaque course est en travail négatif fourni par l'excès de tension de l'un des ressorts; la seconde moitié, en travail positif égal, absorbé par le ressort opposé.

Avec la courbe correspondant au travail d'un bobinoir pour laine peignée, de construction ordinaire, on voit que la résistance des organes change de sens, à chaque course, pour les deux rangées de cuirs et que l'effort d'impulsion de l'une s'ajoute à l'effort de traction de l'autre, que, par conséquent, des chocs sont inévitables et limitent nécessairement la vitesse des mouvements alternatifs.

Laminage sous chapeau. — Après avoir réalisé le peignage des cotons courte-soie, après avoir heureusement transformé le fonctionnement des machines préparatoires où la friction remplace la torsion des mèches, M. Imbs s'est trouvé en face d'un nouveau problème à résoudre : l'étirage derrière le métier à filer, de fibres non tordues, de longueur notablement moindre que l'écartement normal des pinces constituées par les couples successifs des cylindres étireurs.

L'artifice auquel M. Imbs a recours, donne déjà d'excellents résultats dans d'autres machines et sous diverses formes, en permettant de rapprocher les appareils alimentaires des organes alimentés. L'inventeur substitue au premier cannelé supérieur un chapeau cylindrique, ou auge renversée, qui enveloppe partiellement le cannelé inférieur. La mèche se trouve ainsi accompagnée et l'intervalle compris entre cette pince de forme spéciale et la paire de cannelés qui la suit, est diminué d'une longueur égale au rayon du cylindre supprimé, puisque la livraison de la mèche se fait tangentiellement à la circonférence du cannelé sous chapeau.

En plaçant les deux groupes d'organes étireurs à des niveaux différents,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Imbs réduit encore l'écartement et rend possible le filage en *chaîne* n° 15 (30 000 mètres au kilogramme) de coton *très bas petit Cocannadah*. Un échantillon de ce fil placé sous vos yeux permet d'apprécier l'importance des résultats obtenus.

Si nous ajoutons que M. Joseph Imbs poursuit actuellement l'étude d'un métier à filer continu, vous admettrez, Messieurs, que le savant professeur de filature et de tissage emploie fort utilement les loisirs laissés par son enseignement du *Conservatoire national des Arts et Métiers;* il a d'autant plus de mérite à prêcher ainsi d'exemple que cet ingénieur n'est ni industriel ni constructeur et que, dans de semblables conditions, les études pratiques sont particulièrement onéreuses et ingrates.

Votre Comité des arts mécaniques vous propose, Messieurs : 1° de remercier M. Joseph Imbs de sa très intéressante communication et de lui adresser les félicitations que mérite son œuvre; 2° de voter l'insertion au *Bulletin*, du présent rapport avec les dessins de la peigneuse, du banc d'affinage, de l'étirage sous chapeau et les légendes nécessaires.

Signé : Édouard Simon, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 14 *février* 1890.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 45 REPRÉSENTANT LA PEIGNEUSE JOSEPH IMBS.

Fig. 1. — Coupe en élévation de la peigneuse Joseph Imbs.

A, Arbre moteur portant les poulies fixe et folle P,

La roue 40 (dents) juxtaposée aux poulies P,

Le pignon 20,

Le volant à gorges P′,

La roue 40 engrène avec la roue 96 portée par l'arbre B.

La roue 20 commande la roue 48′ portant, sur un tourillon, la came E et, par l'intermédiaire 90, la roue 48 calée sur l'axe D; le même intermédiaire, par les engrenages 20 et 22, actionne la roue 42 montée sur le 3e cannelé étireur et, par ce dernier, les cannelés d'arrière, les rouleaux d'appel, le pot tournant.

B, Arbre central portant les cames C, F, G, la roue 50, et une petite poulie de commande des *dérouleurs*, R′ R′.

C, C, Cames chargées de pousser en arrière la *pince arracheuse.*

C′, Pince arracheuse, suspendue sur les tourillons C″, poussée vers le centre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la machine par les ressorts X″, repoussée en sens contraire par l'intermédiaire des galets *c* solidaires des cames C.

D, Axe muni de deux cames *d*, pour ouvrir la pince arracheuse.

La mâchoire supérieure de ladite pince est enfilée sur deux tiges verticales (fixées au châssis inférieur); deux galets *d'* la soulèvent au moment où les cames *d* agissent sur les galets des leviers D'. La traverse G″ porte un long ressort transversal qui presse sur la mâchoire supérieure.

E, Came de levée du peigne cylindrique,

F, Came déterminant les déplacements de la *pince alimentaire*.

F″, Arbre à mouvement alternatif pour pousser ladite pince en avant.

G, Came produisant l'ouverture de la pince alimentaire par l'intermédiaire du galet G' du levier G″ et de l'arbre G‴.

H, Arbre à mouvement alternatif réagissant contre la poussée de F″, pour ramener en arrière la pince alimentaire.

E', Arbre à mouvement alternatif en vue du soulèvement du peigne.

I, Pince alimentaire animée d'un mouvement horizontal de va-et-vient par l'intermédiaire des bras *f* et des bielles *f'*; les bielles *f''* portent une embase, contre laquelle appuie le bras *h* calé sur l'arbre H (voir plus haut) et muni du ressort X.

G‴, Arbre muni de bras (en forme de fourches); ces bras, placés en dessous des galets *i'*, soulèvent de quelques millimètres les tiges verticales *i* et, simultanément, la règle de front et la contre-règle postérieure, c'est-à-dire la mâchoire supérieure de la pince alimentaire sur laquelle appuient les ressorts portés par la traverse *t*.

M, Peigne cylindrique.

L'axe du peigne est emboîté dans de longs canons qui, d'autre part, sont fixés à une plaque *m*, guidée verticalement par des glissières latérales et actionnée par les bielles *n* et les bras *e* de l'arbre E″.

P', Volant à gorge (pièce de rechange) commandant, par les cordes *p'* tendues sur les galets *p''*, la poulie à gorge du peigne M.

Q, Brosse nettoyeuse du peigne.

R, Doffer, sur lequel se dépose la blousse extraite du peigne par la brosse Q.

Le doffer R porte un pignon commandé par la même chaîne sans fin *r'*, qui actionne les dérouleurs R' et qui reçoit le mouvement du pignon *r*, solidaire de la roue 80 ; la dernière est entraînée par le pignon 10, la poulie J' et la courroie J, montée sur la petite poulie que porte l'extrémité de l'arbre B.

S, Arbre du peigne détacheur.

Le mouvement alternatif de ce peigne est produit par l'excentrique *s'*, agissant à l'intérieur de la fourche *s*.

Z, Cylindre cannelé extracteur de la mèche peignée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce cylindre tourne par intermittences, à l'intérieur de l'auge qui lui sert de support et au moment de l'ouverture de la pince arracheuse, sous l'action d'un *toc* fixé sur l'arbre D, mais non figuré au dessin.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 46 REPRÉSENTANT LE BANC D'AFFINAGE ET L'ÉTIRAGE SOUS CHAPEAU DE M. J. IMBS.

Fig. 1. — Vue de face du banc d'affinage.
Fig. 2. — Vue en plan.
Fig. 3. — Coupe en élévation.
Fig. 4. — Coupe de l'étirage.
a, *a*, Rubans ou mèche de préparation.
b, *b*, *b*, Axes des tringles d'embarrage ou supports de la préparation à l'entrée du banc d'affinage.
c, *c'*, *d*, *d'*, *e*, *e'*, Cylindres cannelés et rouleaux de pression.
f, Brosse de propreté sous le cannelé *c*.
g, *g*, *g*, ... Buffles ou cuirs sans fin du cadre supérieur.
g', *g'*, ... Buffles du cadre inférieur.
i, *i'*, Axes des buffles supérieurs.
i'', *i'''*, Axes des buffles inférieurs.
k, Axe intermédiaire des rouleaux de soutien des buffles supérieurs.
s, *s'*, Supports-glissières.
t, *t*, ... *t'*, *t'*, ... Traverses extensibles formant entretoises.
B, B', Traverses-buttoirs des axes *i*, *i'*, du côté de la commande.
B'', B''', Traverses-buttoirs des axes *i''* *i'''*, du même côté.
x, *x'*, Tiges reliant entre elles les traverses B et B'.
D, D', Traverses-buttoirs des axes *i* *i'*, *i''* *i'''*, du côté opposé à la commande.
M, Pièce oscillant autour de *m* sous l'action de la bielle L et des ressorts de contre-poussée.
P, P', Poulies fixe et folle.
R', ... Ressorts compensateurs ou de contre-poussée.
r, *r'*, *r''*, Tiges des ressorts R'.
E, E', Rouleaux d'appel, à la sortie des cuirs sans fin.
1, Came déterminant le mouvement vertical des tasseurs par l'intermédiaire du galet 2 et des leviers articulés 3, 4, 5.
V, V, ... Pots récepteurs des mèches affinées, recevant un mouvement circulaire alternatif par l'intermédiaire des pignons 6 et de la crémaillère 7.
l, 1er cannelé (*fig.* 4).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

n, Chapeau.
u, 2e cannelé.
y, Cylindre de pression.
z, Chapeau de propreté.

AGRICULTURE

RAPPORT *fait par* M. CHATIN, *au nom du Comité d'agriculture, sur les* AMÉLIORATIONS APPORTÉES A LA CULTURE DES ABEILLES, *par* M. REVERCHON.

M. Reverchon, élève et collaborateur de Debeauvoys, se livre depuis longtemps à la culture des abeilles à la Bauche, près Chambéry. Initié aux améliorations apportées par son maître aux ruches primitives, encore trop employées par la routine, il est arrivé, dans sa pratique personnelle, à de nouveaux perfectionnements qu'il soumet au jugement de la Société d'Encouragement.

La ruche de M. Reverchon, à laquelle il donne le nom de *ruche de l avenir*, satisfait aux desiderata suivants :

Elle n'a pas de dimensions absolues ; se prêtant aisément, suivant les nécessités, aux agrandissements et aux réductions, agrandissements et réductions dont dépend souvent la conservation ou la perte de la ruche ; les diverses parties de la ruche, étant indépendantes entre elles, peuvent ainsi s'ajouter, se retrancher, se remplacer.

La ruche nouvelle se prête merveilleusement au transbordement des abeilles, opération toujours délicate et difficile avec d'autres ruches. Avec elle, non seulement le transport des abeilles des vieilles ruches, mais aussi celui de leurs provisions qu'on y fixe solidement par des moyens très simples, sont chose facile.

Tous les essaims s'y forment, soit prématurément, soit en temps normal, sans que jamais on en perde aucun ; on peut aussi empêcher l'essaimage.

L'essaim trouve toujours, et c'est chose de grande importance, un logement en rapport avec sa population ; sa nouvelle demeure lui est d'ailleurs livrée meublée ou non meublée, avec ou sans provisions.

Le miel est récolté, sans interrompre en rien le travail des abeilles, à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

toute heure et en toute saison, en rayon dans des cadres de bois, sans main-d'œuvre ni déchets. Il peut être porté au marché dans son cadre même, ce qui assure à sa vente une plus-value certaine.

On peut même, en changeant les cadres suivant les saisons et la floraison, obtenir séparément, et à volonté, le miel de chaque fleur et en garantir la provenance. Le miel qu'on a conservé dans les cadres peut, en cet état, être livré en hiver aux abeilles, si leur provision est reconnue insuffisante.

Ajoutons que la ruche de M. Reverchon est munie de deux vasistas qui, laissant voir tout ce qui se passe à l'intérieur, permettent en particulier de saisir le moment précis où doit se faire la récolte du miel, au lieu de laisser, durant des mois ou même des années, des ruches pleines, ce qui cause déficit de récolte, et parfois même perte des ruches par défaut de renouvellement du couvain.

On peut encore s'assurer, par les vasistas, de la présence, de la santé et de l'âge de la reine, de l'existence ou du manque d'alvéoles royales, du bon état du couvain, toutes choses de grande importance.

Les réels avantages qu'offre la *ruche de l'avenir*, tant pour la commodité et la sécurité des apiculteurs que pour s'assurer un produit maximum du travail des abeilles ne sauraient manquer de développer, plus qu'elle ne l'est aujourd'hui en France, la si attrayante culture des abeilles et l'on peut prévoir le jour où ses produits, évalués actuellement à la somme de 20 millions, seront portés au double, nous affranchissant d'autant du tribut que nous payons à l'étranger.

M. Reverchon, en rendant par la construction de son appareil l'apiculculture plus rémunératrice, en même temps qu'il en simplifie les pratiques et écarte tout danger de piqûres, aura du même coup développé la richesse nationale et ajouté au bien-être du petit cultivateur.

Estimant, en conséquence, qu'il a droit aux encouragements que la Société d'Encouragement accorde toujours aux œuvres utiles, nous proposons :

De remercier M. Reverchon de sa très intéressante communication ;

De décider que le présent rapport sera imprimé au *Bulletin*.

Signé : Chatin, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 28 *mars* 1890.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

AGRICULTURE

PRÉSENTATION DU 1er VOLUME DE L'OUVRAGE DE M. ALFRED DURAND-CLAYE, INTITULÉ : « HYDRAULIQUE AGRICOLE ET GÉNIE RURAL », PAR M. HIRSCH, MEMBRE DU CONSEIL.

MESSIEURS,

Vous vous souvenez de l'étonnement douloureux avec lequel vous avez accueilli, il y a deux ans, la nouvelle de la mort subite de notre collègue Alfred Durand-Claye. C'était une perte bien cruelle pour la Société d'Encouragement et pour les nombreux amis de l'éminent ingénieur, c'était un vide immense dans le monde savant, où il occupait un rang si élevé.

L'École nationale des Ponts et Chaussées se sentit éprouvée non moins durement. Durand-Claye y avait occupé la chaire d'Agriculture et d'Hydraulique agricole. Depuis huit années il illustrait cette chaire par sa haute science, la clarté de son enseignement et le charme de son éloquence entraînante et convaincue.

Le résumé de ces belles leçons était distribué aux élèves sous forme de feuilles autographiées. Durand-Claye se préoccupait de coordonner ces notes en vue d'une publication régulière, lorsque la mort est venu le surprendre. Mme Durand-Claye a pieusement recueilli cet héritage scientifique et s'est donné la tâche de terminer le travail interrompu. M. Launay, ingénieur des Ponts et Chaussées, élève et collaborateur de l'illustre professeur, a assisté Mme Durand-Claye de son dévouement éclairé.

L'ouvrage résumant l'enseignement de Durand-Claye à l'École des Ponts et Chaussés est intitulé : *Hydraulique agricole et Génie rural*. Le premier volume vient de paraître. Mme Durand-Claye l'offre à la Société d'Encouragement. Elle a bien voulu me choisir pour en faire la présentation, et je suis profondément touché de ce grand honneur. Permettez-moi, Messieurs, de vous rendre un compte sommaire de cet admirable volume, à titre d'hommage à la mémoire de notre regretté collègue, de mon vieil et bien cher ami.

Il comprend une introduction et cinq livres, dont voici les titres : *Météorologie, Géologie hydraulique et agricole, Physiologie végétale, Répartition des eaux, Cours d'eau.*

Dans l'introduction, écrite d'un style sobre et serré, sous lequel on aperçoit néanmoins les convictions économiques de l'auteur, Durand-Claye défi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nit l'objet du cours, les conditions actuelles de la culture, les progrès à réaliser et le rôle de l'Ingénieur dans la production agricole de notre pays.

Le cours comprend deux parties :

1° *L'Hydraulique agricole*, c'est-à-dire « la science de l'aménagement des « eaux, au point de vue de leur bonne répartition, de leur action salutaire « sur la culture »; c'est l'objet du volume qui vient d'être publié;

2° *Le Génie rural*, c'est-à-dire « l'ensemble des questions relatives à « l'agriculture et se rattachant à la mécanique et à la chimie », sera traité dans le 2e volume.

A l'aide des données de la statistique, dont il choisit soigneusement les chiffres et coordonne les résultats avec une clarté parfaite, l'auteur résume l'état actuel de notre culture nationale. Il montre quels progrès considérables on pourrait réaliser par l'aménagement des cours d'eau, par le desséchement des marais, le drainage des terres humides, le colmatage, les défrichements, la fixation des dunes, les irrigations, l'application des procédés mécaniques aux opérations de l'agriculture; il rappelle la connexité intime qui existe entre l'assainissement des villes et l'utilisation agricole des eaux fertilisantes des égouts ; enfin il trace à grandes lignes les caractères principaux des constructions rurales et des industries agricoles.

L'étude de la météorologie fait l'objet du livre Ier. C'est une étude fort complète et on y trouve des renseignements rares et précieux. Les procédés d'observation et d'expérience sont décrits avec un soin tout particulier. Les résultats constatés sont précisés par de nombreux chiffres et des tableaux graphiques d'une grande clarté. J'appellerai en particulier l'attention sur les remarquables chapitres qui traitent des grands mouvements de l'atmosphère et de la répartition des pluies.

Les livres II et III traitent de la géologie hydraulique et agricole et de la physiologie végétale : c'est l'étude des sols, de leur influence sur la végétation et des fonctions des organes végétaux.

Avec les livres IV et V nous entrons dans le corps même du sujet. Il s'agit des eaux coulant à la surface ou à l'intérieur du sol. Le livre IV comporte les études relatives aux eaux de surface et aux eaux d'infiltration, à leur évaporation, à leur ruissellement, et enfin à leurs mouvements dans les nappes souterraines; la description des nappes filtrantes, leur répartition, leur influence, les sources tant naturelles qu'artésiennes, leur captage, le forage des puits, et enfin l'analyse des eaux remplissent cette partie du travail.

Les cours d'eau forment la matière du Ve livre. L'auteur les étudie

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sous toutes leurs formes, depuis leurs origines plus ou moins torrentielles dans les montagnes, depuis les glaciers, au pied desquels ils prennent naissance, jusque dans les plaines où leur écoulement devient régulier et tranquille. Il décrit les travaux à exécuter, soit pour éteindre les torrents, soit pour fixer le lit des rivières et conjurer les inondations, soit pour entretenir l'écoulement. Ces questions, qui sont essentiellement du domaine de l'Ingénieur, sont présentées avec une abondance de détails pratiques, qui faciliteront singulièrement les applications. Le livre se termine par une analyse critique des lois et règlements que doit connaître l'Ingénieur auquel revient la tâche de traiter ces délicates matières.

Tel est, en résumé trop succinct, cet admirable ouvrage, qui représente de la manière la plus complète et la plus haute l'état actuel de nos connaissances, en ce qui concerne l'application de l'art de l'Ingénieur à l'hydraulique dans ses rapports avec l'agriculture. Il fourmille de documents précieux, puisés aux sources les plus sérieuses, et choisis avec un discernement parfait. Le style, toujours sobre et grave, atteint par moments une grande élévation; on sent dans cet ouvrage un esprit convaincu, ardent, profondément pénétré des sujets qu'il enseigne, et dont il apprécie dignement la valeur et l'importance sociale.

M. Mille, l'éminent ingénieur, s'est chargé de présenter au public l'ouvrage de son collaborateur.

Dans une préface émue, il retrace la vie de Durand-Claye, consacrée au triomphe d'une grande et belle idée, ces études persévérantes, ces voyages incessants, cette masse énorme de travaux accumulés pour arriver « à don-« ner l'eau, l'air et la lumière au logement de l'ouvrier, pour introduire « enfin la propreté et la santé dans le ménage parisien ».

« Durand-Claye, dit M. Mille, encore simple élève à l'École polytechnique, « chargé de porter les secours de la promotion aux pauvres ménages de la « Montagne Sainte-Geneviève, est saisi de tristesse, et se dit qu'il fera la « guerre à la misère et à la maladie, qui naissent dans un intérieur sans « eau, sans air, sans lumière; il y met toute son âme; il devient apôtre! »

L'ouvrage de Durand-Claye, c'est l'histoire de cet apostolat.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES

EXPÉRIENCES SUR LES COUPS DE FEU DES CHAUDIÈRES A VAPEUR

PAR M. J. HIRSCH (1)

Objet et Division.

Définition des coups de feu. — On dit qu'une chaudière a reçu un *coup de feu* lorsque la tôle constituant la paroi de la chaudière a été portée au rouge sur une étendue plus ou moins grande. Le coup de feu est caractérisé par divers indices, notamment par une teinte bleuâtre que prend la tôle sur sa face exposée à la chaleur, teinte due à la formation d'une couche d'oxyde.

Le coup de feu a d'ordinaire pour conséquence une altération de la qualité du métal, une désorganisation des clouures voisines. Dans beaucoup d'explosions, on a constaté sur la chaudière détruite des coups de feu récents ou anciens. Tout générateur qui a reçu un coup de feu doit être considéré comme suspect et soumis à des visites et épreuves sérieuses.

On connaît assez bien, à la suite d'accidents nombreux, les dangers que présentent les coups de feu une fois produits. Mais on est beaucoup moins bien fixé sur les conditions qui peuvent en amener la production. Lorsque la chaudière a manqué d'eau, le coup de feu s'explique de lui-même. Mais il arrive assez souvent que l'on constate des coups de feu sur des chaudières qui ont été maintenues constamment pleines. En pareil cas, l'explication devient plus douteuse. Quelques-uns pensent qu'un jet de flamme violent, dirigé sur un point de la paroi, suffit à lui seul pour porter la tôle au rouge; d'autres soutiennent qu'une paroi ne peut être atteinte d'un coup de feu, quelle que soit la violence de la flamme, du moment qu'elle est refroidie sur sa face intérieure par le contact de l'eau contenue dans la chaudière. Il existe enfin des opinions intermédiaires : un feu violent ne suffirait pas pour produire le coup de feu, si la tôle est bien mouillée intérieurement, et si le métal est bien homogène et bien continu; mais tout obstacle à la transmission rapide de la chaleur pourrait avoir pour effet d'élever outre mesure la température de la face en contact avec les flammes; parmi ces obstacles, on signale les incrustations, les graisses contenues dans l'eau ou répandues sur la paroi, les pailles, les doublures de la tôle le long des coutures, etc.

C'est dans le but de jeter quelque jour sur ces questions qu'ont été entreprises les expériences qui seront décrites ci-après. On n'a pas d'ailleurs essayé, dans ces recherches, d'obtenir des mesures rigoureuses, mais simplement des aperçus exacts sur l'ordre de grandeur des phénomènes étudiés.

(1) Extrait des *Annales du Conservatoire*, 2e série, t. I.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Transmission de la chaleur dans les chaudières. — Les causes qui amènent la production des coups de feu ne diffèrent que par leur intensité de celles qui agissent dans la transmission ordinaire de la chaleur à travers une paroi; il convient de rappeler les principes qui président à cette transmission.

La paroi d'une chaudière est baignée, à l'intérieur, par l'eau contenue dans le générateur; à l'extérieur, elle reçoit de la chaleur par rayonnement et par contact. Avant de s'incorporer à l'eau, cette chaleur doit franchir trois obstacles :

1° Il faut qu'elle pénètre dans le métal par la face extérieure de la paroi, mettant ainsi en jeu ce qu'on appelle la *conductibilité extérieure* de cette paroi;

2° Il faut qu'elle traverse l'épaisseur entière de la lame de tôle, en vertu de la *conductibilité intérieure* du métal;

3° Enfin, arrivée à la face intérieure, la chaleur doit franchir cette face pour se communiquer à l'eau, et c'est ici qu'intervient de nouveau la *conductibilité extérieure*, s'exerçant cette fois du métal à l'eau.

Conductibilité intérieure. — Cette distinction entre la conductibilité intérieure et les conductibilités extérieures est d'une grande importance; elle a été mise en relief par Péclet, à la suite d'expériences nombreuses et décisives. Jusqu'alors on s'était surtout attaché à l'étude de la conductibilité intérieure. D'après les recherches précédentes faites sur ce sujet, et dont les principaux résultats ont été d'ailleurs confirmés par Péclet, la conductibilité intérieure d'un métal homogène est à peu près constante; autrement dit, une fois le régime permanent établi, entre les deux faces d'une paroi métallique, la température varie avec la distance suivant une progression arithmétique, et la quantité de chaleur qui traverse la paroi est proportionnelle à la différence entre les températures que prend le métal en deux points situés à des distances infiniment petites des deux faces.

Conductibilité extérieure. — Quant à la conductibilité *extérieure,* c'est-à-dire la propriété en vertu de laquelle se produisent les échanges de chaleur entre le métal et les fluides qui baignent ses faces, les lois qui président à ces échanges sont encore bien imparfaitement connues. On sait que, toutes choses égales, la communication de la chaleur augmente d'activité, quand s'accroît l'écart entre la température du métal et celle du fluide qui le baigne; on sait également que ces échanges de chaleur peuvent être influencés par des circonstances fort diverses, telles que l'état et la disposition des surfaces, les mouvements des fluides, etc.

Température de la tôle. — Enfin il est un fait bien certain, et qui a une importance capitale au point de vue du fonctionnement des chaudières à vapeur, c'est que la communication de chaleur est considérablement plus active lorsque le fluide est un liquide que lorsque ce fluide est gazeux. Il en résulte que, dans le métal formant la paroi de la chaudière, la température de la face en contact avec l'eau n'est pas de beaucoup supérieure à celle de l'eau elle-même, tandis que la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

face opposée est, en général, à une température beaucoup plus basse que celle des gaz qui la baignent.

Ainsi, des trois obstacles au passage de la chaleur que nous avons définis plus haut, le premier obstacle, celui que la chaleur rencontre à son entrée dans la tôle, est certainement et de beaucoup le plus important; le passage de la chaleur dans l'eau est bien plus facile; quant au passage de la chaleur à travers la masse même du métal, il semble que, dans les cas ordinaires, il s'opère assez facilement, de telle sorte que de faibles écarts dans les températures intérieures suffisent pour assurer le débit de quantités de chaleur fort importantes.

Division des recherches. — Toutefois l'importance relative de ces trois obstacles peut varier dans des limites fort étendues, et dépend de bien des circonstances. Par exemple, il est certain que la communication de la chaleur entre le métal et l'eau va se trouver fort gênée, s'il existe sur la paroi des incrustations épaisses. Il en est de même si l'eau qui recouvre le métal n'est pas en contact immédiat avec lui; et il semble résulter d'observations déjà anciennes, que certains corps gras déposés, sous forme d'enduit, sur la surface de la tôle, suffisent pour empêcher celle-ci d'être mouillée par l'eau.

Enfin la transmission à travers la masse du métal peut être entravée par des pailles ou bien des épaisseurs multiples, comme il s'en rencontre au droit des rivures.

Ces notions ont besoin d'être précisées, et tel est l'objet principal des expériences qui vont être décrites.

Mais, avant d'aborder ces études, il a paru utile de se rendre maître d'une donnée qui, jusqu'ici, fait à peu près complètement défaut, à savoir : quelle peut être l'intensité du flux de chaleur qui traverse la paroi d'une chaudière, dans les parties les plus violemment chauffées?

En conséquence de ce qui précède, nous avons divisé la présente étude en trois parties :

1° Recherches sur la vaporisation dans les chaudières au droit du coup de feu;

2° Expériences sur la transmission de la chaleur à travers le métal et du métal à l'eau;

3° Étude spéciale de l'influence des enduits gras.

Nous terminerons par un résumé et des conclusions.

Première partie.

RECHERCHES SUR LA VAPORISATION DANS LES CHAUDIÈRES AU DROIT DU COUP DE FEU

De la vaporisation dans les chaudières. — Dans les calculs relatifs à la production des générateurs, il est d'usage de ramener la vaporisation au mètre carré de surface de chauffe. Une chaudière fixe ordinaire, travaillant dans de bonnes con-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ditions économiques, ne donne pas, par mètre carré de surface de chauffe et par heure, plus de 15 à 18 kilogrammes de vapeur; il est rare qu'on dépasse 25 kilogrammes; dans les locomotives, on atteint 40 à 50 kilogrammes lors du travail à toute puissance.

Mais ces chiffres ne sont que des moyennes, que l'on obtient en divisant la vaporisation totale par l'aire totale de la paroi exposée à l'action de la chaleur. Ils ne sauraient donner aucune idée de ce que peut être l'intensité de la vaporisation en tel ou tel point de la paroi. Or, on sait que cette vaporisation est très loin d'être uniforme. Au droit du foyer, dans la partie où la chaleur est la plus vive, la vaporisation est extrêmement active; elle diminue de plus en plus, en même temps que la température des gaz provenant de la combustion, au fur et à mesure que l'on considère des parties plus éloignées du foyer; si la surface de chauffe est un peu étendue, les derniers mètres carrés ne donnent que des quantités de vapeur peu importantes.

Il serait très intéressant de posséder des notions exactes sur les quantités de chaleur qui traversent en chaque point la paroi d'une chaudière en service. Malheureusement, on en est réduit sur ce point à des hypothèses.

Les seules expériences, à notre connaissance, ayant trait à ce sujet, sont celles qui ont été exécutées, il y a longtemps déjà, par M. Geoffroy, sur une chaudière locomotive du chemin de fer du Nord (1).

Il est toutefois regrettable que dans ces expériences, d'ailleurs fort intéressantes, on n'ait pu faire le décompte de l'eau entraînée, qui était en grande abondance; les résultats obtenus se trouvent ainsi entachées d'une erreur dont il est difficile d'évaluer l'importance.

Principe des expériences. — C'est dans la partie de la paroi qui est au-dessus de l'autel que les coups de feu sont, en général, le plus à redouter. Cette partie reçoit la radiation de toute la surface de la grille, et de la maçonnerie de l'autel et des parois du foyer portées au rouge ; de plus, le courant de flamme, étranglé dans un passage étroit, y acquiert une grande violence.

Les expériences qui vont être décrites ont eu pour objet de mesurer les quantités de chaleur qui, dans une chaudière en service, traversent la paroi au droit de l'autel.

A cet effet, on a choisi une chaudière convenablement appropriée à ces sortes d'expériences; dans la région du coup de feu, immédiatement au-dessus de l'autel, on a isolé une portion de la paroi présentant une aire d'environ un décimètre carré, et l'on a mesuré la quantité de vapeur dégagée, dans un temps donné, par cette aire ainsi limitée.

Pour réaliser l'isolement on a installé, sur le périmètre de l'aire considérée,

(1) Couche, *Voie et matériel roulant*, Paris, Dunod; 1876, t. III, p. 33.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un cylindre vertical, assemblé à joint étanche sur le fond de la chaudière, s'élevant au-dessus du plan d'eau et s'ouvrant par le haut dans le réservoir de vapeur. L'eau contenue dans ce cylindre étant soumise à la pression qui existe dans la chaudière, la même température régnait en dehors et en dedans du cylindre; le liquide contenu dans le cylindre peut donc être considéré, au point de vue calorifique, comme isolé du fluide ambiant; cette eau ne reçoit donc de chaleur que par la base du cylindre, c'est-à-dire par la portion isolée de la paroi de la chaudière.

Passons à la description des appareils.

Chaudière expérimentée. — Les expériences ont été faites sur une des chaudières du Conservatoire des Arts et Métiers (fig. 1 à 7). Cette chaudière est du type cylindrique, avec quatre réchauffeurs latéraux, du système Farcot.

Les dimensions principales sont les suivantes :

Corps cylindrique.

Longueur	$3^{m},00$
Diamètre	$0^{m},65$
Volume	$1^{mc},006$
Timbre	5^{kg}
Surface de chauffe	$3^{mq},30.$

Réchauffeurs.

Nombre	4
Longueur	$2^{m},50$
Diamètre	$0^{m},30$
Volume	$0^{mc},707$
Surface de chauffe	$10^{mq},04.$
Volume total (corps principal et réchauffeurs)	$1^{mc},713$
Surface de chauffe totale (corps principal et réchauffeurs)	$13^{mq},34$

Grille.

Longueur	$0^{m},60$
Largeur	$0^{m},60$
Surface	$0^{mq},36$
Distance au corps cylindrique	$0^{m},27$
Distance du dessus de l'autel au corps cylindrique	$0^{m},13.$

Cheminée.

Hauteur	27^{m}
Section à la base	1^{mq}
— au sommet	$0^{mq},09.$

Les flammes, après avoir parcouru le corps cylindrique dans toute sa longueur, sont conduites, par une série de carneaux superposés, le long des réchauffeurs latéraux, qu'elles parcourent successivement du haut jusqu'en bas, avant de se rendre au rampant débouchant dans la cheminée.

La chaudière est garnie des divers accessoires réglementaires : manomètre,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

soupapes de sûreté, flotteur, tube de niveau, robinet de prise, etc. Elle est alimentée par une petite pompe à vapeur, qui puise dans une bâche en tôle jaugée et munie d'un tube de verre indiquant le niveau sur une échelle divisée. La vapeur produite par la chaudière peut être envoyée dans différents appareils, et, notamment, dans deux machines motrices actionnant la transmission générale de la salle.

Le tirage est réglé par un registre disposé au débouché des carneaux dans le rampant.

La hauteur de la cheminée est déjà grande (27 mètres) et sa section au sommet est largement suffisante (le 1/4 de la section de la grille) : aussi, lorsque le registre est entièrement levé, le tirage est fort actif.

Souffleur. — Néanmoins, dans le but de pouvoir atteindre et même dépasser les tirages les plus intenses pratiqués dans les foyers des chaudières ordinaires, on a disposé un souffleur (fig. 2 et 4) lançant un jet rapide de vapeur dans l'axe du rampant. Le souffleur est constitué par une buse conique de 2 centimètres de diamètre à la petite base ; il emprunte la vapeur à la chaudière au moyen d'un tube de 4 centimètres de diamètre. Quand ce souffleur fonctionne, le tirage devient très violent.

Cylindre isolateur. — Le cylindre ayant pour objet d'isoler une partie de la paroi est disposé (fig. 1, 4, 5, 6 et 7) au-dessus de la face antérieure de l'autel. Il est en cuivre rouge, son diamètre intérieur est de 102 millimètres.

Le contact avec la paroi devait être absolument étanche ; après de nombreux essais, on s'est arrêté au dispositif indiqué par la figure 5. Le bas du tube a été relevé en forme de collerette, et on y a brasé une bague de laiton cintrée, qui s'applique exactement sur la paroi de la chaudière ; cette bague est tenue par huit vis pénétrant dans la tôle ; le joint est fait par une mince corde d'amiante caoutchoutée, serrée dans une gorge pratiquée sous la face inférieure de la bague. Le cylindre est surmonté d'un chapeau, tenu à une faible distance au-dessus de ses bords supérieurs et muni en dessous d'un rebord saillant, de manière à retenir les gouttelettes liquides et à ne laisser sortir que de la vapeur sèche par l'orifice annulaire.

Une tubulure latérale met l'intérieur du cylindre en communication avec le tube de niveau de la chaudière par une tuyauterie qui sera décrite plus bas.

Dans les calculs, on a admis que la surface de chauffe qui communique la chaleur à l'eau contenue dans ce cylindre est délimitée par la ligne moyenne tracée à égale distance des lèvres de la gorge dans laquelle est serrée la cordelette d'amiante. Cette ligne, rapportée sur la paroi intérieure de la chaudière, présente à très peu près, après développement sur un plan, la forme d'une ellipse, dont les axes ont $123^{mm},5$ et $127^{mm},5$; l'aire a été calculée en conséquence.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

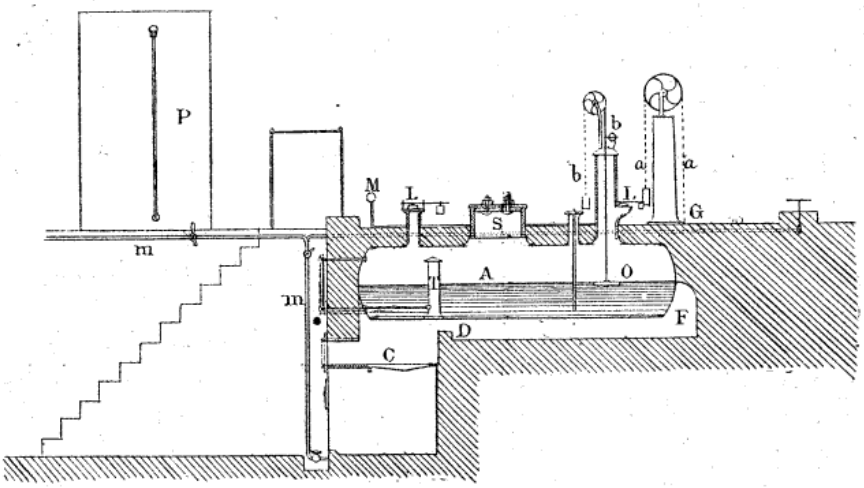


Fig. 1. — Coupe longitudinale de la chaudière.

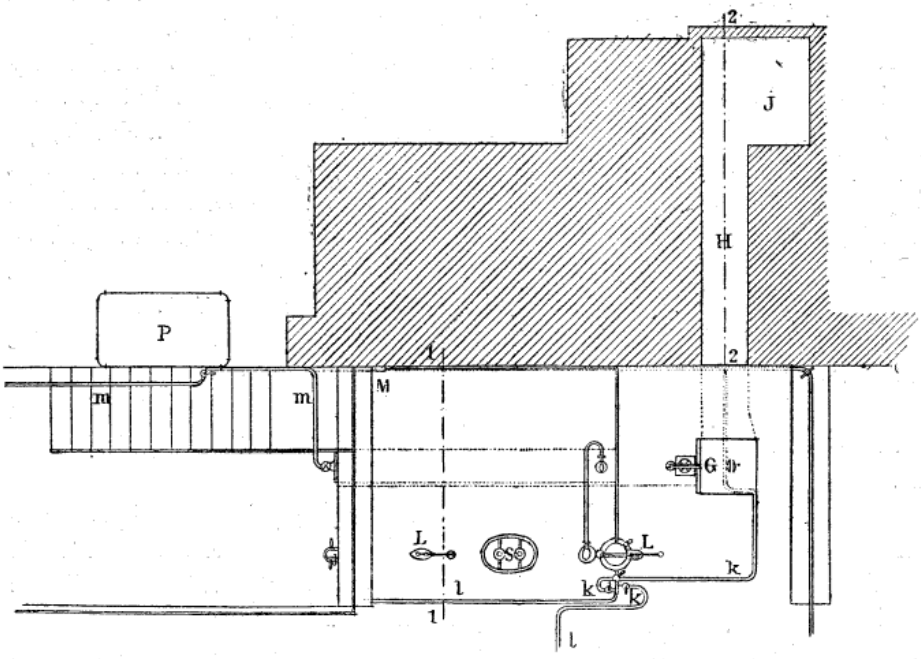


Fig. 2. — Plan de la chaudière et coupe horizontale du rampant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chaudière et fourneau.

A, Corps cylindrique.
BBBB, Réchauffeurs d'eau d'alimentation.
C, Grille.
D, Autel.
F F, Carneaux.
G, Registre.
aaaa, Commande du registre.
H, Rampant.
JJ, Cheminée.
K, Souffleur.

Accessoires de la chaudière.

LL, Soupapes de sûreté.
M, Manomètre.

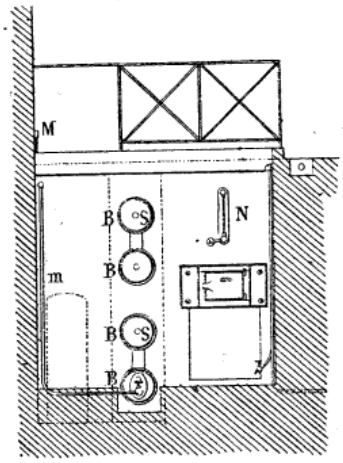


Fig. 3.
Vue de face de la chaudière.

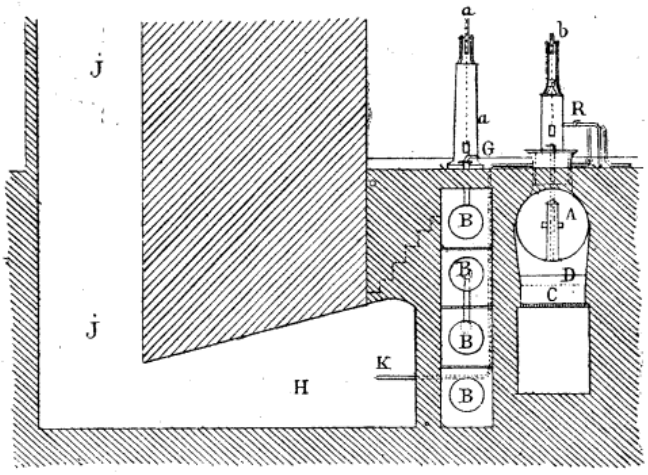


Fig. 4.
Coupe transversale de la chaudière suivant 11 et 22½ (fig. 2).

N, Tube de niveau, accompagné d'une échelle soigneusement graduée.
O, Flotteur.
bbb, Chaîne, contre-poids et poulie du flotteur.
P, Bâche jaugée.
ccc, Tube de niveau de la bâche.
RRR, Robinets de prise de vapeur.
SSS, Trous d'homme.

On obtient ainsi :

Surface de la section plane du cylindre isolateur.	84^{cq},7
Surface de chauffe du cylindre isolateur.	123^{cq},9

Remarque sur cette installation. — La chaudière que nous venons de décrire semble disposée à souhait pour des expériences sur les coups de feu : la grille est vaste en comparaison de la surface de chauffe, et fort rapprochée de la tôle; la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cheminée est haute et large; l'autel, fort élevé, ne laisse aux flammes qu'un passage de 13 centimètres de hauteur. Dans le service qu'elle fait ordinairement, cette chaudière sert, de concert avec une autre de même puissance et de même type, à alimenter une force motrice peu considérable. Ces chaudières sont toujours conduites à feu bas. Néanmoins, la chaudière jumelle de celle qui a servi

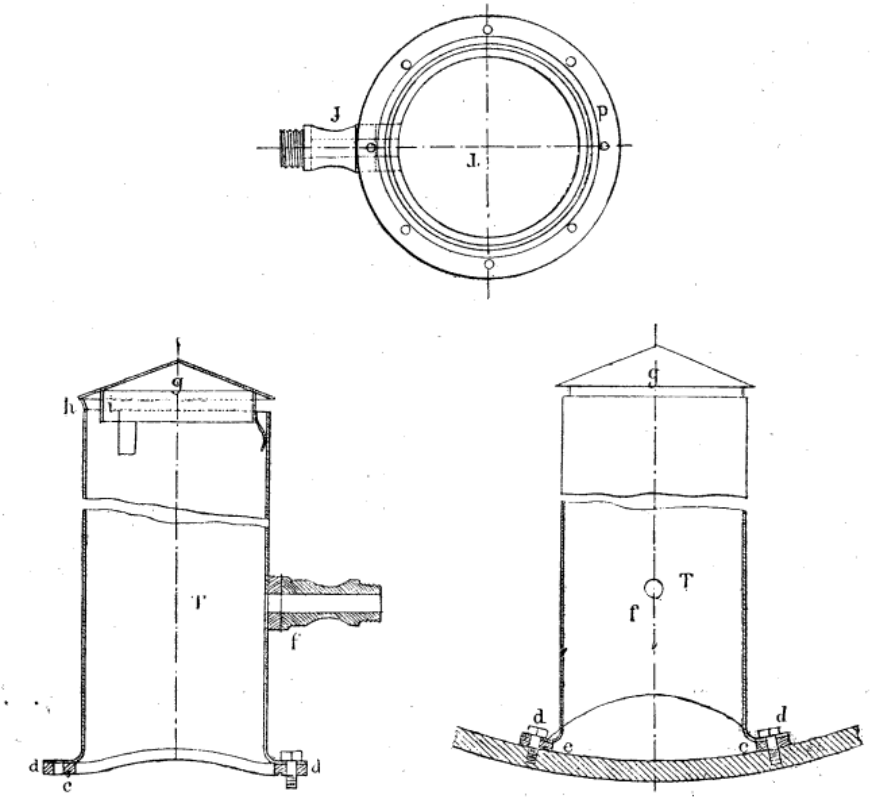


Fig. 5. — Cylindre isolateur.

aux présentes études porte les traces d'un coup de feu; et avec les feux, parfois très violents, auxquels il a été soumis dans le cours de nos expériences, nul doute que le générateur n'eût subi de graves avaries, si l'on n'avait eu la précaution de le tenir constamment en état de propreté parfaite.

Jaugeage de l'eau évaporée. — L'eau évaporée dans le cylindre isolateur était jaugée au moyen du tube de niveau d'eau, mis en communication, par une robinetterie spéciale, avec l'intérieur du cylindre.

Légende. — La légende ci-après, qui se rapporte aux figures 1 à 8, donne le détail des dispositions de la chaudière et des appareils d'expérience.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cylindre isolateur.

T, Cylindre isolateur.
dd, Bague en laiton tenue par huit vis.
ee, Cordelette d'amiante.
f, Raccord.

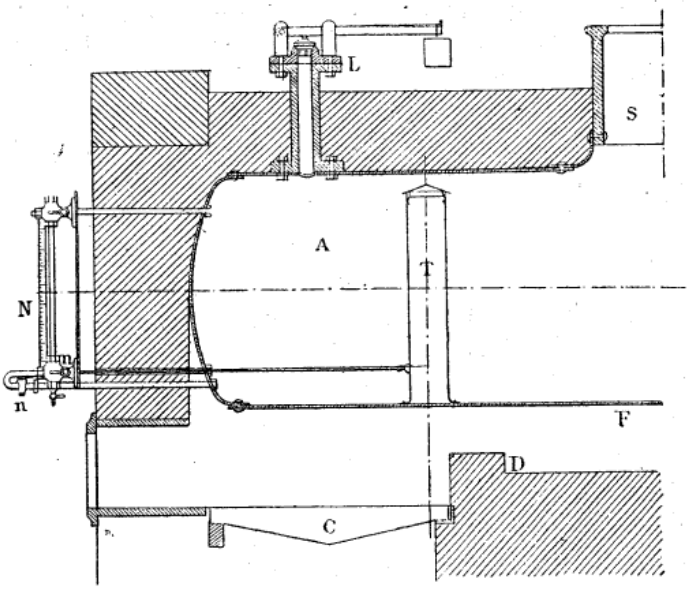


Fig. 6. — Coupe longitudinale de la chaudière au droit du foyer.

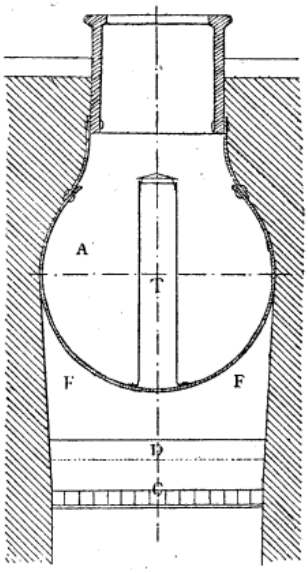


Fig. 7. — Coupe transversale par l'axe du cylindre isolateur.

g, Chapeau.
h, Supports du chapeau.
i, Rebord saillant retenant les gouttelettes d'eau entraînée.

Tuyauterie et robinetterie.

kk, Robinet et conduite alimentant le souffleur.
ll, Conduite de prise de vapeur allant aux diverses machines.
mm, Conduite alimentaire.
nnn, Jeu de conduites et de robinets permettant, à volonté, d'établir ou d'interrompre les communications ci-après :
1° Communication entre la chaudière et le tube isolateur pour le remplissage de ce dernier;
2° Communication entre la chaudière et le tube de niveau;
3° Communication entre le tube de niveau et le cylindre isolateur, pour observer la baisse du plan d'eau dans ce dernier.

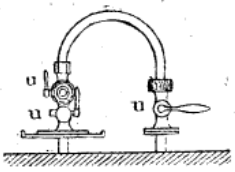


Fig. 8.
Détail de tuyauterie.

Conduite des expériences. — Avant de commencer une expérience, on avait soin de chauffer la chaudière pendant plusieurs heures, afin d'amener le massif du fourneau à l'équilibre normal de température. La vapeur dégagée pendant ce chauffage préalable, de même que pendant le cours de l'expérience, était envoyée aux diverses machines motrices de la salle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le combustible employé était de la bonne houille demi-grasse pour vapeur, provenant des houillères du Nord.

La chaudière et le tube isolateur étant remplis jusqu'au haut du tube de niveau, la pression amenée à sa valeur normale, le feu à l'allure régulière qu'on voulait expérimenter, la grille bien décrassée, on notait l'ouverture du registre et celle du souffleur. Puis on fermait la communication entre la chaudière et le cylindre isolateur, lequel n'était plus dès lors en relation qu'avec le tube de niveau, et l'expérience proprement dite commençait.

A l'aide d'un compteur à secondes on suivait, sur l'échelle du tube de niveau, l'abaissement progressif du plan d'eau dans le cylindre isolateur, et l'on notait les temps correspondant au passage de ce plan d'eau devant les différents degrés de l'échelle. Pendant toute l'expérience, la pression était maintenue, à 1/10 de kilogramme près, à 4 kilogrammes effectifs, par une manœuvre convenable de robinets de prise de vapeur; l'activité du feu était tenue aussi constante que possible par des chargements fréquents, immédiatement suivis de la fermeture de la porte du foyer. L'expérience était recommencée plusieurs fois, en soutenant, autant que possible, la même allure pendant quelques heures, ce qui permettait de déterminer la vaporisation totale de la chaudière à cette allure, au moyen des indications de la bâche jaugée, et la consommation de combustible, à l'aide des procédés usités en pareil cas. Les moyennes étaient calculées à l'aide de tracés graphiques.

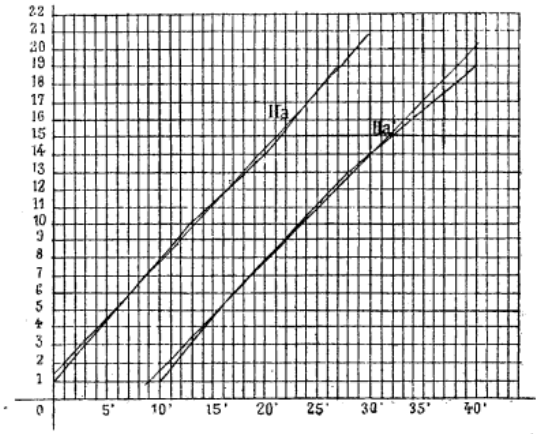


Fig. 9. — Expériences de vaporisation du 28 août 1888.

La direction et l'intensité du vent, et peut-être d'autres circonstances mal définies, exerçaient une certaine influence sur le tirage, dont l'intensité a éprouvé parfois, dans une même journée, des variations notables, quoique l'ouverture du registre restât constante.

On s'assurait fréquemment, en abandonnant sous pression la chaudière à elle-même, qu'elle ne perdait pas, et que tous les joints, notamment celui du cylindre isolateur avec la paroi, étaient bien étanches. Si le résultat n'était pas satisfaisant, on rejetait toutes les expériences faites depuis la dernière épreuve, et l'on refaisait les joints qui avaient donné lieu à des fuites.

Calcul des expériences. — Le tableau ci-après (p. 313) résume les résultats de ces expériences.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Expériences sur une chaudière en feu.

DÉSIGNATION DES EXPÉRIENCES.		OUVERTURE DU REGISTRE.	SOUFFLEUR.	FEU.	DURÉE DE L'EXPÉRIENCE.		CONSOMMATION TOTALE.		CONSOMM. de charbon par heure et m. q. de surface de grille.	EAU FROIDE VAPORISÉE A 100° PAR HEURE ET M. Q. DE SURFACE de chauffe.		
					Partielle.	Totale.	Charbon.	Eau.		de la chaudière.	de la chaudière et des réchauff^rs.	au coup de feu.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		mm.			min.	h. m.	kg.	litres.	kg.	litres.	litres.	litres.
11 août.	A'_a	100	fermé	très peu actif	50	2h,30m	72	392	80	47,51	11,75	125
	A_a	85	fermé	bas	56							102
18 août.	C_a	150	fermé	assez actif	41	2h,0m	100	436	140	66,66	16,50	143
	C'_a	155	fermé	peu actif	39							135
21 août.	D_a	200	fermé	actif	31	2h,0m	102	420	143	63,63	15,75	180
22 août.	E_a	300	fermé	bien actif	21	2h,0m	130	550	182	83,33	20,62	245
	E'_a	320	fermé	bien actif	34							159
24 août.	F_a	520	fermé	bien actif	29	2h,0m	140	610	196	92,42	22,87	172
	F'_a	520	fermé	très actif	30							184
	F''_a	320	fermé	très actif	27							245
28 août.	H_a	520	fermé	très actif	27	1h,50m	130	570	196	94,21	25,63	203
	H'_a	520	fermé	très actif	30							193
25 août.	G_a	520	ouvert de 0,24	très actif	37	1h,40m	140	450	235	81,81	20,25	145
	G'_a	520	id.	violent	38							131
29 août.	I_a	520	ouvert de 0,26	ardent	30	1h,40m	142	520	238	94,54	23,40	213
	I_a	520	id.	très vif	37							161

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Observations et conséquences. — Ce tableau donne lieu à quelques remarques intéressantes.

En général, l'allure a été fort vive. La consommation de charbon, par heure et par mètre carré de grille (col. 10) n'est pas descendue au-dessous de 80 kilogrammes. Dans les chaudières fixes de l'industrie à foyer extérieur, on s'en tient le plus souvent à des chiffres de 50 à 60 kilogrammes. Dans les chaudières à foyer intérieur, type qui comporte des grilles de dimensions restreintes, on ne dépasse guère, avec tirage naturel, 100 à 120 kilogrammes; pour aller au delà, il faut recourir au tirage artificiel. Mais ce n'est qu'exceptionnellement, dans les générateurs fixes, qu'on arrive à 200 kilogrammes. Il est vrai que, dans les locomotives, on atteint et dépasse même 300 kilogrammes; mais, dans ce type de chaudière, le ciel du foyer est très élevé au-dessus de la grille et moins directement exposé à l'action des flammes. Les nombres dépassant 150 kilogrammes correspondent donc à des allures, qu'avec le type de chaudière mis en expérience, on considérerait avec raison comme dangereuses. Les chiffres 235 et 238 correspondent à des allures à outrance.

La vaporisation rapportée au mètre carré de surface de chauffe de la chaudière (col. 11) est extrêmement active. Au lieu des chiffres de 12 à 20 kilogrammes par heure, qui sont pratiqués en général dans les chaudières fixes, et des chiffres de 35 à 45 kilogrammes qui sont habituels dans les chaudières de locomotives, on voit figurer ici un minimum de 47 kilogrammes et un maximum de 94 kilogrammes. Ce sont des intensités de vaporisation qu'on ne rencontre pas dans la pratique. Il est vrai que la surface de chauffe de la chaudière proprement dite ($3^{mq},30$) est petite par rapport à la surface de grille ($0^{mq},36$); le rapport de ces deux surfaces n'est que de 9/1. Toutefois, si l'on tient compte des réchauffeurs, ce qui porte la surface de chauffe à $13^{mq},34$, on arrive à un rapport de 37, qui rentre dans les proportions habituelles des chaudières à rendement élevé. Or, avec de pareilles chaudières, on s'en tient en général à des vaporisations de 8 à 12 kilogrammes d'eau froide par heure et par mètre carré de surface de chauffe, et l'on reste toujours bien au-dessous des chiffres de 23 et 25 kilogrammes, portés à la colonne 12.

Les nombres inscrits dans la colonne 13 sont ceux qui nous intéressent le plus. Aux allures relativement modérées, la vaporisation en eau froide, par heure et par mètre carré de surface de chauffe au coup de feu, s'est tenue entre 100 et 140 kilogrammes. Mais aux allures vives, on a atteint des chiffres de 200 à 240 kilogrammes, même dans un cas 245 kilogrammes, nombre qui ne semble guère devoir être atteint dans aucun cas de la pratique.

Avec le tirage forcé, la combustion a été beaucoup plus intense qu'avec le tirage naturel. Il est à remarquer, au contraire, que la vaporisation n'a pas été plus active qu'avec le tirage naturel, le registre étant grand ouvert. Cette circonstance tient peut-être aux rentrées d'air, qui doivent se produire, sous l'effet de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la dépression existante, par les joints des portes et par les fissures de la maçonnerie. Lorsque l'on faisait usage du souffleur, le feu était très ardent et le registre était promptement porté au rouge; aussi l'utilisation du combustible devenait-elle fort médiocre.

Conclusions. — On peut résumer comme il suit les résultats de ces expériences.

Aux allures ordinaires des générateurs fixes de l'industrie, la vaporisation au coup de feu semble ne pas devoir dépasser 100 à 140 kilogrammes d'eau froide par heure et par mètre carré de surface de chauffe. Il ne paraît pas que, dans aucun cas de la pratique courante, cette vaporisation atteigne le chiffre de 250 kilogrammes.

Deuxième partie.

EXPÉRIENCES SUR LA TRANSMISSION DE LA CHALEUR A TRAVERS LE MÉTAL ET DU MÉTAL A L'EAU

Les expériences décrites dans la première partie du présent mémoire ont eu pour résultat de fixer les idées sur l'intensité du flux de chaleur qui, dans une chaudière ordinaire, peut traverser la paroi au droit du coup de feu. On possède ainsi, en quelque sorte, une unité pouvant servir de terme de comparaison.

On ne peut songer à étudier directement, sur une chaudière en fonction, les circonstances dans lesquelles les coups de feu sont à redouter. Si l'on essayait de provoquer des coups de feu sur un générateur, non seulement on courrait le risque de mettre promptement l'appareil hors de service, mais encore il serait fort difficile d'étudier dans leurs détails les phénomènes, de les varier, et de faire des mensurations même approximatives. Il a donc fallu tourner cette difficulté, et, à cet effet, on a opéré de la manière suivante :

Principe des expériences. — Pour se rendre compte autant que possible des conditions dans lesquelles la température d'une tôle de chaudière peut s'élever d'une manière dangereuse et anormale, on a pris un morceau de tôle, on l'a soumis à un feu violent sur une de ses faces, l'autre face étant refroidie par de l'eau, et l'on a mesuré, d'une part, la quantité de chaleur qui traversait la paroi, d'autre part, la température que prenait la tôle sur sa face exposée au feu. On a d'ailleurs varié les expériences, en donnant au feu plus ou moins d'activité et en modifiant de diverses manières les conditions du contact entre l'eau et le métal.

Dispositions des appareils. — Tôle. — Voici quelles étaient les dispositions de l'appareil.

La tôle choisie est une tôle fine de chaudière, bien plane, bien saine, de 10 millimètres d'épaisseur, rabotée sur ses deux faces; elle est découpée en forme d'un disque (figures 10 et 12) de $0^m,40$ de diamètre, percé sur son pourtour de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trous de boulons, pour l'assemblage avec la chaudière dont il va être question ci-après.

Fourneau. — L'appareil de chauffage est constitué par une sorte de fourneau, sur les bords duquel repose la tôle. Il se compose (fig. 10, 13 et 14) d'un fond de creuset en terre réfractaire, percé d'un trou C, par lequel s'élance le jet de flamme d'un fort chalumeau; les bords supérieurs ne sont pas en contact avec la tôle, mais en sont distants de $0^m,02$ environ, de manière à ménager un large passage annulaire, par lequel s'échappent les gaz chauds. Une seconde enveloppe réfractaire DD, de forme cylindrique, vient, au contraire, à toucher la tôle, et ramène le courant de flammes vers le bas; cette enveloppe extérieure a deux objets : d'une part, elle contribue à concentrer la chaleur dans le creuset, et par conséquent à élever la température; d'autre part, elle limite aussi exactement que possible la portion de la tôle exposée à l'action du feu; à cet effet, entre la tôle et les bords de l'enveloppe DD, on fait un joint en mortier réfractaire.

Chalumeau. — La flamme est donnée par un gros chalumeau Schlœsing (fig. 10, 11, 13 et 14) de 26 millimètres de diamètre, alimenté par une conduite de gaz et par une soufflerie. Les détails des conduites et des moyens de réglage sont donnés dans la figure 11.

Appareil de réglage. — L'air comprimé est fourni par une pompe Wiesnegg, actionnée par un moteur à gaz Bischop de la force de 1/3 de cheval. Cet air arrive dans le réservoir F, et sa pression est mesurée par un manomètre à mercure et à air libre; cet air est amené à l'appareil de réglage G à quatre robinets gradués.

Le robinet k, qui donne accès à l'air comprimé, est toujours grand ouvert pendant l'expérience; il ne sert que de robinet de garde. Le robinet k_1 délivre l'air comprimé au chalumeau; on le règle au commencement de chaque expérience et on n'y touche plus; les deux robinets k_2 et k_3 servent à maintenir constante la pression dans le réservoir F; à cet effet, on les règle au commencement de l'expérience, de manière que, k_2 étant entr'ouvert et k_3 donnant passage à un très faible débit, la pression indiquée par le manomètre h reste à peu près invariable; les faibles variations accidentelles qui se produisent pendant le cours d'une expérience sont corrigées au moyen de k_3, qui fait ainsi l'office de vis de rappel.

Le gaz est amené au chalumeau par le robinet gradué l, précédé d'un régulateur de débit dans certaines expériences.

Mesure de la chaleur. — Pour mesurer la quantité de chaleur qui traverse la tôle, on a jaugé la quantité de vapeur saturée et sèche à 100° produite, en un temps donné, par la surface de chauffe délimitée par les bords de l'enveloppe DD.

Chaudière. — A cet effet, sur les bords de la tôle, on a fixé, à joint étanche,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un cylindre de cuivre HH (fig. 10); ce cylindre et la tôle forment ainsi une chaudière, que l'on maintient pleine d'eau à un niveau constant; la quantité d'eau évaporée par cette chaudière à la pression atmosphérique donne la mesure de la quantité de chaleur qui a traversé la tôle.

Pour que la mesure soit correcte, il faut, d'une part, que la vapeur soit sèche, d'autre part, qu'il n'y ait pas de pertes de chaleur par rayonnement.

Voici les dispositions qui ont été prises à cet effet :

Le feu étant très actif, l'ébullition est fort violente, et, lorsque la chaudière est découverte, il y a des projections abondantes de gouttelettes, qui fausseraient tous les résultats; pour éviter cet inconvénient, on a couvert la chaudière d'un chapeau conique en cuivre, dont les bords sont maintenus à une faible distance de ceux de la chaudière par des cales, de manière à ménager, sur tout le pourtour, un passage annulaire à la vapeur; les gouttelettes projetées sur le chapeau sont ramenées par le rebord intérieur *nn*.

Pour éviter les pertes par rayonnement, on a entouré l'ensemble de la chaudière et de son chapeau par une enveloppe générale en cuivre LL, dans laquelle circule la vapeur produite par la chaudière; le joint dans le bas est fait par un gros tuyau de caoutchouc, enroulé autour de la chaudière ; l'échappement se fait par l'ajutage *p*. Tous les passages de vapeur sont extrêmement larges, de telle sorte qu'il n'existe aucune contre-pression, ainsi que le démontre d'ailleurs le fonctionnement des appareils de jaugeage, dont il sera question ci-après.

La protection contre les radiations peut être considérée comme complète, sauf en ce qui concerne la zone de la tôle AA, qui se trouve à l'extérieur du fourneau; mais cette zone assez étroite est baignée par les gaz encore chauds qui s'échappent du fourneau, et cette influence est négligeable.

Jaugeage de la vapeur. — On jauge la quantité de vapeur produite en mesurant le poids d'eau distillée qu'il est nécessaire d'introduire dans la chaudière pour y maintenir le niveau constant.

Le niveau dans la chaudière est maintenu un peu au-dessus de la tubulure *q* (fig. 10 et 11) par laquelle se fait l'alimentation. Cette tubulure communique avec un flacon Mariotte M (fig. 11) qui sert de vase jaugeur. Ce flacon a été préalablement taré à la balance, et porte une échelle divisée en hectogrammes; le bas du tube plongeant, qui fournit l'air au flacon au fur et à mesure que l'eau s'en écoule, est arasé à la hauteur du niveau que l'on veut maintenir dans la chaudière. L'approvisionnement d'eau distillée est contenu dans un grand flacon N, d'où l'on peut le tirer pour remplir le flacon jaugeur M, au moyen d'un siphon et de divers robinets et tuyaux, dont les dispositions et le jeu se lisent sur la figure.

Mesure de la température de la tôle. — Il serait intéressant de connaître la température exacte de la face de la tôle qui est exposée au feu, mais c'est là un résultat fort difficile à atteindre; on a dû se contenter d'une approximation, en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

multipliant les expériences, de manière à obtenir des moyennes. Voici le procédé employé :

On a fait préparer un certain nombre d'alliages, fusibles à des températures graduées et connues. Avec ces alliages, on a formé des chevilles, que l'on a enfoncées dans des trous, pratiqués dans la tôle; la mise en place de ces chevilles étant faite avec un soin convenable, on peut admettre, eu égard à la conductibilité élevée des métaux, que les surfaces isothermes sont à peu près parallèles aux faces de la tôle, autrement dit, qu'en chacune de ses sections transversales, la cheville a la même température que le fer avec lequel le pourtour de cette section est en contact.

Après chaque expérience de vaporisation, on examine le fond de la chaudière; un certain nombre de chevilles, les plus fusibles, sont fondues, les autres sont intactes. On obtient ainsi deux points de repère, plus ou moins voisins, entre lesquels était comprise la température de la face de la tôle exposée au feu pendant l'expérience; car il est clair que cette température était supérieure à la température de fusion de la moins fusible des chevilles fondues, et inférieure à celle de la plus fusible des chevilles intactes.

On a disposé les chevilles, au nombre de 12, suivant un premier cercle concentrique au fond de la chaudière (fig. 12), et de $0^m,06$ de diamètre. Puis, comme la répartition des températures n'est pas tout à fait uniforme, on a disposé un second cercle de 12 chevilles et d'un diamètre de $0^m,12$, le diamètre de la partie limitée par l'enveloppe DD′ étant à très peu près de $0^m,16$. Tous les trous sont numérotés.

Les trous dans lesquels sont fixées les chevilles ont un diamètre de 3 millimètres et une profondeur de 6 millimètres.

Les alliages constituant les chevilles ont été, au préalable, vérifiés.

On a ainsi obtenu les chiffres inscrits au tableau ci-après :

Cercle intérieur.

N^{os} des trous.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Température de ramollissement des chevilles.	110°	121°	128°	143°	150°	170°	187°	220°	250°	Plomb. 335°	335°	Zinc. 450°

Cercle extérieur.

N^{os} des trous.	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Température de ramollissement des chevilles	170°	187°	220°	250°	Plomb. 335°	335°	Zinc. 450°	110°	121°	128°	143°	150°

Si l'on jette les yeux sur la figure 12, on verra que deux chevilles fondant à la même température et placées, l'une sur le cercle intérieur, l'autre sur le cercle extérieur, sont à l'opposé l'une de l'autre. Cette précaution a été prise pour atténuer autant que possible les effets des inégalités locales de chauffage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Légende. — La légende ci-après résume les dispositions principales de l'appareil d'expérience (fig. 10 à 14) :

AA, Tôle de fer fin de 10mm d'épaisseur.
BB, Fourneau en terre réfractaire.
C, Trou par lequel la flamme entre dans le fourneau.
DD, Enveloppe du fourneau en terre réfractaire.
EE, Chalumeau Schlœsing de 26mm de diamètre.
aa, Bords de l'enveloppe du fourneau, joints à la tôle AA par un lut réfractaire.
bb, Cales réfractaires supportant l'enveloppe DD.
dd, Cales réfractaires pour le centrage de l'enveloppe DD.
ee, Cercle en fer supportant la tôle AA.
ff, Pieds du cercle *ee*.
gg, Cales en fer pour le réglage de la hauteur de la tôle AA.
F, Réservoir d'air comprimé.
h, Manomètre à mercure à air libre.
G, Appareil de réglage de l'air comprimé.
k, k_1, k_2, k_3, Robinets de réglage de l'air comprimé.
l, Robinet de réglage du gaz.
HH, Paroi latérale de la chaudière.
K, K, Chapeau de la chaudière.
m, *m*, Cales soutenant le chapeau KK.
n, *n*, Rebord intérieur du chapeau KK.
LL, Enveloppe extérieure de la chaudière.
o, *o*, Tube en caoutchouc formant joint.
p, Échappement de la vapeur.
q, Tubulure par laquelle se fait l'alimentation.
M, Flacon jaugeur, en forme de vase de Mariotte.
r, Orifice du tube d'amenée d'eau.
N, Approvisionnement d'eau distillée.
s, Chevilles fusibles.
O,O, Tôle d'acier de 5mm, ajoutée pour les expériences sur l'effet des doublures de tôle.

Calcul et tracé des expériences. — Chaque expérience était immédiatement calculée et rapportée sur une feuille de papier quadrillé. On voit comme exemple, sur la figure 15, la reproduction de la feuille correspondant à l'expérience U, du 23 août 1887.

Sur la même feuille sont inscrites les indications relatives à l'état des chevilles, tel qu'il a été constaté à la fin de l'expérience. Dans l'expérience U, on voit que sur le cercle extérieur, la cheville 13 (température de fusion 170°) a été fondue, tandis que la cheville 14 (187°) était intacte; la température de la face de la tôle exposée au feu était donc, le long de ce cercle, comprise entre 170° et 187°.

Sur le cercle intérieur, la cheville 7 (187°) a été trouvée légèrement fondue, et la cheville 8 (220°) intacte; la température de la surface de la tôle le long de ce cercle était comprise entre 187° et 220°, mais voisine de 187°.

Expériences avec l'eau distillée. — Il s'agit maintenant de coordonner toutes ces expériences, et d'en déduire des conclusions. Afin de montrer la méthode qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a été suivie, nous étudierons d'abord avec quelque détail les expériences qui ont été

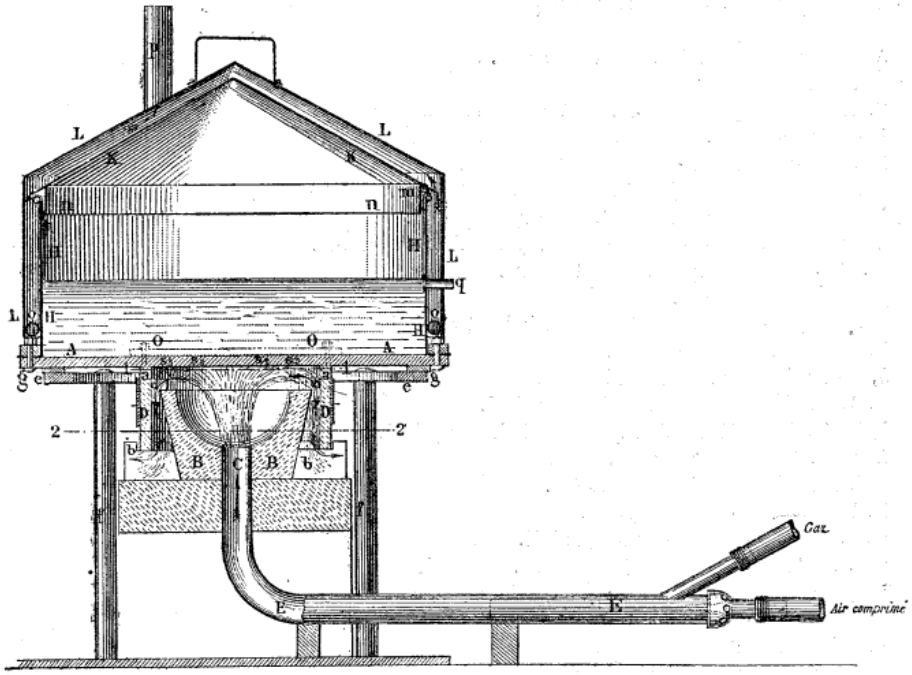


Fig. 10. — Expériences sur la transmission de la chaleur.

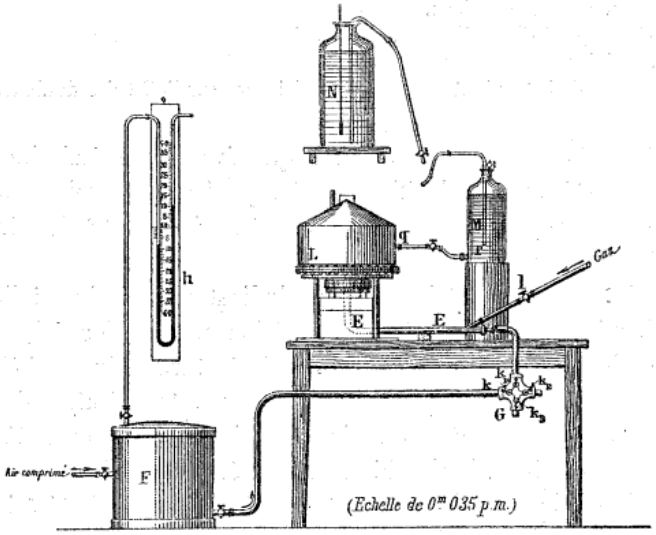


Fig. 11. — Expériences sur la transmission de la chaleur.

faites avec l'eau distillée mouillant directement le fond de la chaudière. Ces

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

expériences sont en grand nombre; on n'a retenu que celles dont la marche a été régulière, et on les a résumées dans un tableau graphique (fig. 16).

Voici comment ce tableau a été dressé :

On trace deux axes de coordonnées; les abscisses représentent les quantités d'eau froide à 0° vaporisées par heure et par mètre carré de surface de chauffe; les ordonnées sont les températures. A côté de l'échelle des températures, on

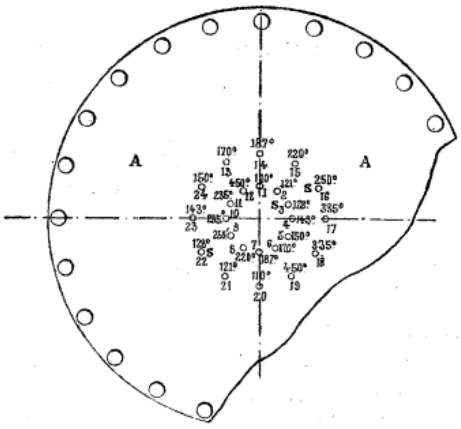


Fig. 12. — Distribution des chevilles fusibles.

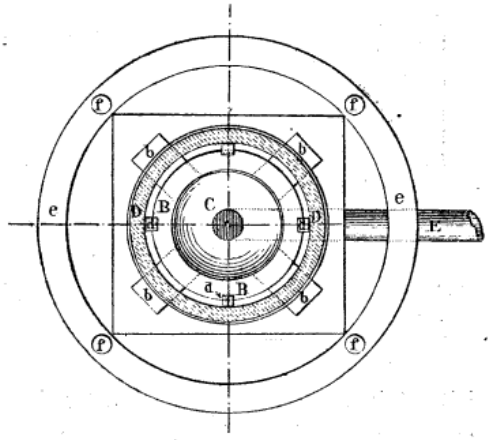


Fig. 13. — Coupe suivant 11 (fig. 10).

indique les numéros des chevilles fusibles, à la hauteur correspondante à leur point de ramollissement; ainsi, les chevilles 6 et 13 sont inscrites vis-à-vis la température 170°.

Le tableau ainsi préparé, on y applique les résultats des expériences individuelles. Par exemple l'expérience U, du 23 août 1887, dont le tracé est reproduit sur la figure 15, a donné une vaporisation, en eau froide, par heure et par mètre carré, de 144^{kg}, 5.

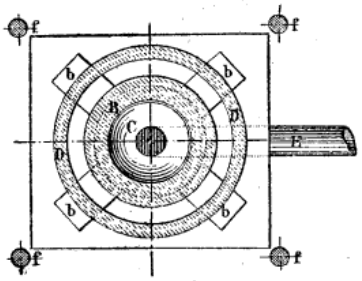


Fig. 14. — Coupe suivant 22 (fig. 10).

D'autre part, la température sur la face de la tôle exposée au feu était comprise, sur le cercle extérieur, entre les points de ramollissement des chevilles 13 (170°) et 14 (187°).

En conséquence, on trace une verticale au point 128,5 de l'axe des abscisses, et l'on marque les points d'intersection de cette verticale avec les horizontales à 187° et 220°. Ces points d'intersection sont repérés par une petite flèche ↕, signe adopté pour caractériser le cercle intérieur de chevilles.

Ayant ainsi enregistré graphiquement les résultats des expériences, on trace

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une ligne continue AA, qui passe entre les deux flèches d'un même groupe ; grâce au nombre des résultats obtenus, le tracé de cette ligne ne laisse pas beaucoup d'incertitude. On voit qu'elle coupe l'or donnée UU à quelques degrés seulement au-dessous de 170°, ce qui correspond bien aux indications directement relevées lors de l'expérience. Cette ligne représentera la variation de la température de la surface de la tôle, en fonction de l'activité de la vaporisation.

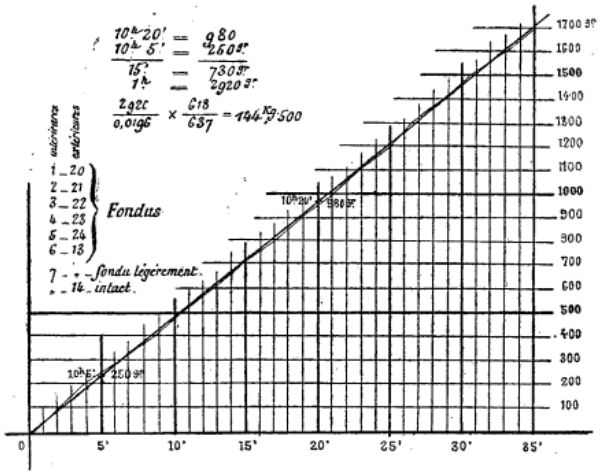


Fig. 15. U. — Eau distillée pure (23 août 1887).

On répète la même série d'opérations pour le cercle intérieur de chevilles ; les points trouvés sont marqués d'un petit cercle ⊙. La ligne BB est la ligne d'interpolation, tracée comme on l'a vu plus haut. Cette ligne est assez bien déterminée. On n'a pas craint, en la traçant, de passer au-dessus du

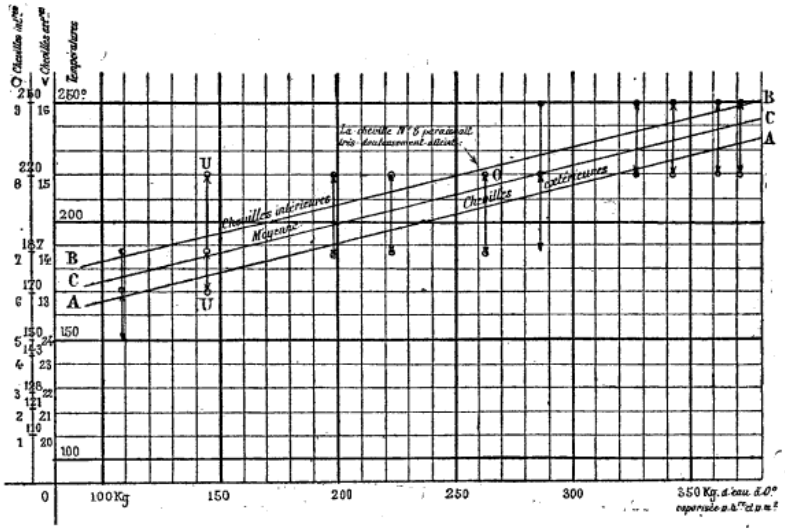


Fig. 16. — Eau distillée pure.

point O (14 juillet 1887), le registre d'expériences portant, pour ce point, la mention : « La cheville n° 8 paraît très douteusement atteinte. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Observations sur ces expériences. — Du diagramme ainsi obtenu, on peut tirer quelques conclusions intéressantes.

En premier lieu, la température de la surface de la tôle n'était pas uniforme dans chaque expérience : au droit des chevilles intérieures, c'est-à-dire sur la partie directement frappée par le coup de feu, elle est restée supérieure à celle du cercle extérieur de chevilles; l'écart est de 16° d'après le diagramme. Entre les deux lignes de température AA et BB, on a tracé une ligne moyenne CC, dont on verra ci-après l'usage.

La température de la face de la tôle exposée au feu s'élève progressivement, en même temps que la quantité de chaleur qui traverse cette tôle. Pour interpréter correctement les phénomènes, il convient de considérer, non pas la température du métal, mais l'excès de cette température au-dessus de celle de l'eau que contient la chaudière, c'est-à-dire au-dessus de 100°. On trouve ainsi que, pour la tôle de 10 millimètres expérimentée, cet écart est de 75° environ pour une vaporisation de 100 kilogrammes.

On voit, sur la figure 16, qu'à mesure que la vaporisation devient plus active, l'écart entre la température de la face chauffée de la tôle et celle de l'eau s'élève progressivement. Cet écart est de 100° environ pour une vaporisation de 200 kilogrammes; il n'atteint pas 150° (ligne BB des chevilles intérieures), même lorsque la vaporisation est arrivée au chiffre énorme de 370 kilogrammes.

On peut admettre que cet écart ne varie pas beaucoup, quand la température de l'eau intérieure s'élève. Si, par exemple, on a affaire à un foyer en fer de 10 millimètres d'épaisseur, mouillé par de l'eau à 180° ($8^{kil},5$ de pression effective par centimètre carré) et vaporisant 200 kilogrammes d'eau froide par heure et mètre carré, l'écart correspondant étant de 100°, la température de la tôle n'atteindrait en aucun point 280°.

Ces chiffres sont confirmés par tous les faits observés dans le fonctionnement des chaudières à vapeur tenues en bon état.

Il n'est pas inutile de rappeler ici certaines expériences bien connues, mais qui ne sont pas sans intérêt et qui démontrent avec quelle rapidité la chaleur se transmet d'une paroi à l'eau qui la mouille. On construit en papier un petit chaudron à fond plat, on le remplit d'eau, on le dispose au-dessus de la flamme d'une bougie; l'eau ne tarde pas à entrer en ébullition sans que le papier soit altéré.

Nous avons répété cette expérience sous bien des formes; nous avons remplacé la flamme de la bougie par celle d'un gros bec Bunsen ou par celle d'un fort chalumeau d'émailleur, qui fondait le verre en quelques instants : le résultat a toujours été le même; souvent les bords du papier s'enflamment, mais la combustion s'arrête au niveau de l'eau et tout ce qui est mouillé reste intact. Si, entre la flamme et le fond du chaudron, on place une feuille de papier en contact avec

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ce fond, elle brûle immédiatement, mais le chaudron lui-même n'est pas attaqué.

Ces faits et les chiffres précédents sont de nature à dissiper bien des craintes sur les conséquences que peut entraîner un feu ardent. Il ne semble pas que, dans la pratique, l'on ait à redouter un coup de feu en pleine tôle, quelle que soit l'activité de la vaporisation, si le métal est sain, bien continu et directement mouillé par l'eau.

Mais il peut en être autrement si des circonstances quelconques viennent à gêner la transmission libre de chaleur, soit dans la masse du métal, soit entre le métal et l'eau.

C'est dans le but d'étudier ces influences qu'ont été faites les expériences suivantes :

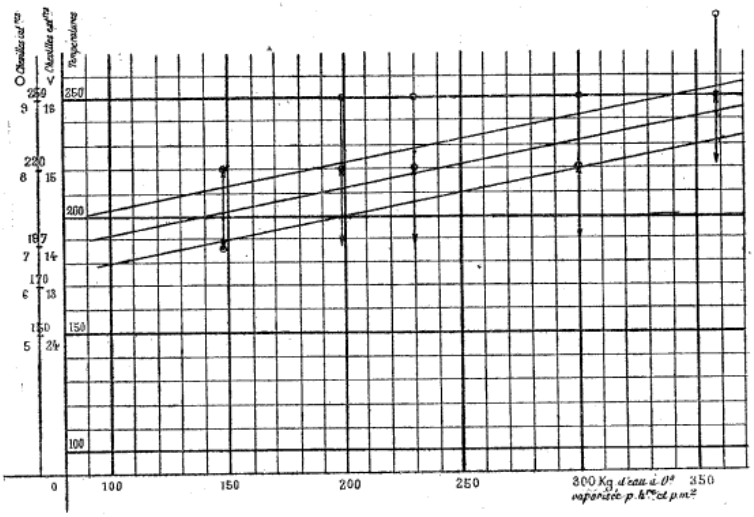


Fig. 17. — Eau préalablement bouillie avec 0,002 d'amidon.

Eau amidonnée. — Dans certains cas, l'eau des chaudières est visqueuse, soit parce qu'on y a introduit des matières propres à diminuer les incrustations, soit pour toute autre cause. Cette viscosité entrave les mouvements du liquide, et l'on s'est demandé souvent s'il n'y aurait pas là une cause de coups de feu.

Pour éclaircir ce point, nous avons répété les expériences précédentes, en remplaçant, dans la chaudière, l'eau distillée par de l'eau contenant de l'amidon.

On a fait avec l'eau amidonnée deux séries d'expériences, l'une avec de l'eau contenant 2 pour 1000, et l'autre 5 pour 1000 de son poids d'amidon.

Les expériences sur l'eau amidonnée à 2 pour 1000 sont résumées dans la figure 17 par la méthode de représentation précédemment expliquée. Le résultat en est bien net : la ligne des températures est un peu plus élevée que celle fournie par l'eau distillée ; mais les écarts ne dépassent pas une quinzaine de degrés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'eau amidonnée à 5 pour 1 000 est beaucoup plus visqueuse. Les résultats de ces expériences sont résumés sur la figure 18 ; ils ne diffèrent pas beaucoup de ceux obtenus avec l'eau amidonnée à 2 pour 1 000; la ligne des températures se maintient un peu plus élevée.

Cette proportion de 5 pour 1 000 représente 5 kilogrammes d'amidon par mètre cube d'eau ; il est rare qu'elle soit atteinte lorsque l'on fait usage de matières amylacées pour combattre les incrustations. Dans ces limites, l'emploi de l'amidon ne semble donc pas devoir présenter de graves inconvénients, du moins au point de vue spécial des coups de feu.

Tôle couverte de plâtre. — Pour nous rendre compte des effets des incrusta-

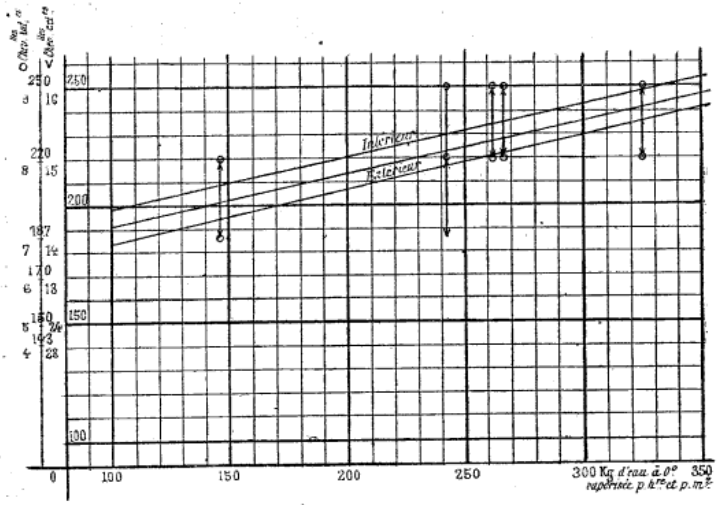


Fig. 18. — Eau distillée bouillie avec 0,005 d'amidon.

tions, nous avons fait quelques expériences en garnissant le fond de la chaudière de divers enduits. Après plusieurs insuccès, on s'en est tenu à des couches de plâtre mince, la chaudière d'essai étant remplie d'eau distillée.

On a appliqué sur la paroi intérieure de la tôle une couche de plâtre fin de 1 millimètre d'épaisseur, gâché serré et bien appuyé. Aux expériences, cette couche est restée adhérente, mais elle s'est piquée et fendillée; il a été impossible de la tenir en place avec une vaporisation énergique; aussi a-t-on dû, dans ces essais, s'en tenir à des coups de feu relativement modérés, les expériences n'ont pas été poussées au delà d'une vaporisation de 187 kilogrammes. La ligne des températures (fig. 19) se tient à environ 30° au-dessus de celle fournie par l'eau distillée mouillant directement la tôle.

Une couche de plâtre de 5 millimètres d'épaisseur, appliquée dans les mêmes conditions, a fourni des résultats plus nets (fig. 20). On a pu atteindre une vaporisation de 217 kilogrammes. Mais, sous l'action de ce feu intense, la couche de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plâtre s'est détachée vers le centre, suivant un cercle de 65 millimètres de diamètre.

Dans ces expériences, les effets fâcheux des incrustations se sont manifestés de la manière la plus claire.

Pour une vaporisation de 150 kilogrammes, la température extérieure de la tôle dépasse 250° et pour 200 kilogrammes elle dépasse 400°. Ces chiffres sont respectivement supérieurs de 35° et 210° à ceux fournis par l'eau mouillant directement la tôle.

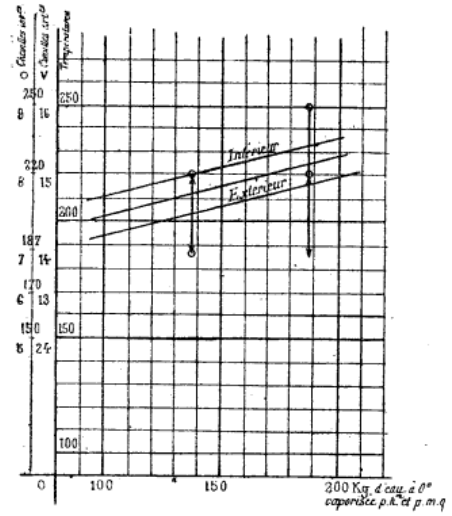


Fig. 19. — Couche de plâtre de 1mm d'épaisseur.

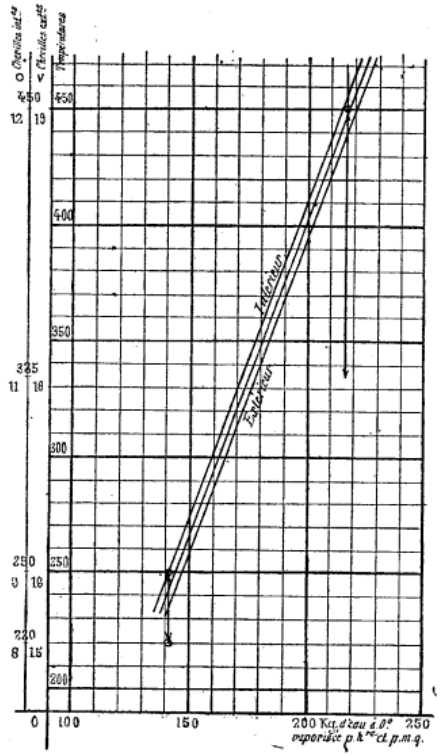


Fig. 20. — Couche de plâtre de 5mm d'épaisseur.

Double fond soudé. — Les expériences décrites jusqu'ici ont porté sur les obstacles que la chaleur rencontre à son passage du métal à l'eau. Il restait à savoir ce qui se passe lorsqu'il y a interruption dans la continuité du métal, soit par l'effet d'une doublure, soit par l'effet d'une paille.

Il y a deux cas à distinguer, suivant que les deux parties du métal sont en contact intime ou qu'elles sont séparées par une couche mince de matières étrangères.

Pour reproduire approximativement le premier cas, on a soudé à l'étain, sur la face de la chaudière regardant l'eau, une plaque de tôle d'acier de 5 millimètres

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'épaisseur. Cette plaque avait été au préalable exactement dressée et rabotée ; avant de la mettre en place, on a soigneusement étamé, sur toute leur superficie,

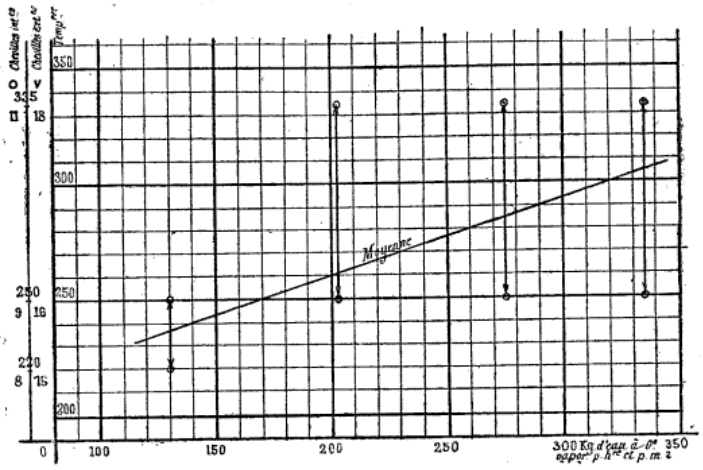


Fig. 21. — Plaque de tôle de 5mm, soudée à l'étain.

les faces qui devaient venir en contact ; puis on a superposé les deux tôles en intercalant entre elles une feuille d'étain ; enfin on a chauffé le tout pour fondre l'étain en serrant énergiquement les deux tôles l'une contre l'autre de manière à expulser une partie de l'étain interposé. L'appareil ainsi préparé et bien nettoyé a été rempli d'eau distillée et mis en expérience. Les résultats sont représentés sur la figure 21.

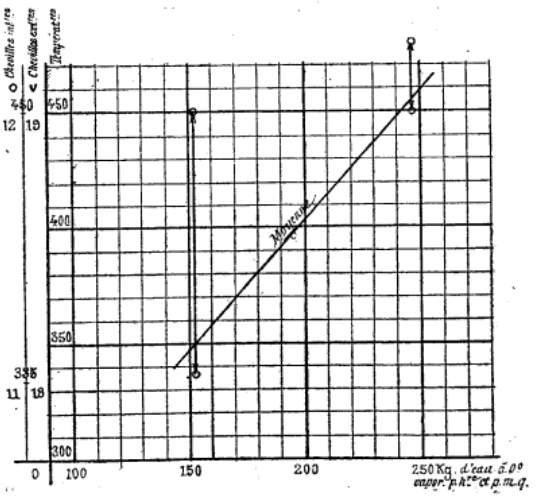


Fig. 22. — Plaque de tôle de 5mm avec interposition d'une couche de talc.

En comparant ces résultats à ceux obtenus sur la tôle simple mouillée à l'eau distillée, on arrive aux conséquences suivantes :

Les deux lignes de températures restent presque parallèles, mais en s'écartant un peu pour les vaporisations actives ; l'écart, qui est d'environ 50° pour une vaporisation de 100 kilogrammes, atteint 70° pour une vaporisation de 300 kilogrammes. A ce dernier point, la température de la face exposée au feu dépasse de plus de 200° celle de l'eau.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces expériences semblent donc démontrer qu'il peut y avoir des inconvénients sérieux à exposer les clouures des chaudières à des feux trop ardents, même lorsque le contact entre les tôles rivées est tout à fait intime.

Double fond avec interposition de talc. — Pour reproduire l'effet des pailles qui se rencontrent dans les tôles mal soudées, on a saupoudré la surface intérieure de la tôle avec un peu de talc en poudre fine ; puis on y a appliqué la feuille de tôle d'acier de 5 millimètres d'épaisseur, dont on s'était servi dans l'expérience ci-dessus décrite. Les deux tôles ont été serrées fortement au moyen de boulons, et la distance des faces en regard était réduite, après serrage, à environ 1/10 de millimètre. L'appareil, rempli d'eau distillée, a été mis en expérience. Les résultats sont représentés figure 22.

On voit qu'avec une vaporisation de 150 kilogrammes, la température a dépassé 350°, température supérieure de plus de 150° à celle que peut acquérir la tôle simple directement mouillée. A 250 kilogrammes, toutes les chevilles étaient fondues, même celles en zinc ; de sorte que le tracé de la ligne des températures est tout à fait hypothétique ; ce que l'on peut dire à coup sûr, c'est que la face chauffée de la tôle a dépassé la température de 450° ; on était sous la menace d'un coup de feu imminent.

C'est une démonstration bien nette du danger grave que peuvent présenter les pailles dans le voisinage du foyer.

Chauffage par radiation. — On a expliqué certains coups de feu par le contact de la tôle avec des maçonneries portées à une température élevée. Pour contrôler la valeur de cette explication, nous avons fait l'expérience ci-après :

Le fourneau a été rempli de menus morceaux de briques réfractaires, de la grosseur d'une noisette, des évents convenables ayant été ménagés au débouché du chalumeau pour assurer le passage facile du courant de flammes. Ce lit de briques était arasé au niveau des bords du fourneau, de manière à venir au contact du fond de la chaudière une fois mise en place. Celle-ci ayant été installée et remplie d'eau distillée, on a donné le feu.

Les résultats de cette expérience ont été les suivants :

La vaporisation ayant été de 175 kilogrammes d'eau froide par heure et par mètre carré, les chevilles n^{os} 7 et 14 (187°) ont été fondues et les chevilles n^{os} 8 et 15 (220°) sont restées intactes.

Ces résultats sont les mêmes que ceux obtenus dans les premières expériences sur l'eau pure. Il ne paraît donc pas que la présence des débris de briques ait influé sur la transmission de la chaleur.

Ainsi les craintes qui se sont élevées au sujet du contact entre la tôle et les maçonneries chauffées ne semblent pas jusqu'ici bien justifiées.

La question serait tout autre, bien entendu, s'il s'agissait, non pas de maçon-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nerie réfractaire, mais d'un combustible incandescent pouvant donner des cendres scoraciées. C'est là un cas que nous n'avons pas examiné.

Résumé et conséquences. — On a réuni en un seul tableau (fig. 23) les lignes moyennes de température obtenues dans les diverses expériences qui viennent d'être décrites.

Pour donner une signification précise à ces lignes, il convient de rapprocher ces résultats de ceux auxquels nous sommes arrivés dans la première partie de ces recherches. Nous avons vu qu'aux allures ordinaires des générateurs fixes de l'industrie, la vaporisation au coup de feu ne dépasse pas 100 à 140 kilogrammes par heure et par mètre carré de surface de chauffe, et que, même dans le cas d'allures à outrance, il ne paraît pas que la vaporisation atteigne le chiffre de 250 kilogrammes.

Or, sur le tableau (fig. 24), on voit qu'avec de l'eau distillée, pour une vaporisation de 100 à 140 kilogrammes, l'écart entre la température de l'eau et celle de la face extérieure de la tôle se tient entre 75° et 85°, qu'il atteint à peine 110° pour une vaporisation de 250 kilogrammes; que pour arriver à des écarts vraiment dangereux, il faudrait atteindre des vaporisations de 400 ou 500 kilogrammes.

L'eau rendue visqueuse par de l'amidon ne donne pas de résultats notablement différents de ceux fournis par l'eau pure.

Il en est encore de même lorsque la paroi est tapissée d'un mince enduit de tartre (couche de plâtre de 1 millimètre). Mais pour peu que cette couche acquière un peu d'épaisseur (couche de plâtre de 5 millimètres), le coup de feu devient immédiatement menaçant.

Les doubles épaisseurs de tôle, avec contact très intime (plaque de tôle soudée à l'étain), ne sont pas inquiétantes aux allures ordinaires des chaudières fixes; mais les pailles (plaque de tôle et couche de talc) proprement dites constituent une cause de danger imminent.

On voit tracée, sur la même figure 24, une ligne portant l'indication : *couche d'huile minérale*. Elle se rapporte à une série d'expériences qui ont été faites en vue d'étudier l'action des enduits gras, mais le sujet a une importance particulière, et nous en avons fait l'objet de la troisième partie du présent Mémoire.

Troisième Partie.

ÉTUDE SPÉCIALE DE L'INFLUENCE DES ENDUITS GRAS.

Tôle graissée à l'huile minérale. — On a cherché à étudier les effets que produirait une couche mince de corps gras interposée entre l'eau et le métal. A cet effet on a étalé, sur la face intérieure de la tôle, de l'huile minérale fixe (oléonaphte); puis la surface a été essuyée, de manière à maintenir un enduit gras, sans épaisseur sensible, mais suffisant cependant pour empêcher l'adhérence des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gouttes d'eau projetées sur la tôle. Enfin la chaudière a été remplie d'eau distillée et mise en expérience à la manière ordinaire.

Les résultats de ces expériences sont intéressants.

En premier lieu, même avec des chauffages relativement modérés, la face extérieure de la tôle prend des températures notablement plus élevées que lorsque l'eau mouille le fond de la chaudière.

Mais si l'on pousse le feu plus activement, on constate des phénomènes

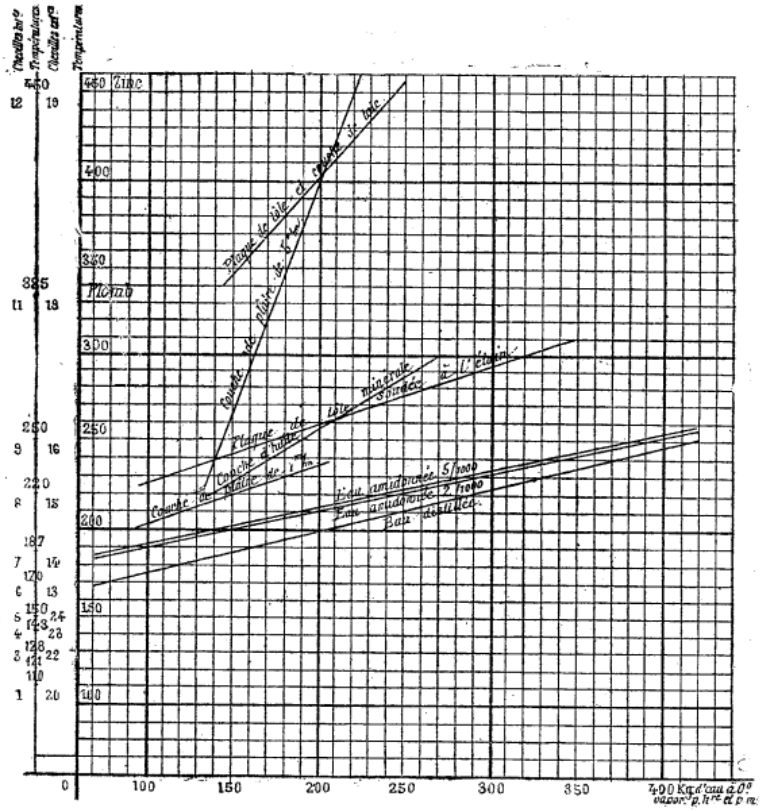


Fig. 23. — Ensemble des courbes.

particuliers, qui, au premier abord, semblent tout à fait inexplicables.

Dans certains cas, la température va en croissant progressivement, en même temps que l'intensité du feu. Le tracé de la figure 24 (voir aussi fig. 24) représente cette série d'expériences ; la ligne moyenne est notablement plus élevée que dans les essais à l'eau pure ; l'écart est d'environ 50° pour une vaporisation de 150 kilogrammes par heure et par mètre carré ; pour 250 kilogrammes cet écart dépasse 80°, et la température de la face extérieure de la tôle est supérieure de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

près de 200° à celle de l'eau; il y a une surchauffe qui peut devenir dangereuse.

Mais, dans d'autres expériences, les résultats ont été tout différents; même après un chauffage modéré (vaporisation de 172 kilogrammes), on a trouvé tous les alliages complètement fondus; ce qui prouve que la température de la tôle avait dépassé 450° sur la majeure partie de son épaisseur.

Ainsi donc, les effets qui résultent du graissage de la tôle se manifestent de deux manières différentes : tantôt il en résulte une surélévation modérée de la température de la face chauffée; dans d'autres cas, au contraire, sans même que le feu soit très violent, le métal se surchauffe et atteint des températures fort élevées.

Il était intéressant d'examiner de plus près la question. C'est dans ce but qu'ont été faites les expériences que nous allons décrire.

Il s'agit ici, non plus de mesures exactes à relever, mais d'une étude qualitative des phénomènes; il importe de multiplier et de varier les expériences; d'autre part, il est utile de voir ce qui se passe dans la chaudière.

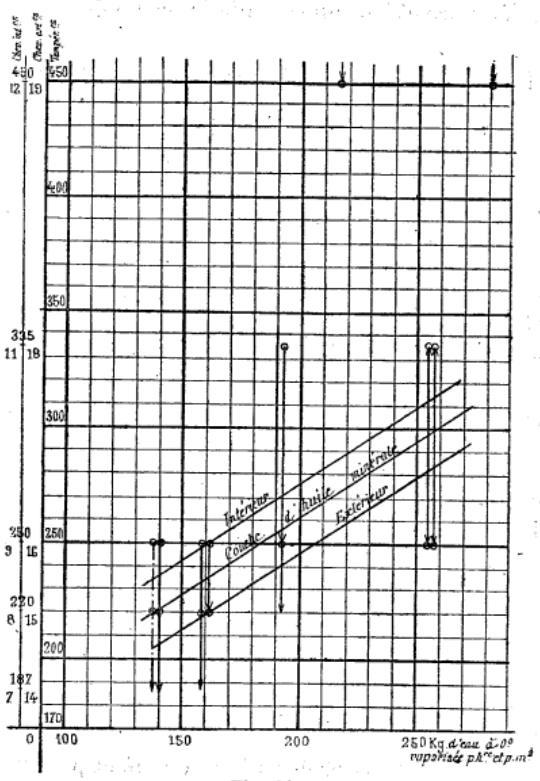


Fig. 24.
Le fond de la chaudière est graissé avec de l'huile minérale.

On a donc débarrassé l'appareil de son capuchon et de son enveloppe, et l'on s'est contenté de poser sur la gueule du fourneau de simples casseroles en fer battu et étamé, auxquelles on faisait subir diverses préparations. On réglait approximativement l'intensité du feu au moyen de la graduation des robinets et des données recueillies dans les expériences précédentes.

Enduit provenant de la décomposition d'un corps gras. — On avait remarqué que, dans les expériences donnant une élévation anormale de température, il restait sur le fond de la chaudière, au commencement de l'expérience, quelques parties noires, que le nettoyage n'avait pas complètement enlevées. Ces dépôts pouvaient provenir de la décomposition partielle des matières grasses; on voulut s'assurer s'ils avaient quelque influence sur les phénomènes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Une casserole étamée et bien propre fut graissée à l'oléonaphte, puis chauffée sans eau sur un feu doux, de manière à décomposer la matière grasse ; le fond se trouva ainsi couvert d'un enduit noirâtre, auquel l'eau n'adhérait pas. La casserole, ainsi préparée, fut disposée sur le fourneau à la place de la chaudière d'expérience, et l'on donna le feu. Au bout d'un instant d'ébullition, on vit le fond devenir rouge ; la tache incandescente, limitée d'abord en un point, ne tarda pas à s'étendre et à occuper toute la partie du fond correspondant à l'embouchure du fourneau.

Si la partie grasse de la paroi n'a qu'une étendue limitée, l'incandescence se manifeste tout d'abord dans cette partie ; mais elle gagne peu à peu et s'étend tout autour, de proche en proche, à toute la partie exposée à la flamme.

Il est évident que, dans ces expériences, le fond n'était plus mouillé, que l'eau était à cet état que M. Boutigny a désigné sous le nom de *sphéroïdal*. C'est un spectacle fort intéressant que de voir, à travers l'eau en ébullition, le fond d'une chaudière porté à la température rouge. Inutile d'ajouter que l'étain était fondu, et que le fond de la casserole, en dedans comme en dehors, présentait toutes les apparences d'un magnifique coup de feu.

Cette expérience a été renouvelée plusieurs fois avec des intensités de feu variables : avec un feu correspondant à une vaporisation d'environ 270 kilogrammes par mètre carré et par heure, la couleur du fond était l'orangé vif ; mais l'effet s'est produit même avec un feu beaucoup plus modéré, correspondant à environ 150 kilogrammes, auquel cas le fond était couleur cerise sombre.

Il résulte de ce qui précède que les phénomènes changent complètement d'aspect, suivant la nature du corps gras appliqué sur la paroi.

Autres expériences. — Une fois en possession du mode d'expérimentation décrit ci-dessus, nous avons pu étudier sans difficulté les effets produits par différents enduits gras. Voici les résultats de quelques-unes de ces expériences :

Avec des casseroles à fond étamé et propre, quelle que soit l'intensité du feu, l'ébullition est toujours régulière, et l'étain n'est pas fondu sur la face exposée à la flamme.

Il en est de même quand la face mouillée est désétamée, ou décapée, ou oxydée, soit par l'air humide, soit par l'action prolongée d'une mince couche d'ammoniaque ou d'acide chlorhydrique.

Oléonaphte. — L'*oléonaphte* appliqué à froid en enduit mince sur un fond étamé, décapé ou oxydé, ne donne également qu'une ébullition régulière.

L'oléonaphte en couche décomposée préalablement par la chaleur donne, au contraire, le coup de feu avec une extrême facilité, ainsi qu'on l'a vu plus haut.

Si l'on pose sur le fond de la casserole un bout de chiffon graissé à l'oléonaphte et maintenu par un poids, on obtient facilement le coup de feu.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si, dans une casserole dont le fond est oxydé, on fait bouillir une dissolution de sel (chlorure de calcium, de magnésium, etc.), de manière à tapisser les parois d'une mince couche incrustante, puis que l'on enduise le fond d'oléonaphte déposé à froid, le coup de feu se produit, même avec un feu modéré.

Huile de lin. — L'*huile de lin* produit le coup de feu avec la plus extrême facilité (vaporisation de 100 kilogrammes à 120 kilogrammes). Il suffit, pour obtenir le résultat, de toucher le fond de la casserole avec le doigt légèrement graissé à l'huile de lin.

L'essence de *térébenthine*, le *vernis à l'essence* ne donnent pas de coup de feu. Mais si l'on mélange à l'essence une proportion, même faible (1/10) d'huile de lin, on a un coup de feu.

Mastic de minium. — Le *mastic de minium* produit le coup de feu avec une extrême facilité. Si l'on a écrasé, sur le fond d'une casserole, une boulette de ce mastic, ou si l'on y a promené le doigt enduit de mastic, un feu modéré suffit pour faire rougir le métal.

Huile de colza. — Un enduit d'*huile de colza* produit le coup de feu, mais moins facilement que l'huile de lin.

Valvoline. — La *valvoline* déposée à froid ne donne le coup de feu que lorsque le jet de chalumeau est extrêmement intense (vaporisation d'environ 350 kilogrammes).

Axonge. — L'*axonge* donne assez facilement le coup de feu, même lorsqu'elle est mélangée à une quantité notable de plombagine ; si la plombagine est en grand excès, on ne peut plus faire rougir le métal sous l'eau.

Goudron. — Le *goudron*, appliqué sur une surface étamée ou décapée, se détache quand l'eau entre en ébullition. Sur une surface oxydée, il reste en partie adhérent, mais ne donne pas de coup de feu.

Résumé et Conclusions.

Les recherches dont il vient d'être rendu compte sont sans doute bien incomplètes. Telles qu'elles sont, elles peuvent fournir quelques aperçus sur les conditions dans lesquelles se produisent les coups de feu et sur les circonstances qui accompagnent la transmission de la chaleur à travers les parois des chaudières. Sur certains points, elles confirment les idées reçues, en les précisant dans une certaine mesure ; sur d'autres points, elles semblent apporter des indications nouvelles.

Nous croyons pouvoir énoncer les conclusions ci-après, qui se déduisent, soit des discussions précédentes de nos expériences, soit de l'examen du résumé graphique (fig. 23) :

1° Une tôle saine et continue, bien mouillée par l'eau de la chaudière, même

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

exposée à un feu violent, ne prend en aucun de ses points une température assez élevée pour que sa solidité soit sensiblement altérée.

2° La viscosité de l'eau, même lorsqu'elle est portée à un degré assez élevé, n'empêche pas la tôle d'être bien mouillée et ne diminue pas notablement le pouvoir réfrigérant du liquide.

3° La transmission de la chaleur est plus ou moins gênée par la doublure des tôles ; une rivure, même bien faite, ne doit pas être exposée à un feu trop violent.

4° Une paille dans l'épaisseur d'une tôle ou un défaut de contact intime entre les deux tôles d'une clouure, dans les parties du générateur exposées à un feu un peu intense, constituent une cause grave d'accident.

5° Le contact d'une maçonnerie réfractaire, même portée à une température élevée, ne présente pas de danger, si la tôle est continue et bien mouillée.

6° Tout enduit gras déposé sur la paroi interne de la tôle gêne fortement la transmission de la chaleur.

7° Lorsque l'enduit gras est constitué par un corps susceptible de se décomposer par la chaleur, le coup de feu est particulièrement à redouter. Les corps gras organiques, huiles de lin, de colza, etc., semblent, à cet égard, beaucoup plus dangereux que les corps gras minéraux.

Enfin, comme conséquence ultime, on peut déduire de ces expériences qu'une chaudière bien établie, bien tenue, propre et convenablement pleine ne court pas le risque d'être brûlée, même par un feu vif; que, d'autre part, lorsque le feu est ardent, il est nécessaire de prendre des précautions sévères, et notamment d'éloigner avec soin tout ce qui pourrait gêner la transmission de la chaleur, soit dans l'épaisseur du métal, soit entre le métal et l'eau.

En terminant cette étude, je tiens à exprimer mes remerciements à mes collaborateurs, MM. Alfred Tresca et Gauthier, préparateurs du Cours de Mécanique appliquée au Conservatoire des Arts et Métiers. Dans ces longues recherches, ils ont apporté l'un et l'autre une attention et un dévouement dignes des plus grands éloges.

CHIMIE

NOTES SUR LE RAFFINOSE

Le raffinose, par L. Lindet. — Le raffinose est une matière sucrée, appartenant à la famille des saccharoses.

C'est en 1876 que M. Loiseau rencontra pour la première fois le raffinose dans des mélasses de betteraves, où il avait spontanément cristallisé ; ces mélasses

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avaient été, dans la raffinerie, désucrées par le procédé au sucrate d'hydro-carbonate de chaux. En 1886, M. Tollens d'un côté, M. Scheibler de l'autre, retrouvèrent à l'état cristallisé le raffinose dans des mélasses ayant subi le travail à la strontiane. Depuis, on en a constaté la présence dans les sucres roux provenant de la cristallisation des mélasses de sucraterie. La présence du raffinose dans ces sucres leur donne un aspect cristallisé tout particulier; les cristaux de saccharoses s'allongent en prenant tantôt la forme d'un trapèze, tantôt celle d'un triangle à arêtes arrondies, qui rappelle la disposition du gypse fer de lance. Les cristaux de sucre, ainsi déformés, ont reçu le nom de sucres pointus.

Les chimistes ne sont pas d'accord sur le point de savoir si le raffinose préexiste dans la betterave, ou s'il se forme pendant le travail de la raffinerie et sous l'influence des alcalis. Mais tout porte à croire, d'après les travaux récents de M. Von Lippmann, que la betterave elle-même contient du raffinose; si sa présence dans les mélasses a échappé jusqu'ici aux observateurs, et si elle n'a été constatée que depuis l'application des procédés de sucraterie, cela tient, non pas à ce que le raffinose se forme sous l'influence des alcalis, mais à ce que les mélasses, mieux débarrassées de sucres qu'autrefois, abandonnent plus aisément à la cristallisation le raffinose qu'elles contiennent.

Le raffinose est, d'après MM. Tollens et Richbeil, identique au gossypose que l'on retire des semences de coton. Il ne saurait être confondu, comme l'ont prétendu MM. Scheibler et Tollens avec le mélitose de M. Berthelot. Celui-ci a montré que le mélitose était dédoublable en raffinose et en eucalyne; le raffinose ne serait donc que le produit de dédoublement du mélitose.

Il se présente sous la forme de petits prismes bien réguliers, qui s'enchevêtrent les uns les autres et prennent en masse un aspect velouté et soyeux.

La saveur du raffinose n'est que légèrement sucrée et ne peut même pas être rapprochée de celle du saccharose.

La composition chimique du raffinose semble devoir être représentée par la formule $C^{36}H^{32}O^{32}$, 10HO (MM. Loiseau, Scheibler, Hugo de Vries, Berthelot). Le raffinose perd à l'étuve ou au vide environ 15 p. 100 d'eau, dose qui correspond à la formule ci-dessus.

Le raffinose possède un pouvoir rotatoire droit qui est au pouvoir rotatoire du saccharose comme 2 est à 3. $\alpha_D = 105°$ (M. Loiseau); 104°9 (MM. Tollens et Richbeil); 103°9 (M. Scheibler); 103°6 (M. Lindet).

Il fond, quand il est hydraté, vers 83° (M. Lindet), et, quand il est anhydre, à 118-119° (M. Creydt).

Le raffinose est moins soluble dans l'eau froide que le saccharose, mais sa solubilité augmente très rapidement avec la température.

Il est presque insoluble dans l'alcool ordinaire concentré, mais il est assez soluble dans l'alcool méthylique fort.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le raffinose subit, comme le saccharose, le phénomène d'inversion, c'est-à-dire que sous l'influence des acides dilués, il se dédouble en glucoses réducteurs. Il s'invertit cependant plus lentement que le saccharose, et il faut, pour obtenir la transformation complète, soit un temps plus long, soit une dose d'acide plus énergique. Les produits du dédoublement du raffinose seraient, d'après MM. Hœdicke et Tollens, un mélange de galactose et de lévulose. Le mélange de ces sucres détermine une rotation droite dont le chiffre peut être fixé environ à 53°. Les glucoses formés sont en effet très sensibles à l'action de l'acide en excès, et l'on voit, sous l'influence de cet acide, le pouvoir rotatoire diminuer dans des proportions telles qu'il est difficile de le fixer d'une façon absolue.

L'invertine sécrétée par la levure de bière peut dédoubler également le raffinose, mais elle exerce son action sur le raffinose avec moins d'énergie que sur le saccharose (M. Lindet).

Les acides, pris non plus à l'état dilué, mais à l'état concentré, décomposent le raffinose, comme ils décomposeraient le saccharose. — L'acide nitrique l'attaque et forme à ses dépens de l'acide mucique (M. Creydt).

La phénylhydrasine n'a pas d'action sur le raffinose (il en est de même pour le saccharose), mais elle se combine naturellement avec les glucoses provenant de son dédoublement.

Le raffinose ne réduit en aucune façon la liqueur de Bareswill ou de Fehling (tartrate de cuivre et de potasse), et ce caractère le rapproche encore du saccharose.

Les alcalis forment avec le raffinose des composés d'addition analogues aux sucrates; on a en effet décrit des raffinosates de chaux, de baryte, de strontiane et de plomb.

La formation du raffinosate de chaux, par exemple, rappelle de très près celle du sucrate correspondant; la chaux se dissout en effet dans une solution de raffinose, en quantité d'autant plus grande que la solution est plus concentrée (M. Lindet); mais cette quantité de chaux est toujours moitié moindre que la quantité absorbée par une solution de saccharose de même concentration. Elle répond à peu près à la quantité de chaux exigée par la formule

$$C^{36}\,H^{32}\,O^{32},\,10HO + 2\,CaO.$$

Le raffinosate de chaux est, comme le sucrate, précipitable par l'alcool, mais il est dans ce véhicule moins soluble que ce dernier.

Le raffinose, sous l'influence d'une levure de fermentation basse, peut fermenter complètement et donner autant d'alcool qu'un poids égal de saccharose (M. Loiseau). Mais quand on fait usage d'une levure appauvrie (M. Berthelot) ou d'une levure haute (M. Loiseau), la fermentation s'arrête quand le tiers de la molécule sucrée se trouve décomposé. Il reste alors un résidu non fer-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mentescible, qui représente les deux tiers du poids primitif, et dont le pouvoir réducteur à la liqueur de Fehling est de 50 centièmes. Ce résidu serait donc, d'après M. Berthelot, constitué soit par un saccharose à pouvoir réducteur faible analogue au lactose, soit par un mélange à parties égales d'un saccharose non réducteur et d'un glucose, capable de réduire le tartrate de cuivre et de potasse.

Si la fermentation du raffinose est aussi délicate, si elle n'aboutit pas toujours à la transformation complète de la matière sucrée en alcool et en acide carbonique, le commerce devra nécessairement se préoccuper de la présence de ce sucre dans les mélasses, qui sont destinées à la distillerie ; soumises en effet à la fermentation, ces mélasses pourraient ne pas donner la quantité d'alcool que l'analyse avait permis de prévoir. Le fabricant de sucre, ou plutôt le raffineur devra également connaître la quantité de raffinose contenue dans les produits qu'il achète, puisque ce raffinose peut, à l'état de sucre pointu, c'est-à-dire de sucre qu'il faudra soumettre à de nouvelles cristallisations, immobiliser momentanément une certaine quantité de saccharose.

On commettrait une grossière erreur si, appliquant à un produit qui contiendrait saccharose et raffinose, les méthodes polarimétriques ordinaires, on espérait, par la rotation observée, déduire le poids total des sucres contenus. Le raffinose a un pouvoir rotatoire plus élevé que le sucre, et la rotation fournie par le saccharimètre donnerait pour le total des sucres un poids trop élevé. D'ailleurs, on a vu, par les considérations qui précèdent, quel intérêt il y a à connaître, dans les bas produits commerciaux, les poids relatifs du saccharose et du raffinose.

Pour procéder à ce dosage, bien des méthodes ont été proposées, et la seule qui soit applicable est celle que Clerget a imaginé pour doser le saccharose par inversion. Si on chauffe une solution de saccharose et de raffinose avec une quantité d'acide déterminée, on invertit l'un et l'autre sucre, et ayant alors la rotation polarimétrique de la solution sucrée avant et après inversion, on peut par un simple jeu de formules déduire la quantité de saccharose et de raffinose contenus dans cette solution. Le procédé, préconisé par MM. Pellet, Reichardt et Bittmann, Sidersky, Creydt, Gunning et Alberda, est délicat à suivre ; nous avons dit en effet plus haut que les sucres provenant de l'inversion du raffinose, s'altéraient très rapidement sous l'influence d'un excès d'acide, en perdant leur pouvoir rotatoire, et l'on est contraint, quand on veut opérer par cette méthode, d'observer rigoureusement diverses conditions, dont il est trop facile de s'écarter (dose d'acide, durée du chauffage, température à laquelle doit être faite l'inversion).

On peut, cependant, donner à ce procédé une régularité beaucoup plus grande, en faisant l'inversion en présence de la poudre de zinc (M. Lindet). Cette poudre de zinc joue, dans ces conditions, le rôle de modérateur. L'action de l'acide sur le zinc est en effet intermédiaire entre l'action qu'il exerce sur les saccharoses

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour les invertir, et l'action qu'il exerce sur les sucres d'inversion pour en diminuer le pouvoir rotatoire. L'acide attaque le zinc, mais la lenteur relative avec laquelle celui-ci le dissout, permet à l'acide d'invertir les sucres. Une fois l'acide saturé, il ne saurait détruire les sucres d'inversion. L'opération a lieu alors à une température fixe (100°) et l'on n'a à se préoccuper ni de la dose d'acide, ni de la durée du chauffage.

Sur la préexistence du raffinose dans la betterave, par le docteur E.-O. von Lippmann. — Le docteur E.-O. von Lippmann a fait paraître, dans le *Zeitschrift des Vereins für Rüben Zuckerindustrie* (vol. XXIX, p. 880) et dans le *Deutsche Zuckerindustrie* (vol. XIV, page 71), une étude sur la présence du raffinose dans les produits de fabrique, et sur sa préexistence dans les betteraves elles-mêmes.

La raffinerie de Rositz a traité dans le courant de l'année dernière 433 073 quintaux de mélasse; la moyenne brute des observations faites pour mesurer la teneur en raffinose de cette masse de mélasse par polarisation directe et avec inversion a été de 1,17 p. 100: cependant, pour tenir compte des erreurs possibles et des impuretés, on doit réduire ce chiffre d'environ un tiers, ce qui donne 0,78 p. 100; sur la production totale de 433 073 quintaux on aura donc 3 378 quintaux de raffinose.

Les résidus de fabrication contenant du raffinose, produits pendant la même période, consistent: en 28 386 quintaux de sucre en poudre contenant 2,09 p. 100 de raffinose et 25 882 quintaux de mélasse qui en contenaient 8,86 p. 100.

Après les réductions à faire pour tenir compte des erreurs et impuretés, on trouve dans ces matières 2 882 quintaux de raffinose.

On voit que non seulement le traitement ne détermine aucun gain de raffinose, mais qu'au contraire, 496 quintaux de ce sucre, soit 14 p. 100 du raffinose contenu dans la masse primitive traitée, ont été éliminés. Ce résultat n'a rien de surprenant, car toute perte de sucre entraîne une perte correspondante de raffinose, et les méthodes d'analyse ne sont pas assez précises pour permettre d'espérer une vérification absolue.

Ce n'est d'ailleurs pas le but des évaluations précédentes, elles sont destinées seulement à montrer que l'hypothèse de la formation du raffinose par une action des alcalis sur le sucre de cannes ne trouve aucune confirmation dans la pratique. On peut affirmer qu'aucune expérience chimique ou technique n'est en faveur de cette hypothèse, aussi est-on forcé de l'abandonner et d'admettre la présence du raffinose dans le jus de la betterave et dans cette racine elle-même.

L'auteur a depuis longtemps exposé cette théorie et en particulier indiqué que la quantité de raffinose dans les racines devait être très faible, que sa pré-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sence ne pouvait pas être décelée par l'analyse et qu'elle ne pouvait être séparée par précipitation dans la méthode d'analyse par l'alcool.

On admet que 100 parties de racines fournissent en moyenne 3 parties de mélasses : les 433 073 quintaux de mélasses cités ci-dessus correspondent donc à 14 435 767 quintaux de betteraves qui auraient contenu 3 378 quintaux de raffinose, soit 0,023 p. 100; 100 kilogrammes de betteraves contiennent donc 23 grammes de raffinose : si l'on prend pour les racines une teneur en sucre moyenne, par exemple 13 p. 100, on aura sur 13 kilogrammes de sucre 23 grammes de raffinose, ou sur 100 grammes de sucre $0^{g},18$ de raffinose.

Sur le poids normal de sucre $26^{g},048$, on aurait $0^{g},047$ de raffinose correspondant à une déviation de la lumière polarisée de $0°,087$; sur 100^{cc} de jus contenant 13 p. 100 de sucre, on aurait $0^{g},023$ de raffinose donnant une déviation de $0°,043$. Il suffit donc de la présence dans les racines d'une petite quantité de raffinose dont l'influence dans l'analyse ne dépasse pas les limites des erreurs d'observation pour expliquer l'existence du raffinose dans le sucre des mélasses-résidus.

Fabrication du sucre en plaquettes, par MM. Mathee-Scheibler. — MM. Mathee-Scheibler ont fait connaître, pour la fabrication du sucre en plaquettes rectangulaires au moyen de la turbine, un procédé dont nous donnons ci-dessous la description sommaire.

La masse cuite est reçue dans des formes en tôle d'acier galvanisé pouvant chacune en contenir 10 kilogrammes.

Ces formes sont composées d'un cadre rectangulaire dans lequel on insère deux tôles dentelées de huit cloisons, on effectue ainsi leur montage et leur démontage avec la plus grande facilité. Le poids de ces formes est faible, et, vides ou pleines, elles peuvent être maniées aisément.

Pour les assembler, on ajuste d'abord les deux cloisons des extrémités, puis les tôles dentelées et enfin les six cloisons intermédiaires. Pour vider les formes, on se sert d'une petite presse à main agissant horizontalement ; les deux tôles dentelées sont poussées dehors et les deux cloisons extrêmes tombent. Les plaquettes de sucre sortent entre les tôles, sans que l'on ait à vaincre aucun frottement, par suite aucune plaquette n'est brisée ni endommagée.

Les formes sont placées pour le remplissage au nombre de douze dans une caisse. Cette caisse se compose d'un coffre étanche ouvert par le haut, en tôle d'acier galvanisé, assez large pour contenir deux formes, l'une à côté de l'autre, laissant entre elles un léger jeu. Au fond du coffre est un orifice fermé par un bouchon muni d'une bague en caoutchouc ; ce bouchon est fixé à un fond mobile qui recouvre le fond fixe de la caisse.

Les douze formes sont séparées en six groupes de deux par cinq tôles horizontales galvanisées. Ces tôles sont échancrées au milieu de leurs plus grands côtés,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

afin de permettre l'entrée de la masse cuite et la sortie de l'air. Le coffre est muni de deux tourillons à peu près à la hauteur du centre de gravité de la caisse : c'est par là qu'elle est soulevée et emportée par un chariot du type Rothe.

Avant de placer les formes dans la caisse, on commence par disposer celle-ci sur le chariot en l'inclinant de 30° environ, puis on introduit le fond mobile de manière que sa bonde ferme l'orifice du fond ; on range ensuite sur ce fond deux formes à côté l'une de l'autre et on les recouvre d'une tôle intermédiaire; on place au-dessus deux nouvelles formes, et ainsi de suite jusqu'à ce que la caisse soit remplie.

Sous le robinet de vidange du réchauffoir, se trouve un truc destiné à faciliter le remplissage; il se compose d'une plate-forme muni de rails, et d'un plan incliné contre lequel vient buter la caisse qui peut osciller sur le chariot. Dans cette situation, on ouvre le robinet et la masse cuite coule à large flot contre la paroi antérieure inclinée de la caisse, l'air s'échappe le long de la paroi opposée.

Une fois remplies, les caisses sont transportées dans un endroit spécial; elles y restent en moyenne douze heures jusqu'à ce qu'elles soient convenablement refroidies, après quoi elles sont démontées et vidées.

La machine qui sert à cette dernière opération se compose d'une forte vis horizontale pouvant avancer ou reculer à volonté; on couche horizontalement la caisse, au moyen du chariot, devant la machine, et l'on fait avancer la vis qui pénètre dans la caisse par l'orifice du fond et chasse devant elle le fond mobile et les formes. Les formes sortent de la caisse et montent sur un plan incliné, les plaquettes étant protégées par les tôles qui les empêchent de se briser ou de se souder. Ces plaquettes sont ensuite portées sur une table à claircer, où elles sont débarrassées de la petite quantité de sirop adhérant à leurs surfaces; cela fait, elles sont prêtes à être introduites dans l'essoreuse.

L'essoreuse se compose d'un tambour sans trous qui peut contenir 16 formes; dans ce tambour, les formes sont appliquées contre huit surfaces percées de trous; au centre se trouve une garniture circulaire, et c'est dans l'espace annulaire compris entre cette garniture et le tambour que les formes sont placées. Pendant la rotation, le sirop vert coule à travers les trous des surfaces percées, et monte par l'action de la force centrifuge dans l'intervalle qui sépare ces surfaces du tambour; il s'échappe ensuite par dessus le bord à la partie supérieure.

Après le départ du sirop vert, c'est-à-dire au bout de 15 minutes, on arrête le tambour, on le ferme avec un couvercle qui s'adapte hermétiquement sur le bord du tambour et sur la garniture circulaire centrale, au moyen de deux garnitures avec bagues en caoutchouc; le couvercle est fixé dans cette position par une vis de pression. Il est percé d'un orifice à tubulure sur lequel vient s'assembler un tuyau en caoutchouc communiquant avec une triple conduite située au-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dessus de l'essoreuse. La première branche sert à faire le vide au moyen d'une petite pompe à air, la deuxième sert à l'introduction d'une première clairce, la troisième à l'introduction d'une seconde clairce.

En ouvrant le robinet de la conduite de la pompe à air, le vide se fait en une minute dans l'espace annulaire de l'intérieur du tambour, ainsi que dans les pores du sucre débarrassés du sirop vert; on ferme alors ce robinet et on ouvre le robinet de la conduite amenant la clairce sous une pression d'environ $1^{ath},5$; la clairce remplit le tambour et les pores du sucre, mais le vide ne pouvant être absolu, il reste une petite quantité d'air qui, comprimé par la clairce, occupe la partie supérieure du tambour, protège le couvercle contre le contact du sirop et le maintient sec jusqu'au moment où on le soulève.

La clairce remplit les pores du sucre et les intervalles laissés entre les formes; on fait écouler ce sirop par une ouverture pratiquée dans le fond du tambour, il coule dans une conduite inférieure, puis est renvoyé dans le réservoir de clairce au moyen d'une petite pompe à fonctionnement continu; cela n'offre pas d'inconvénient, car la clairce ne se souille pas dans le tambour qui se nettoie parfaitement par le turbinage; la clairce en excès une fois évacuée, le couvercle du tambour est enlevé, on turbine alors pour enlever le reste de la clairce. Avec une bonne masse cuite, il suffit d'un seul clairçage, mais avec une masse cuite médiocre il en faut deux; dans ce cas, la deuxième clairce en excès après son évacuation est utilisée comme la première.

Les particularités de ce système consistent en ce que le vide est fait dans le tambour lui-même, et en ce que toutes les opérations se font dans ce même tambour sans que l'on touche aux formes.

L'usage de ces appareils a conduit aux résultats suivants :

Le tambour de l'essoreuse peut contenir 16 formes.

16 formes pleines de masse cuite pèsent	313^{k}
16 formes vides pèsent	156^{k}
Le poids de masse cuite d'une charge de l'essoreuse est donc	157^{k}
Après le turbinage il reste (environ 72 p. 100)	$112^{k},5$
Le sirop vert chassé pèse donc (28 p. 100)	$44^{k},5$
Si l'on retire des plaquettes essorées le poids de l'humidité qu'elles contiennent	$2^{k},5$
Il reste le poids des plaquettes sèches	110^{k}

De ces nombres il résulte que pour 100 kilogrammes de masse cuite on a 72 kilogrammes de plaquettes de sucre humides, 28 kilogrammes de sirop vert chassé par l'essorage qui est repris pour les fabrications ultérieures.

Le poids de clairce consommée ne dépasse pas le poids de sirop vert chassé, soit environ 28 à 30 p. 100 du poids de masse cuite. La consommation de sucre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

employé pour faire cette clairce est donc 2/3 28 à 2/3 30 p. 100, c'est-à-dire 18 2/3 à 20 p. 100.

Les dispositions de ce système rendent impossible le cas où la clairce ne couvrirait qu'en partie les plaquettes de sucre.

La perte de masse cuite dans le remplissage des formes n'est pas plus grande que dans la fabrication des pains ronds ordinaires, soit 3 à 4 p. 100 du poids de la masse cuite employée.

Les plaquettes de sucre sont solidement enveloppées et constituent une marchandise irréprochablement blanche. Avec les meilleures masses cuites qui ne demandent qu'un seul clairçage, on obtient, en 45 minutes, 110 kilogrammes de sucre en plaquettes de 225 millimètres de long, de 150 millimètres, et de l'épaisseur que l'on veut.

Mesures prises par les États européens contre la saccharine de Fahlberg. — En Portugal, d'après le décret royal du 9 août 1888, l'importation de la saccharine ainsi que des produits saccharinés est interdite ; l'entrée en sera accordée pour les usages médicaux seulement contre une autorisation spéciale. En France et en Algérie, l'importation de la saccharine est interdite par décret présidentiel du 1er décembre 1888.

Les règlements espagnols sont encore plus sévères. Le décret du 3 avril 1889 interdit non seulement l'entrée de la saccharine pour les usages médicaux, mais il ordonne encore que toute substitution de saccharine au sucre ou à des substances sucrées destinées à l'alimentation soit punie.

En Angleterre, l'emploi de la saccharine dans la brasserie est interdite.

Dans la séance de la Chambre des communes, du 27 avril 1888, lors de la discussion du bill des douanes et des impôts à l'intérieur, le chancelier de la Trésorerie, s'appuyant sur l'article 5 qui autorise le gouvernement à interdire l'emploi de certaines substances employées dans la fabrication de produits imposables, proposa d'interdire l'usage de la saccharine dans la brasserie. Cette substance, d'après le chancelier, facilite par ses propriétés antiseptiques la conservation des bières légères pendant les chaleurs de l'été ; elle sert à adoucir les bières aigres et à donner aux bières légères la saveur des bières fortes.

Au point de vue fiscal, 12 tonnes de saccharine qui peuvent remplacer 3 500 tonnes de sucre suffiraient pour pourvoir aux besoins de la brasserie anglaise tout entière. La consommation du sucre deviendrait vraisemblablement très faible ; mais, ce qui serait surtout important, ce serait l'accroissement artificiel de la consommation des bières légères et la diminution dans la production des bières fortes, diminution qui causerait au fisc un déficit de un million de livres sterling. Les conclusions du chancelier furent adoptées.

En Hollande, par décret ministériel du 17 septembre 1888, la saccharine a été

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

considérée comme drogue pharmaceutique, et comme telle frappée d'un droit de 5 p. 100 de sa valeur.

En Russie, une circulaire du directeur des douanes du 13 février 1889 a décidé que la saccharine serait rangée parmi les produits chimiques et pharmaceutiques. Ces produits supportent un droit de 58 fr. 56 par quintal.

En Belgique, par une loi du 21 mai 1889, la saccharine a été frappée d'un droit de 140 francs par kilogramme, ainsi que tous les produits qui contiennent plus de un demi p. 100 de cette substance. Les autres produits saccharinés payent proportionnellement à l'intensité du sucrage qu'ils déterminent. La législation belge prélève sur la fabrication nationale de la saccharine un impôt correspondant à ces droits de douane.

Quant à ce qui concerne les règlements italiens, le tarif du 14 juillet 1887 assimile simplement la saccharine aux produits chimiques qui payent 4 lires par quintal. Ce droit a paru insuffisant et dans le projet de lois douanières présenté à la Chambre le 7 juin 1888, la taxe de la saccharine a été fixée à 100 lires par quintal. Le décret royal du 26 juillet 1888 a élevé la taxe à 10 lires par kilogramme. Pour donner à ce décret force de loi, il fut porté devant la Chambre le 8 novembre 1888. Dans la discussion, le droit de 10 lires parut insuffisant pour protéger les intérêts des fabricants de sucre.

A cause de la taxe élevée à laquelle on était conduit et vu la facilité de la contrebande, il parut plus simple d'interdire l'importation et l'achat de la saccharine et des produits saccharinés, sauf pour les usages médicaux. La loi indique aussi les peines édictées contre la contrebande. Un décret royal fixe les formalités auxquelles est soumis l'emploi de la saccharine comme produit pharmaceutique.

En Italie, la quantité de saccharine consommée augmente depuis quelque temps. Abstraction faite de la quantité de cette substance qui a été introduite en contrebande, l'importation dans l'année 1888 a été de 116 kilogrammes ; dans les cinq premiers mois de 1889, elle a été de 138 kilogrammes. Ce poids de saccharine correspond à 38 640 kilogrammes de sucre.

(*Dingler's Polytechnisches Journal.*)

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Microphone de Rommershausen. — Pour éviter le tremblement et la rotation des bâtonnets de charbon dans leurs alvéoles fixées à la tablette en bois du microphone et le bruit de crachement qui en est la suite, Charles Rommers-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

hausen, de Wiesbaden, emploie le dispositif suivant : Il perce les bâtonnets de charbon en leurs milieux d'un trou vertical et passe dans ce trou un fil qui le remplit exactement et dont les extrémités pendent librement; ce fil n'empêche pas le libre mouvement des bâtonnets, mais constitue, pour ainsi dire, un frein aux mouvements de rotation et de tremblement.

Relais microphonique de Pohlmann. — Oscar Pöhlmann, de Nuremberg, augmente la portée et la puissance de l'audition téléphonique en renforçant dans le conducteur les ondulations du courant. Il intercale, dans ce but, un relais microphonique dans le circuit qui contient le téléphone; le disque de ce relais porte d'un côté un léger contact en regard d'un électro-aimant, de l'autre côté un microphone. L'électro-aimant fait vibrer le disque au moyen des ondulations du courant et par cela même, le microphone entre en action.

Le brevet contient la particularité suivante : le relais microphonique est dans un espace vide d'air ou dans lequel l'air est raréfié, la suppression de l'atmosphère diminue la résistance que le disque a à vaincre, ses vibrations sont facilitées et amplifiées et les ondulations du courant dans le conducteur sont renforcées.

Congélation de l'eau dans les vases hermétiquement bouchés. — La rupture des vases hermétiquement bouchés et remplis d'eau, par suite de la formation de la glace, est un fait bien connu de tout le monde. On sait également que la rupture a souvent lieu également sans que les vases aient été bouchés; dans ce cas, la glace vient souvent prendre la place du bouchon dans le goulot du vase.

Le docteur Winstanley a communiqué, dans l'*Engineering*, une observation de laquelle il résulte que l'on peut éviter le bris du vase, en donnant aux couches inférieures du liquide la faculté de se dilater, en perçant un petit orifice dans le fond et le faisant communiquer avec un tube recourbé vers le haut.

Il a employé pour cette expérience un vase cylindrique en verre renversé et complètement rempli d'eau. Ce vase était fermé par un bouchon en caoutchouc percé d'une ouverture dans laquelle était passé un tube en forme d'**U** contenant du mercure. Le vase, ayant été placé dehors par une nuit froide, fut trouvé le lendemain matin rempli d'un bloc de glace compact du poids de 2 livres et demie, sans avoir été endommagé.

(*Dingler.*)

Chauffages de chaudières à vapeur avec les huiles minérales, par Ig. Lew. — Les huiles minérales se rencontrent dans presque toutes les parties du monde, mais on ne peut les utiliser, comme combustible, avec profit qu'en Amérique et en Russie, en raison des frais de transport, qui sont trop considérables, pour les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

autres pays. Ces combustibles liquides, employés à la production de la vapeur, peuvent être classés de la manière suivante :

1° *Le naphte brut*, qui a déjà été employé en Pensylvanie au chauffage des locomotives et des bateaux à vapeur, a été remplacé dans ce pays par le charbon de terre, en raison de l'abaissement de prix de celui-ci et à cause du degré inférieur d'inflammation de ce naphte, qui est de 15 degrés. Dans le Caucase, ce produit est très employé, d'abord en raison de son prix peu élevé, ensuite parce qu'il contient moins d'huile volatile que celui de Pensylvanie et qu'il suffit de le laisser exposé au soleil deux ou trois jours ou de le traiter par un courant de vapeur pour le débarrasser des huiles légères qu'il contient et le rendre aussi peu dangereux que les résidus de sa distillation.

Il n'est pas économique, malgré cela, d'employer le naphte brut, parce que la consommation est plus grande en raison de sa trop grande fluidité et parce que la flamme s'allonge au point de sortir à l'extérieur de la cheminée.

2° *Les résidus de la distillation du naphte* sont employés exclusivement comme combustible dans toutes les raffineries de pétrole de Bakou, dans les bateaux à vapeur de la mer Caspienne, de la mer Noire et du Volga et dans les locomotives des lignes de chemin de fer transcaucasiennes, transcaspiennes et des chemins de fer du sud de la Russie. Le point d'inflammation de ces résidus est voisin de 100 degrés.

3° *L'essence de schiste*, qui est employée en Angleterre comme combustible, s'enflamme également près de 100 degrés; sa consommation est très limitée, car l'Angleterre n'en produit que 200 000 tonnes.

4° *Les goudrons*, provenant de la distillation du charbon de terre, ont été employés, en France et en Angleterre, au chauffage dans les bateaux à vapeur, mais le prix élevé de revient n'a pas permis de développer les essais.

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

PROCÈS-VERBAUX

Séance du 14 mars 1890.

Présidence de *M. Haton de le Goupillière,* président.

M. H. Renaud, rue des Carbonnets, 5, à Bois-Colombes (Seine). — Programme pour l'apprentissage complet de la lithographie et de ses dérivés. (Constructions et beaux-arts.)

M. Adolphe Cleis, rue Gambetta, à Montreuil (Seine). — Système hygiénique couvrant et découvrant le vase dans l'intérieur des tables de nuit. (Arts mécaniques.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Drot-Gourville, faubourg Saint-Martin, 38. — Système dit *Rabatête,* pour corriger les chevaux vicieux. (Agriculture.)

M. Corchon, rue Bonaparte, 31. — Nouvelle boîte émaillée pour conserves alimentaires. (Arts chimiques.)

M. Buffaud, correspondant de la Société, envoie un rapport sur l'œuvre de la Providence des infirmes Sainte-Élisabeth, à Lyon-Vaise, pour le concours au prix fondé par le comte d'Aboville. (Commerce.)

M. de Comberousse, membre du Conseil, fait hommage de son *Cours d'algèbre supérieure,* à l'usage des candidats de l'École polytechnique et de l'École centrale, à la licence ès sciences mathématiques. (Bibliothèque.)

Société Havraise d'études diverses. — Programme des prix pour le concours de 1890.

Cinquième congrès international de sauvetage, qui s'ouvrira le 8 avril 1890 à Toulon. — *Programme des questions à traiter.*

Le Secrétaire du Conseil du *Génie civil* fait hommage d'un volume intitulé : *Guide du génie civil dans le Palais des machines et dans ses dépendances.* — Groupe VI, classes 48-50 à 63, et cours de la force motrice. (Bibliothèque.)

Les ouvrages et les articles suivants sont signalés dans la correspondance imprimée :

L'Électricien. — Sur les canalisations souterraines en France et à l'étranger. — Systèmes français, allemand, anglais, américain.

Engineering. — Sur le pont du Forth. — Projets primitifs, comparaison des types.

Revue de l'Aéronautique, 2e année. — *Étude géométrique sur l'équilibre des ballons captifs,* par *M. Marcel Degouy*, lieutenant du génie.

Bibliothèque de la Revue de l'Aéronautique. — Les piles légères du ballon dirigeable « la France », par le commandant *Renard.*

Du relèvement du marché financier français, par *Jacques Siegfried*, membre du conseil supérieur du commerce et de l'industrie, et *Raphaël-Georges Lévy,* banquier.

La Goutte d'eau, revue mensuelle d'hydrologie, n° 1.

M. le Ministre de l'intérieur a fait don à la Société pour sa bibliothèque de 61 volumes relatifs aux finances, aux enfants assistés, au service pénitentiaire, aux aliénés, à la santé publique et au service vicinal. (Bibliothèque.)

M. Hirsch, membre du Conseil, présente le 1er volume de l'ouvrage de *M. Alfred Durand-Claye,* intitulé : *Hydraulique agricole et Génie rural.* Il rend compte des diverses parties de cet ouvrage, qui représente de la manière la plus complète l'état actuel de nos connaissances, en ce qui concerne l'application de l'art de l'ingénieur à l'hydraulique dans ses rapports avec l'agriculture. (Bibliothèque et *Bulletin.*)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. le Président annonce la mort de *M^me^ Dumas,* veuve de *J.-B. Dumas*, l'ancien et vénéré Président de la Société.

Nomination de membres de la Société. — Sont nommés membres de la Société :

M. Hadfield, directeur des usines *Hecla*, à Sheffield, présenté par *M. H. Le Châtelier ;*

M. Cornut, ingénieur en chef de l'Association des propriétaires des machines à vapeur, à Lille, présenté par *M. Lecœuvre.*

Sont nommés membres perpétuels sur leur demande :

M. Petitpont, successeur de *M. Fauler*, ancien membre du Conseil, fondateur de la Caisse Fauler pour donner des secours aux ouvriers invalides de l'industrie des cuirs;

M. Legrand, censeur et membre du Conseil depuis 1866. M. Legrand a contribué, par des dons généreux, à la prospérité de la Société depuis plus de vingt ans, et il a créé la fondation Legrand, destinée à venir en aide aux ouvriers ou contremaîtres malheureux de l'industrie de la savonnerie, qui ont rendu des services appréciés.

Rapports des Comités. — *Condenseur à eau récupérée.* — *M. Hirsch* fait, au nom du Comité des arts mécaniques, un rapport sur un condenseur à eau récupérée de *M. Grangé,* ingénieur des arts et manufactures, rue de la Quintinie, 30, à Vaugirard. — Le système consiste à opérer la condensation de la vapeur d'échappement des machines par mélange avec l'eau froide, puis à refroidir l'eau chaude résultant de cette opération en la faisant tomber, sous forme de filets minces, du haut d'un château d'eau parcouru par un courant d'air ascendant.

Le Comité propose de remercier *M. Grangé* de son intéressante communication, et d'insérer le présent rapport dans le *Bulletin* de la Société, avec figures dans le texte.

Ces conclusions sont adoptées.

Enveloppes calorifuges. — *M. Lecœuvre* fait, au nom du même Comité, un rapport sur les enveloppes calorifuges en liège de la *Société des lièges appliqués à l'industrie*, rue du Delta, 13, et de *M. J. Bourdon,* rue du Paradis, 39.

En présence des résultats économiques mis en évidence par de nombreuses expériences faites sur les deux systèmes de *M. Bourdon*, le Comité propose de remercier la *Société des lièges appliqués à l'industrie* et *M. Bourdon* de leur intéressante communication et d'ordonner l'insertion du présent rapport au *Bulletin* de la Société.

Ces conclusions sont adoptées.

Filage de la soie. — *M. Édouard Simon* fait, au nom du même Comité, un rapport sur les *appareils à filer la soie* de *M. Léon Camel,* construits par les chantiers de la Buire, à Lyon. La méthode de filage brevetée par cet inventeur est basée sur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'emploi d'un nouveau jette-bout automatique. On sait que la soie la plus ténue du commerce, la grège, se compose d'un certain nombre de *bouts* accolés et successivement échelonnés.

Ces appareils font disparaître tous les inconvénients dus au filage ordinaire et assurent un filage rapide et correct de la soie. Le Comité propose de remercier *M. Léon Camel* de sa très intéressante communication et d'autoriser l'insertion au *Bulletin* du présent rapport avec une planche de dessins et une légende explicative.

Ces conclusions sont adoptées.

Appareils pour la construction. — *M. Schlemmer* fait, au nom du Comité des constructions et des beaux-arts, un rapport sur les procédés employés par la *Compagnie de Fives-Lille* pour le montage des charpentes métalliques du palais des Machines à l'Exposition universelle de 1889.

On a été frappé par la hardiesse du système, en même temps que par la rapidité et la précision avec lesquelles on est parvenu à élever cette gigantesque construction, dont le poids, pour chaque arc, est de 200 tonnes en nombre rond.

Ce système réalise donc un important progrès qui fait le plus grand honneur à leur auteur, et qui mérite des éloges de la Société.

Le Comité propose : 1° d'adresser des félicitations à la direction de la *Compagnie de Fives-Lille* et à *M. Lantrac,* son ingénieur en chef du service des ponts et charpentes; 2° de décider que le présent rapport sera inséré au *Bulletin* de la Société, avec les figures.

Ces conclusions sont adoptées.

Séance du 28 *mars* 1890.

Présidence de *M. Haton de la Goupillière,* président.

M. Collignon donne lecture de la lettre suivante, adressée par *M. Haton,* président de la Société :

« Monsieur le Secrétaire et cher collègue,

« Je vous prie de vouloir bien recevoir, pour le dépouillement de la correspondance de la Société d'Encouragement dans sa prochaine séance, les opuscules suivants, dont j'ai l'honneur de lui faire hommage pour sa bibliothèque. Cet envoi ne lui apportera qu'un modeste appoint; mais il pourrait devenir pour elle l'occasion d'un véritable enrichissement, si tous nos collègues, parmi lesquels il y a tant d'hommes ayant produit des œuvres excellentes, voulaient y voir un exemple à suivre *sans retard,* pour que la chose ne retombe pas en oubli. Il suffirait que chacun d'eux voulût bien, comme je l'ai fait, demander à M. le bibliothécaire de la Société le relevé de celles de ses publications qu'elle peut déjà posséder,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et que, d'après ce renseignement, il donnât à la bibliothèque un exemplaire de tous ceux de ses ouvrages qui se trouvent en librairie, et de ceux de ses tirages à part qu'il possède encore.

« Recevez, je vous prie, Monsieur le Secrétaire et cher collègue, l'expression de mes plus dévoués sentiments.

« HATON. »

Liste des ouvrages remis par *M. le Président :*

1° *Cours d'exploitation des mines,* 2 vol.

2° *Cours de Machines,* tome I, 1er fascicule (hydraulique et moteurs hydrauliques).

3° *Propriétés nouvelles du paramètre différentiel du second ordre.*

4° *Note sur la théorie des développoïdes.*

5° *De la similitude en thermologie.*

6° *Note sur les méthodes d'exploitation souterraine fondée sur l'abandon des massifs.*

7° *Note sur un appareil destiné à la descente des hommes dans les mines d'Australie.*

8° *Note sur la théorie des bobines d'extraction.*

9° *Transformation propre à conserver le caractère du potentiel cylindrique d'un nombre limité de points.*

10° *Sur la Transformation du potentiel par rayons vecteurs réciproques.*

11° *Nouvelle théorie du potentiel cylindrique.*

12° *Mémoires sur les systèmes isothermes algébriques.*

13° *Théorèmes relatifs à l'actinométrie des plaques mobiles.*

14° *Théorème sur le tautochronisme des épicycloïdes, quand on a égard au frottement.*

15° *Sur les systèmes de vannages métalliques qui exigent le minimum de traction.*

16° *Théorie générale de la transmission du travail dans les machines* (*Revue des cours scientifiques,* numéro du 6 juillet 1867).

17° *Conférence sur l'histoire des machines à vapeur* (*Revue des cours scientifiques,* numéro du 27 janvier 1866).

18° *Conférence sur quelques progrès de la mécanique* (*Revue des cours scientifiques,* numéro du 16 mai 1867).

M. le Secrétaire adresse les remercîments de la Société à *M. le Président,* pour le don de ses ouvrages. (Bibliothèque.)

M. Cassagnes, ingénieur civil, rue Rossini, 1, invite les membres de la Société aux expériences de sténo-télégraphie, qui ont lieu chez lui tous les jours, de 10 heures à midi et de 2 heures à 4 heures.

M. Juan de Dios Tejada, à Saint-Domingue, demande des renseignements sur le bronzage des armes. (Arts mécaniques.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'Association rouennaise pour prévenir les accidents des fabriques, à Rouen, demande à être admise à concourir pour les récompenses de la Société. (Arts mécaniques et commerce.)

La Société académique indo-chinoise de France, rue de Rennes, 44, communique trois vœux émis par elle, et prie la Société d'Encouragement de vouloir bien s'y associer. (Commerce.)

M. le Ministre de l'instruction publique et des beaux-arts annonce que le congrès des sociétés savantes s'ouvrira le 27 mai, à une heure, à la Sorbonne; il tiendra ses séances le 28, 29 et 30. Il demande à la Société de désigner des délégués et d'indiquer les titres de leurs communications.

M. Richard, rue du Château-des-Rentiers, 163. — Briques imitant le granit. (Constructions et beaux-arts.)

M. le Maire du XIII^e^ arrondissement présente *M. François Poteaux* pour le concours du prix Fauler et pour une médaille de contremaître. (Bureau.)

M. le Secrétaire de l'Académie parisienne des inventeurs présente, au nom de *M. Pépin,* 26, quai de Vaise, à Lyon, un appareil contrôleur de monnaie. (Arts économiques.)

M. Cacheux, membre de la Société, adresse quelques remarques relatives à l'article sur les habitations ouvrières inséré dans le dernier *Bulletin* de la Société. (*Bulletin.*)

M. Josse, ingénieur-conseil, rue de Bondy, 48, dépose un pli cacheté portant la suscription suivante : *Procédé métallurgique pour la fabrication des aciers et fers fondus*, par *M. Antoine Imbert,* ingénieur, cours d'Herbouville, 58, à Lyon. (Dépôt accepté.)

M. Philippart, directeur de l'école d'agriculture de Grignon, présente un des élèves de cette école, *M. Tessiot,* pour l'une des récompenses de la Société. (Bureau.)

M. L. Lindet, professeur suppléant du cours de technologie agricole à l'Institut agronomique, adresse à la Société une note sur le *raffinose.* (*Bulletin.*)

M. Aimé Girard présente à la Société, au nom de *M. Henri Marchand,* chef de bureau au ministère de l'agriculture, un petit livre d'enseignement agricole publié sous forme de roman. Ce livre a pour titre : *Tu seras agriculteur.* (Agriculture.)

M. le Président communique une lettre de *M. le Ministre de la guerre,* par laquelle il fait savoir que la section de l'artillerie a souscrit pour vingt-cinq exemplaires au *Bulletin* de la Société.

M. le Ministre des finances fait don à la Société pour sa bibliothèque des ouvrages suivants :

Budget des exercices 1872 à 1891.

Bulletin de statistique, 1889 (janvier) à 1890 (février).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau du cabotage, 1870 à 1888.

Tableau décennal du commerce, 1867-1876 et 1877-1886.

Tableau du commerce, 1887 et 1888.

M. Fourcade, membre du Conseil, a fait verser par *M. Camus* une somme de 1 022 fr. 70, reliquat donné par les exposants de la classe 57 à l'Exposition universelle de 1878, pour être ajoutée au capital de leur fondation en faveur des ouvriers de fabriques de produits chimiques.

Les ouvrages et articles suivants sont signalés dans la correspondance imprimée :

Bulletin de l'Association des industriels de France, année 1889. Sur une étoffe inflammable proscrite par le Conseil d'hygiène et de salubrité.

Journal of the Society of Arts. — Sur l'utilité des forêts et l'étude forestière, par le *Dr W. Schlich.* — Sur l'emploi de la fonte dans l'ornementation.

L'Électricien, de *M. Hospitalier.* — Les stations centrales en Allemagne, par *J. Laffargue.* — Concours de compteurs d'énergie électrique; délibération du Conseil municipal.

Transactions of the Institutions of engineers and shipbuilders in Scotland. — Sur la construction du pont de Forth, par *M. A.-S. Biggarth.*

Engineering. — Numéros des 14 et 21 mars. — Tramcar à air comprimé du système Hughes et Lancaster. — Coupe d'une chaudière chauffée au gaz, système Thwaite. — Bac à vapeur Transfer de la Compagnie du chemin de fer Sud du Canada.

Iron. — Machine à percer les parois des puits pour augmenter le débit des couches aquifères.

Proceedings et Transactions de l'Institut des sciences naturelles d'Halifax, Nouvelle-Écosse, 1888-89.

La Sociologie pratique. Rédaction et administration de *Roz Maria.* N° 1.

Nomination d'un membre de la Société. — Est nommé membre de la Société :

M. Mégrot, conducteur des ponts et chaussées, à Cosne (Nièvre), présenté par *M. Rossigneux.*

Rapports des comités. — *Apiculture.* — *M. Chatin* fait, au nom du Comité d'agriculture, un rapport sur le système de culture rationnelle des abeilles, par *M. Reverchon,* à la Bauche, près Chambéry.

M. Reverchon, en rendant par la construction de son appareil l'apiculture plus rémunératrice, en même temps qu'il en simplifie l'usage et écarte tout danger de piqûres, aura du même coup développé la richesse nationale et ajouté au bien-être du petit cultivateur. Le Comité propose de remercier *M. Reverchon* de son intéressante communication et de décider que le présent rapport soit imprimé au *Bulletin.*

Ces conclusions sont adoptées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Lithographie. — *M. Plon* fait, au nom du Comité des constructions et des beaux-arts, un rapport sur le *Traité de lithographie* de *M. Charles Lorilleux*.

Cet ouvrage, qui forme un volume in-4° de près de 400 pages, avec figures, contient l'histoire, la théorie et la pratique de la lithographie. Le sujet s'y trouve exposé avec méthode et clarté, aussi complètement que possible et surtout d'une manière instructive.

En conséquence, le Comité propose : 1° de remercier *M. Charles Lorilleux* de l'hommage qu'il a fait à la Société de son utile et intéressant *Traité de lithographie;* 2° de le féliciter du développement et des perfectionnements qu'il a apportés à la fabrication des encres à imprimer, et 3° d'insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Ces conclusions sont adoptées.

Communications. — *Carte géographique.* — *M. Aimé Girard* présente à la Société une grande carte des chemins de fer de l'Europe récemment exécutée par *MM. Isidore Leroy et ses fils,* fabricants de papiers peints à Paris.

Cette carte, qui ne mesure pas moins de 5^{m},17 sur 3^{m},30, a été obtenue par les procédés ordinaires de l'impression à la planche. Elle comprend onze lés de 0^{m},47 de large sur 3^{m},30 de hauteur qui, rapprochés verticalement et collés à la façon du papier peint, couvrent une surface de 17 mètres carrés.

La gravure des planches a été faite avec un soin tel que les raccords sont d'une précision absolue et ne peuvent être reconnus qu'avec peine. Les grandes voies de lignes ferrées y sont indiquées par des traits vigoureux; les noms d'États, de villes, y sont inscrits en caractères faciles à lire, même à une assez grande distance.

Cependant, ce n'est pas seulement par ses qualités d'exécution que l'œuvre nouvelle de *MM. Isidore Leroy et ses fils* se recommande, c'est aussi par le bas prix, 50 francs, auquel elle peut être livrée. Elle peut se diviser d'ailleurs : quatre lés, par exemple, suffisent à la confection d'une carte de France, dont le prix d'achat ne dépasse pas 16 francs.

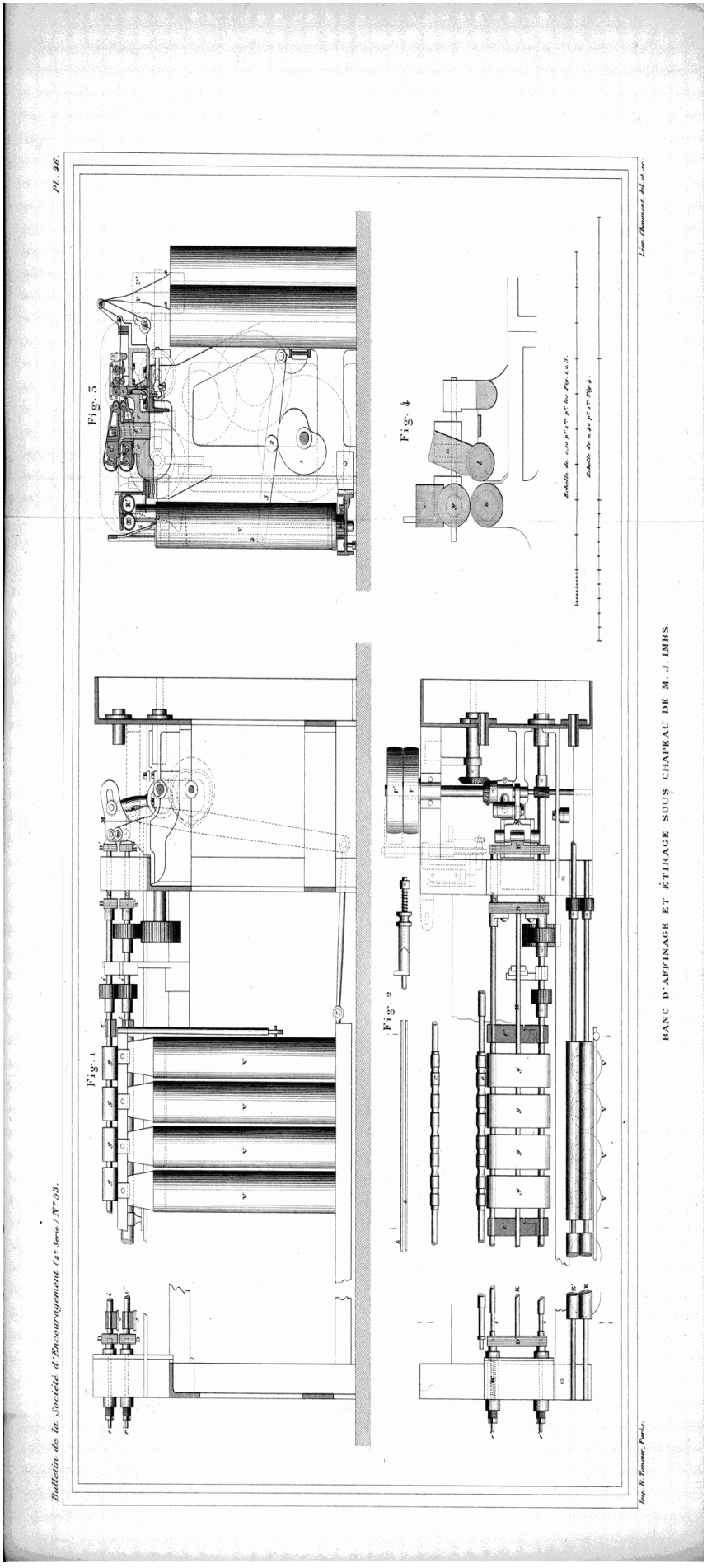
MM. Isidore Leroy et ses fils prient la Société de faire examiner cette carte par l'un de ses Comités, et de bien vouloir, au cas où elle jugerait leur œuvre digne de cet honneur, accepter un exemplaire de la carte des chemins de fer de l'Europe, à placer sur l'une des surfaces murales de l'hôtel de la Société.

M. le Président remercie *M. Aimé Girard,* ainsi que *MM. Isidore Leroy et ses fils,* de leur intéressante communication, qui est renvoyée au Comité de commerce.

Le Gérant : J.-H. Ginestou.

Paris. — Typ. Georges Chamerot, 19, rue des Saints-Pères. — 25932.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

89e ANNÉE. Quatrième Série, Tome V. JUIN 1890.

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

ARTS MÉCANIQUES

RAPPORT *fait par* M. HIRSCH, *au nom du Comité des arts mécaniques, sur le* CONDENSEUR A EAU RÉGÉNÉRÉE DE M. GRANGÉ.

M. Grangé, ingénieur des Arts et Manufactures, 30, rue de La Quintinie, à Vaugirard, présente un condenseur à eau récupérée, qu'il a déjà décrit dans une communication faite le 26 juillet en séance de notre Société.

Le système consiste à opérer la condensation de la vapeur d'échappement des machines par mélange avec l'eau froide, puis à refroidir l'eau chaude résultant de cette opération en la faisant tomber, sous forme de filets minces, du haut d'un château d'eau parcouru par un courant d'air ascendant.

Le même principe a déjà été appliqué, notamment par MM. Chaligny et Cie, dont l'appareil a été décrit dans un de nos précédents bulletins. Le système offre cet avantage, qu'il permet de marcher à condensation, tout en ne consommant qu'une quantité d'eau fort limitée, inférieure à celle qu'exigerait l'alimentation d'une machine sans condensation fournissant le même travail.

L'appareil de M. Grangé se distingue par quelques dispositions nouvelles, qui méritent d'être signalées.

En premier lieu, le mouvement ascendant de l'air qui parcourt le château d'eau est déterminé, non plus par l'action d'un ventilateur, mais simplement par le tirage naturel dû à la température et à l'humidité de cet air. A cet effet, le château d'eau est constitué par une large cheminée carrée en tôle, de quelques mètres de hauteur; l'eau chaude est amenée à la partie supérieure

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et s'écoule par cascades jusque dans le bas, contrariée dans sa descente par une série de plateaux formant chicanes.

La cheminée est ouverte en grand dans le haut et dans le bas, et les chicanes laissent à l'air des passages assez larges pour ne pas en gêner le mouvement. L'eau refroidie est recueillie dans un bassin inférieur, et, après avoir traversé une couche de coke qui la dépouille des graisses dont elle peut être chargée, elle est renvoyée de nouveau, soit à l'alimentation, soit au condenseur.

Le tirage naturel ne saurait produire un refroidissement aussi énergique que les courants d'air sortant d'un ventilateur. Pour ne pas donner à ses appareils des dimensions exagérées, M. Grangé s'est efforcé d'utiliser l'eau encore tiède, et a disposé son condenseur en conséquence.

Ce condenseur a lui-même la forme d'un château d'eau ; il reçoit l'eau chaude dans le haut et la vapeur dans le bas ; l'eau s'écoule en minces filets, et rencontre, dans sa descente, une série de barreaux et de chicanes. Le trait distinctif du système, c'est la séparation des fonctions ordinaires de la pompe à air. Il y a deux pompes : l'une, la pompe à air proprement dite, fait sa prise dans le haut du condenseur ; elle n'aspire donc que de l'air et de la vapeur, et détermine le mouvement ascensionnel des gaz de l'échappement ; une seconde pompe, prenant dans le bas, n'aspire que de l'eau. Il résulte de ce dispositif que le refroidissement de la vapeur se fait d'une manière méthodique, le courant de vapeur rencontrant, dans son parcours, de l'eau de plus en plus froide. Aussi l'on constate que le condenseur reste, dans le haut, à une température relativement basse, laquelle va en s'élevant jusque dans le bas, où elle atteint environ 60°.

L'appareil est complété par quelques dispositifs ingénieux, tels que : tubulure de sûreté, pour empêcher l'eau de remonter jusque dans le cylindre, soupape d'extraction des dépôts, etc.

Le système a reçu quelques applications pratiques, qui paraissent avoir donné des résultats satisfaisants.

Nous estimons qu'il y a lieu de remercier M. Grangé de son intéressante communication et d'insérer le présent rapport dans le *Bulletin* de la Société avec figures.

Signé : J. Hirsch, *rapporteur*.

Approuvé en séance le 14 *mars* 1890.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LÉGENDE DE LA PLANCHE 47 REPRÉSENTANT LE CONDENSEUR DE M. GRANGÉ.

a, Pompe à air.

b, Pompe à eau chaude.

c, Condenseur.

dd, Conduite de refoulement de l'eau chaude, alimentée pour la pompe *b* et se déversant dans le réfrigérant.

ee, Conduite d'aspiration du condenseur.

f, Conduite d'aspiration de la pompe à air *a*.

gg, Siphon de sûreté. En marche normale, il est plein d'eau et forme fermeture hydraulique entre le bout du condenseur et la pompe à air ; il n'entre en fonction que lorsque, le débit de la pompe à eau devenant insuffisant, l'eau s'élève dans le condenseur.

h, Conduite d'amenée de l'eau froide.

kk, Chicane dans le condenseur.

RR, Tour réfrigérante.

lll, Chicanes ou *nochères* répartissant l'eau à refroidir.

m, Orifice de purge et de nettoyage, fermé en marche.

ARTS MÉCANIQUES

RAPPORT *fait par* M. ÉDOUARD SIMON, *au nom du Comité des arts mécaniques, sur* UN MÉTIER CONTINU A FILER LE COTON (CHAÎNE ET TRAME), *de* M. AUGUSTIN VIMONT, *à Vire* (*Calvados*).

Les divers systèmes de métiers à filer peuvent se classer en deux groupes principaux, selon que la broche remplit *alternativement* ou *simultanément* la double fonction d'organe tordeur et d'organe renvideur. Au premier groupe appartiennent les *mule-jennys* à la main et les *self-acting*, au second les *continus* à ailettes et les *continus* à anneaux. Pendant longtemps la filature des matières textiles autres que le lin, le chanvre, certaines laines longues et lisses, accorda, en Europe, la préférence aux renvideurs, tandis que l'Amérique adoptait presque exclusivement le continu à anneau curseur.

En France, toutefois, M. Vimont avait pressenti le rôle réservé au dernier système ; il créa, au cours de sa laborieuse carrière, deux types originaux, le plus ancien destiné au filage des laines cardées, le plus récent principalement construit pour le coton. La *machine à étirer et filer les laines cardées*,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ou *continu Vimont*, date du 29 décembre 1852; elle fut l'objet de perfectionnements successifs décrits dans des brevets et certificats d'addition dont on trouvera la nomenclature ci-jointe (1).

Dès 1855, Michel Alcan, rapporteur du jury international des récompenses, appréciait comme suit l'invention Vimont : « Le métier continu, de « plus en plus limité dans son usage, a été le but de nouvelles et persévérantes « recherches de la part de l'un de ces modestes investigateurs qui savent « trouver des ressources, au milieu des conditions les plus défavorables, « lorsqu'il s'agit de l'accomplissement d'une œuvre consciencieusement « mûrie. Les modifications apportées au vieux *throstle*, presque dédaigné, le « rendent dès à présent propre au travail des laines cardées et *peut-être lui* « *donneront-elles une part plus large dans le filage en général*... »

(1) Antérieurement au métier à filer, M. Vimont avait fait breveter sous le nom de Aug. Vimont frères (17 janvier 1846) une carde fileuse en fin dite *carde Viroise*.

Brevet du 29 décembre 1852. — Machine à étirer et filer les laines cardées, dite continu Vimont.

Certificats d'addition du 28 décembre 1853.
— — du 2 septembre 1857.
— — du 29 juillet 1859.
— — du 21 décembre 1863.

Brevet du 11 novembre 1864. — Moyen ou système pour individualiser le travail des broches dans tous métiers continus à préparer, étirer et filer la laine et toute autre matière filamenteuse et y produire les bobines propres à tous genres de tissage et dont l'échange ou levée se fait individuellement à volonté sans suspendre la marche desdits métiers.

Certificat d'addition du 3 juillet 1865.

Brevet du 30 juin 1868. — Nouveau système continu de machine pour étirer et filer la laine cardée et autres textiles.

Certificats d'addition du 29 juin 1869.
— — du 15 octobre 1874.
— — du 4 janvier 1875.

Brevet du 13 septembre 1876. — Système continu pour étirer et filer la laine cardée et autres matières filamenteuses. Simplifications. Perfectionnements. Innovations.

Certificats d'addition du 19 décembre 1876.
— — du 13 septembre 1877.
— — du 23 juillet 1878.
— — du 3 décembre 1878.
— — du 9 avril 1883.

Brevet du 4 janvier 1884. — Nouveaux perfectionnements dans les machines à filer continu. Frein horizontal compensateur de tension dans l'envidage avec la broche à anneau.

Certificats d'addition du 7 février 1885.
— — du 21 mai 1885.
— — du 30 octobre 1888.

Brevet du 11 juin 1889. — Nouveau métier continu à filer le coton et autres textiles, basé spécialement sur un nouveau moyen de transmettre par courroie sans fin le mouvement aux broches.

Certificat d'addition septembre 1889.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous n'avons pas aujourd'hui pour mission d'étudier cette première machine, nous n'avons pas à rechercher pour quelles causes un métier jugé digne à son apparition d'une médaille de première classe, apprécié avec éloge par les rapporteurs des expositions régionales et universelles où il parut ensuite, ne valut à M. Vimont que d'amères déceptions.

Il convient, cependant, de rappeler que la *Chambre consultative des arts et manufactures de Vire*, reconnaissant l'importance du service rendu à l'industrie drapière, était intervenue à deux reprises pour obtenir en faveur de l'inventeur de la filature continue de la laine cardée une haute distinction honorifique (1).

En 1878 devait figurer, au Champ-de-Mars, un type de continu Vimont pour coton, mais les circonstances qui faillirent compromettre le succès de l'Exposition même, entravèrent la construction de la machine nouvelle et M. Vimont ne put apporter qu'une ébauche. Ce spécimen attira l'attention de tous les spécialistes et nous autorisa à écrire dans le rapport du jury : « M. Vimont, qui depuis 1852 a poursuivi l'étude du continu, présentait, en « 1878, une disposition fort originale pour envider le fil directement sur la « broche du métier à anneau ou sur un simple tube en papier comme avec « les métiers renvideurs.

« L'invention repose sur la faculté, pour l'organe d'envidage, de s'ap- « procher et de s'écarter de la broche suivant le diamètre de la bobine, et « sur la possibilité de faire évoluer le même organe avec un bras de levier « constant.

« Le curseur établi sur ces données est une sorte d'ailette horizontale « en fil d'acier, articulée et reliée par les extrémités à deux anneaux qui lui « permettent de se déplacer autour de la bague fixe. Au centre de l'ailette « le métal est replié en deux boucles symétriques ou guide-fils. Un excentri- « que suffit au réglage de la forme des bobines... Il est souhaitable que « M. Vimont trouve bientôt avec l'industrie cotonnière la rémunération de « ses patientes recherches. »

Notre vœu n'a point été exaucé. La disparition à peu près complète, en France, des ateliers de construction de machines pour filature place les inventeurs dans une situation difficile, s'ils veulent concilier les prescriptions de la loi de 1844 sur les brevets avec la mise en pratique de leurs conceptions. Aussi le nouveau métier, comme le premier, fut-il *imité*

(1) Procès-verbaux des séances de la Chambre consultative de Vire, en dates du 8 et du 30 août 1862.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au dehors par des constructeurs peu scrupuleux sans que M. Vimont en ait pu tirer parti dans son propre pays; bien plus, l'inventeur eut la douleur de voir, à l'Exposition universelle de 1889, sur des métiers français, mais sous l'étiquette d'une patente anglaise, la copie de la broche créée par lui en 1878.

Tant de déboires n'ont point abattu le courage de notre compatriote et avec la ténacité, la foi du véritable inventeur, M. Vimont a résumé dans son dernier métier pour coton les principes et les perfectionnements dont il fut l'initiateur et dont il est demeuré le vulgarisateur depuis quarante-six ans (1).

Ce métier, qui permet de produire les trames *floches*, c'est-à-dire les fils les plus difficiles à envider sur continu, a fonctionné dans la galerie des machines pendant l'Exposition dernière et a obtenu la médaille d'or.

Il nous reste à l'analyser afin de vous mettre à même de l'apprécier également.

Pour produire de la trame sur continu, trois conditions essentielles s'imposent au constructeur : 1° l'uniformité de la vitesse des broches, 2° l'accélération des cannelés étireurs proportionnellement à l'augmentation de diamètre des couches de fil superposées, 3° un mode d'envidage tel que la trame ne subisse aucun allongement.

Si la première de ces conditions n'était pas remplie, si toutes les broches ne fournissaient pas le nombre de tours adopté comme minimum, le manque de cohésion des mèches se traduirait par des ruptures, c'est-à-dire par du déchet et la production deviendrait insuffisante. M. Vimont n'emploie, pour la commande des broches, ni les cordes qui présentent peu de régularité, ni les engrenages qui ne permettent pas les très grandes vitesses, mais une courroie sans fin, entraînée par des tambours horizontaux. Ces tambours, situés dans l'axe longitudinal de la machine, ont pour diamètre le double écartement des broches et actionnent isolément quatre des dernières, deux sur chaque bord. L'un des tambours extrêmes, monté dans une glissière, tend constamment la courroie sous l'action d'une chaîne et d'un poids.

Disons tout de suite que les broches sont du système produit par le même inventeur en 1878 et caractérisé par la mobilité des crapaudines et des collets. Ce système, en apparence, paradoxal puisque la mobilité des supports a précisément pour effet d'empêcher les vibrations des organes qui tournent à l'intérieur, est aujourd'hui adopté par la plupart des constructeurs.

(1) Les premières recherches de M. Vimont remontent à 1843.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Vimont obtient très simplement l'accélération progressive des cannelés étireurs par le déplacement automatique d'une courroie sur deux cônes inversement placés. Le mouvement ralenti du début compense la perte de torsion qui résulte de l'envidage sur un faible diamètre, c'est-à-dire du plus grand nombre de circonvolutions nécessaire à l'enroulement d'une même longueur de fil.

L'organe d'envidage se compose de deux parties principales : une *fourchette* à double branche et une *palette*, réunies par une lame; la lame est légèrement cintrée suivant l'ouverture de la boîte annulaire où se meut l'ensemble.

Entre les deux plateaux de cette boîte s'engage l'une des branches de la fourchette, l'autre reste en dessus pour guider et envider le fil; du côté opposé, la palette maintenue horizontalement par les deux plateaux (entre lesquels elle évolue) a pour mission d'annuler l'action de la force centrifuge sur la fourchette et de maintenir le guide-fil constamment appliqué contre la bobine, quel qu'en soit le diamètre. Les filaments tordus se trouvent ainsi saisis très près du point d'enroulement, offrent, par suite, une grande résistance à la rupture et entraînent aisément l'ailette dans le mouvement de rotation qui leur est imprimé par la broche.

Le métier de l'Exposition a fonctionné pratiquement et a fourni des échantillons de trame, dont le tissage ne présentait aucune difficulté. Cette machine travaille aujourd'hui dans l'établissement de M. Bazin, à Condé-sur-Noireau, et l'extrait ci-après de la lettre que ce filateur a bien voulu nous adresser, le 18 mars dernier, en réponse à une demande de renseignements, résume exactement l'opinion des praticiens : « Je suis persuadé que le sys-« tème en question prendra plus ou moins promptement une place très im-« portante dans notre industrie, si j'en juge par les essais que j'ai faits moi-« même depuis trois mois. » Tous ceux qui ont été témoins des tentatives infructueuses de nombre de mécaniciens pour remplacer le renvideur self-acting par le continu, rendent le même hommage à l'œuvre si sagement conçue, si courageusement poursuivie, si peu récompensée jusqu'ici de l'inventeur français. La complication des moyens essayés en dehors de la voie tracée par lui, démontre mieux que de longues discussions, l'exactitude des principes préconisés par M. Vimont et adoptés — nous l'avons dit — avec plus d'empressement que de scrupules par des imitateurs étrangers.

Aussi le Comité des arts mécaniques vous propose-t-il, Messieurs, non seulement de remercier M. Augustin Vimont de sa très intéressante commu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nication, mais de lui adresser vos félicitations pour un ensemble de travaux, qui a doté la filature de plusieurs types originaux de métiers, puis d'insérer au *Bulletin* le présent rapport avec une planche de dessins représentant le nouveau continu et une légende explicative.

Signé : Édouard Simon, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 25 *avril* 1890.

LÉGENDE DESCRIPTIVE DE LA PLANCHE 48 RELATIVE AU MÉTIER CONTINU A FILER LE COTON (CHAÎNE ET TRAME) DE M. A. VIMONT.

Fig. 1. — Vue de face.

Fig. 2. — Coupe latérale en élévation.

Fig. 3. — Plan de la commande des broches.

Fig. 4. — Plan d'une des boîtes annulaires *y,* où évolue l'organe d'envidage.

Fig. 5. — Détails du même organe.

A, a, b, c, Tambours horizontaux clavetés sur les axes verticaux *x, x', x'', x'''* (*fig.* 1 et 3) et servant, avec le tambour B, à guider la courroie *h'*.

B, Tambour horizontal monté sur la glissière *g,* pour tendre constamment la courroie *h'*, sous l'action de la chaîne *e* et du poids *f*.

h', Courroie de commande des broches groupées par quatre autour des tambours *a, b, c,* comme l'indiquent les chiffres 1, 2, 3, 4, du tambour *a*.

h, i, j, k, Pignons coniques fixés au pied des broches.

l, m, n, o, Pignons d'angle sur l'arbre principal *p,* engrenant avec les précédents.

p, Arbre moteur de la machine.

PP', Poulies de commande fixe et folle.

r, q, Cônes inversement placés, reliés par la courroie X et réglant par l'intermédiaire des engrenages *w, w,* le ralentissement des cylindres cannelés étireurs C.

s, Fourchette à double branche de l'ailette d'envidage (*fig.* 4 et 5).

t, Palette horizontale reliée à la fourchette par la tringle cintrée *u,* et destinée à annuler l'action de la force centrifuge sur la fourchette guide-fil.

v, Épaulement prenant son point d'appui sur le bord intérieur de la boîte annulaire *y,* pour former comme le pivot de l'ailette.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES

RAPPORT *fait par* M. LECŒUVRE, *au nom du Comité des arts mécaniques, sur l'*OUVRAGE AYANT POUR TITRE : COLLECTION DE DISPOSITIONS ET D'APPAREILS DESTINÉS A ÉVITER LES ACCIDENTS DE MACHINES, *présenté par l'*ASSOCIATION DE MULHOUSE POUR PRÉVENIR LES ACCIDENTS DE FABRIQUE.

MESSIEURS,

L'Association pour prévenir les accidents de fabrique, présidée par M. Engel-Gros, a offert à la Société d'Encouragement un exemplaire des *Dispositions et appareils destinés à éviter les accidents de machines*. Le Comité des arts mécaniques, auquel il a été renvoyé, a jugé qu'il était assez important pour être examiné avec soin, et m'a chargé d'en faire l'analyse.

Ce recueil, accompagné d'un texte en français, en allemand et en anglais, qui contient les appareils préventifs les plus importants, a été composé et publié dans un but purement philanthropique, à l'occasion de l'Exposition universelle de 1889 où il a figuré dans la section d'hygiène sociale.

Il se divise en six parties :

PREMIÈRE PARTIE. — MOTEURS.

En ce qui concerne les moteurs, l'Association recommande de ne laisser entrer dans les locaux où ils sont établis que les personnes chargées de leur surveillance et de leur entretien.

Pour éviter les accidents qui ne sont que trop fréquents, surtout au moment de la mise en train, il est nécessaire d'installer, dans les chambres des moteurs, des sonnettes en nombre suffisant, afin que les conducteurs de machines motrices puissent se mettre facilement en communication avec les chefs des divers ateliers.

Machines à vapeur. — Les accidents produits par ces machines proviennent la plupart du temps de chutes sur les planchers, les plates-formes et les escaliers, ou de défauts de précautions pendant les travaux de nettoyage et de graissage.

On s'oppose à la plupart de ces accidents en entourant d'une balustrade en bois, ou mieux en fer, la manivelle et la bielle, la plate-forme des cylindres dans les machines à balancier, le balancier et la fosse du volant.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quand le modérateur est à une faible hauteur au-dessus du sol, on se garantit de l'action des boules en l'entourant d'une corbeille en fil de fer ou d'un cercle en fer plat qu'on soutient au moyen de branches courbes.

La mise en marche du volant à la main demande la plus sérieuse attention de la part du mécanicien parce que dans le voisinage du point mort de la manivelle, il peut arriver que, par suite d'une fuite de vapeur, la machine se mette brusquement en marche sans qu'on s'y attende. On évite ce grave inconvénient, et par suite les blessures qui en sont la conséquence, en employant des organes spéciaux pour cette manœuvre. Lorsqu'on est près d'un mur, on y encastre un secteur en fonte percé de trous dans lesquels on engage, au fur et à mesure, l'extrémité d'un levier qu'on appuie fortement sur les bras du volant.

Si le volant est loin d'un mur, on ménage des trous à l'extérieur de la jante et sur son plus grand diamètre. Au moyen d'un levier et d'un support de rapport placé en face du volant, on parvient facilement à lui imprimer un mouvement de rotation lent.

Lorsque la machine est très puissante, on actionne le volant, muni de dents de rochet, au moyen d'un levier à cliquet.

Après l'arrêt de la machine, pour s'opposer au déplacement du piston par suite du vide existant dans le condenseur, il est convenable, dans les machines à condensation, de caler le volant pour permettre sans danger la visite du moteur.

Quant au graissage, il convient, autant que possible, qu'il soit automatique. On possède maintenant un assez grand nombre d'appareils pour n'avoir que l'embarras du choix.

La nécessité, où l'on est parfois d'arrêter rapidement le moteur à distance, a engagé la maison Dollfus-Mieg et C^ie^ à étudier un appareil spécial pour obtenir ce résultat. Cet appareil est basé sur la fermeture d'un courant électrique produisant les trois mouvements suivants :

1° Fermeture de la valve d'introduction de vapeur ;

2° Fermeture du robinet du condenseur ;

3° Ouverture d'un robinet de vapeur en actionnant un frein qui est destiné à annuler la puissance vive du volant.

Moteurs à gaz. — Les moteurs à gaz, étant généralement montés dans les ateliers où l'on en fait usage, demandent à être entourés avec soin. Ils ont besoin d'être surveillés par des ouvriers bien au courant de leur fonctionnement.

Moteurs hydrauliques. — Dans le cas où l'on fait usage de moteurs hydrau-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

liques, les fosses et tous les endroits dangereux doivent être entourés de grilles.

Les engrenages doivent être munis de couvercles mobiles en tôle. Quant aux arbres verticaux des turbines, il est indispensable de les envelopper d'un tube fixé sur le sol.

Les vannages doivent être assez bien entretenus pour qu'ils ne laissent jamais passer d'eau pendant l'arrêt du moteur. On a tout intérêt à ce qu'il ne se mette pas en marche de lui-même.

DEUXIÈME PARTIE. — TRANSMISSIONS.

De tous les mécanismes dont on se sert, ce sont bien certainement les transmissions qui occasionnent le plus d'accidents; aussi est-ce de ce côté que les industriels sont tenus d'apporter une attention toute spéciale pour les atténuer autant qu'ils le peuvent.

Il y aurait intérêt à ce que tout mouvement fût suspendu pendant le nettoyage, mais cela n'est pas toujours possible. Dans ce cas, on a besoin d'échelles simples munies à l'extrémité supérieure de crochets qu'on garnit de drap, de feutre, de caoutchouc, de cuir ou de cordes pour s'opposer au glissement. Les échelles ainsi disposées s'appliquent facilement et en toute sécurité contre les arbres de transmission de mouvement.

Pour effectuer le nettoyage des arbres et des manchons, on se sert de perches en bois léger portant deux crochets garnis de cordes, ayant des ouvertures correspondant, l'une au diamètre de l'arbre et l'autre à celui du manchon. Pour pouvoir faire avancer la perche pendant le mouvement de rotation, il est indispensable que les clavettes et boulons soient recouverts.

Le graissage pendant la marche étant excessivement dangereux, il importe d'employer des systèmes automatiques. Lorsqu'on ne peut pas s'en servir, on fait usage de burettes à bascule qu'on monte à l'extrémité d'une perche et qu'on manœuvre avec une corde.

Pour coudre une courroie ou empêcher son enroulement sur l'arbre, on l'isole de ce dernier au moyen d'une perche à crochet droit ou bien d'un support à rebord fixé dans le voisinage de la poulie.

La perche à crochet sert également à mettre la courroie en place. Son maniement exige une certaine habitude qu'on acquiert promptement. On doit éviter, autant que possible, la chute de la courroie sur l'arbre; sans cela elle pourrait être entraînée dans le mouvement de rotation et occasionner des accidents. On les évite au moyen de supports à rebord maintenus à demeure

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

entre l'arbre et l'intérieur de la jante de la poulie. Certains de ces supports affleurent la surface intérieure de la jante. Avec une semblable disposition, la mise en place de la courroie devient beaucoup plus commode. Elle est encore facilitée par l'emploi d'un cercle en fer sur lequel on implante quelques broches cylindriques qui rentrent d'environ 20 millimètres sous la jante de la poulie. Cette couronne de broches reçoit la courroie quand on la jette à bas.

Il arrive parfois qu'on ne peut pas atteindre facilement la transmission à l'aide de la perche. On fait alors usage, soit d'une came, soit d'un levier mobile d'une longueur égale au rayon de la poulie, et ayant même axe que l'arbre. Dans ce dernier cas, on déplace circulairement le levier, avec une perche à crochet, jusqu'à ce que le levier rencontre la courroie. Ces appareils sont désignés sous le nom de monte-courroies.

Les arbres horizontaux situés près du sol et les arbres verticaux ont besoin d'être recouverts de fourreaux à demeure, sur toute la longueur de l'arbre, dans le premier cas et sur une hauteur d'environ 2 mètres dans le second.

Les vis et clavettes saillantes des bagues, manchons et poulies doivent être couvertes d'une enveloppe cylindrique en fonte d'une ou de deux pièces.

Quant aux manchons d'accouplement, leurs dispositions sont excessivement variées. On ne doit accepter que celles dans lesquelles les boulons et écrous sont noyés dans l'épaisseur du métal.

Il est indispensable que les engrenages, poulies et courroies placés près du sol ou du plancher d'un étage supérieur soient garantis par une grille en fer ou un entourage en planches.

Pour interrompre le mouvement d'une portion de transmission, on se sert d'embrayages qui doivent être facilement accessibles.

Quand on se sert de poulies et courroies, l'arbre secondaire porte deux poulies, l'une fixe et l'autre folle tandis que l'arbre principal n'a qu'une poulie de la largeur des deux premières. Au moyen d'une barre de débrayage, on fait passer la courroie de la poulie fixe sur la poulie folle. Cette disposition, quoique très simple, offre le grave inconvénient de ne pouvoir assurer l'arrêt complet de l'arbre secondaire. On ne peut en être certain qu'en mettant la poulie folle sur une douille fixe entourant l'arbre sans le toucher.

TROISIÈME PARTIE. — MONTE-CHARGES.

Les monte-charges, qui ne sont employés que dans les établissements à étages, se composent le plus souvent de treuils dans les organes de transmis-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sion doivent être très simples, et en petit nombre. Sous ce rapport, la vis sans fin, malgré ses inconvénients, est d'un grand secours puisque c'est le meilleur moyen de supprimer les intermédiaires. Pour éviter la superposition des poulies ou des chaînes, les tambours d'enroulement sont pourvus de rainures en hélice. Une tringle de débrayage doit régner depuis le rez-de-chaussée jusqu'au dernier étage, afin de pouvoir effectuer le débrayage à toute hauteur. Cette même tringle doit être munie d'un buttoir à chaque extrémité, dans le but de rendre le débrayage automatique aux fins de course. En ce qui concerne l'arrêt intermédiaire, on l'obtient à la main au moyen d'un battoir mobile. Pour modérer la descente des fardeaux, sans faire usage du moteur, la présence d'un frein puissant est indispensable. Le chargement et le déchargement des fardeaux ne peuvent s'effectuer en toute sécurité qu'après l'arrêt de la cage. On y arrive à l'aide de taquets ou de verrous.

Les guides doivent être construits de telle sorte qu'on ne soit jamais arrêté en route. Ils sont au nombre de deux placés en regard l'un de l'autre ou de quatre situés aux angles. Le guidage, au nombre de deux, est le plus convenable à cause de la facilité du montage. Les guides peuvent être en bois ou en fer.

Un point important dans l'établissement des monte-charges, c'est de prévenir les accidents qu'on évite en munissant la cage d'un appareil, qu'on désigne sous le nom de parachute, qui l'arrête pendant la descente lorsqu'elle cesse d'être maintenue. Les nombreuses dispositions destinées à résoudre ce problème sont en grande partie basées sur le même principe : relier la corde à la cage par un ressort qui se détend au moment de la rupture et qui agit sur des organes pénétrant dans les guides en ralentissant la vitesse de la cage dans son mouvement de descente. Tous ces appareils sont copiés sur ceux en usage dans l'exploitation des mines.

On se sert aussi de monte-charges hydrauliques qui sont mis en mouvement par de l'eau sous pression venant agir sur un piston auquel la cage est reliée. La pression n'est utilisée que pour soulever la cage. La descente s'effectue par l'écoulement de l'eau.

On distingue :

1° Les monte-charges funiculaires où la cage est suspendue à des câbles ou à des chaînes passant sur des poulies de renvoi pour aller se moufler sur la tête du piston.

2° Les monte-charges à puits où la cage est montée directement sur la tête du piston qui se meut verticalement dans un cylindre enfoncé dans le sol.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les accidents particuliers aux monte-charges hydrauliques sont dus :

1° A la rupture du cylindre, à celle de l'assemblage du piston avec la cage ou avec la poulie de renvoi des câbles;

2° Au fonctionnement défectueux des tringles de manœuvre;

3° A la rupture des câbles ou chaînes de suspension ou d'équilibre.

On combat les deux premières causes d'accident, en portant tous ses soins au choix des matériaux et au montage. On évite les dangers de la troisième cause d'accident en se servant d'un parachute bien disposé.

QUATRIÈME PARTIE. — MACHINES A TRAVAILLER LE BOIS.

Toutes les machines à travailler le bois sont de nature à amener de graves accidents, mais les plus dangereuses sont, sans contredit, les scies circulaires. Aussi l'ouvrage qui nous occupe entre-t-il dans de nombreux et minutieux détails sur les machines de cette espèce.

Les blessures, qu'occasionnent les scies circulaires, sont produites, soit par le contact direct de la denture du plateau, soit par les projections d'éclats de bois ou de pièces en travail.

Les premières ont lieu principalement :

1° Quand, en achevant le sciage, l'ouvrier est obligé d'avoir les mains trop rapprochées de la denture;

2° Quand l'ouvrier cherche à éloigner après le sciage les pièces qui restent près du plateau denté;

3° Quand l'ouvrier achève le sciage machinalement, soit parce qu'il est aveuglé par les éclats de bois ou la sciure projetés par la scie, soit parce que son attention est détournée;

4° Par contact avec le plateau de scie en dessus ou en dessous de la table, provenant d'imprudence ou de chute.

Et les seconds :

1° Quand le chemin ouvert par le tranchant des dents se referme derrière le plateau de scie, ce qui arrive surtout avec des bois de nature fibreuse ou humide;

2° Lorsque l'ouvrier ne guide pas le bois parallèlement au plateau ou que la pièce dévie par suite de la présence de nœuds ou de fentes;

3° Lorsque l'affutage est mal fait ou quand la voie est inégale;

4° Lorsque le plateau est gondolé.

On obvie aux divers accidents que nous venons d'énumérer au moyen

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de couvertures au-dessus de la scie, de chapeaux fixes, mobiles à la main ou automatiques, de couteaux diviseurs ayant une épaisseur au moins égale à la largeur de la voie et de chariots porte-bois.

Pour éviter dans les scies à ruban tout contact avec la partie active de la lame, on la recouvre d'une enveloppe à charnière disposée de telle façon qu'elle ne s'oppose pas au montage et au démontage de la lame. Ce fourreau mobile est destiné en même temps à arrêter le ruban quand il vient à se rompre.

Dans les machines à raboter, les accidents sont surtout à redouter lorsque l'avancement du bois a lieu à la main. Avec ces machines, il faut préférer celles dans lesquelles le bois est amené par des cylindres cannelés.

Dans les machines à fraiser le bois qui portent généralement le nom de toupies, il arrive qu'en appliquant le bois contre la fraise, les mains de l'ouvrier glissent et viennent rencontrer les tranchants. Pour éviter les accidents, on monte assez souvent au-dessus de la fraise un disque en bois dépassant de quelques centimètres les tranchants de l'outil.

CINQUIÈME PARTIE. — INDUSTRIE TEXTILE.

FILATURE DU COTON.

Batteurs. — Les batteurs, dont on fait usage pour le nettoyage du coton, sont les appareils qui occasionnent le plus d'accidents dans cette industrie. Ils sont dus à ce que les ouvriers ouvrent le couvercle du batteur avant l'arrêt complet de la machine. La disposition la plus simple consisterait à fermer le couvercle avec un cadenas, mais, à cause de la perte de temps qui résulterait de cette disposition, on préfère employer un moyen plus pratique. Il consiste à monter sur l'arbre du batteur un disque circulaire à rebord saillant avec encoche à l'intérieur duquel s'engage l'extrémité d'une équerre fixée au couvercle. Pour amener cette extrémité en face de l'encoche, il faut nécessairement que tout mouvement soit arrêté. Cette espèce de verrou offre toute sécurité, à la condition cependant que le disque soit situé entre la poulie de commande et le batteur.

Pour empêcher les ouvriers d'être atteints par les courroies et les poulies des batteurs, il convient d'entourer ces derniers d'une grille.

Pour s'opposer à ce que les mains soient entraînées entre les rouleaux alimentaires, il convient de placer près d'eux un rouleau de sûreté en bois d'un diamètre au moins double de celui des cylindres alimentaires.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La pose d'un rouleau vide en remplacement d'un rouleau plein pouvant amener des accidents, on recommande l'emploi d'arrêts en bois qui permettent d'écarter les rouleaux pendant tout le temps de cette manœuvre.

Il est essentiel que dans les batteurs la poulie folle, employée au déblayage, ne soit pas placée sur l'arbre du batteur, mais bien sur une douille fixe indépendante.

Les effilocheuses doivent être munies des mêmes appareils de sûreté que les batteurs.

Cardes. — La couverture des engrenages des rouleaux d'appel est indispensable. L'arbre de ces rouleaux d'appel ayant amené fréquemment des accidents par l'enroulement des vêtements flottants et des déchets tenus à la main, il doit être entouré d'un tube maintenu à demeure entre les bâtis.

Réunisseuses. — Les réunisseuses avec des têtes de crémaillères sont les machines dont on fait le plus grand usage. Avec ces appareils, les ouvriers courent de grands dangers au commencement de l'enroulement de la nappe.

Voici comment on doit s'y prendre pour éviter les accidents, après avoir coupé la nappe :

1° Laisser une longueur suffisante pour faire un nouvel enroulement ;

2° Placer le rouleau vide, descendre les crémaillères, puis enrouler la nappe ;

3° Ne mettre en marche qu'après avoir éloigné les mains du rouleau.

Pour faciliter ces opérations, on se sert de poussoirs en bois de 4 à 5 centimètres d'épaisseur, comme intermédiaires entre la nappe et la main de l'ouvrier.

Dans les étirages il est indispensable de caler les barres d'embrayage, afin que la mise en marche ne puisse pas avoir lieu pendant le nettoyage du banc. Il faut aussi que les engrenages soient recouverts. L'accès des manivelles des étirages doit en être empêché par des caisses en bois.

Peigneuses. — Les engrenages des peigneuses doivent être recouverts aussi complètement que possible.

Dans certaines machines, la peigneuse Heilmann, par exemple, il arrive fréquemment des accidents lorsque les ouvriers ont l'imprudence de nettoyer pendant la marche. On les évite au moyen d'une feuille de tôle à charnière. Une glace, faisant corps avec cette pièce mobile, permet au reste de voir le peigne pendant son fonctionnement.

Bancs à broches. — Les organes du mouvement différentiel, dont on se sert dans les bancs à broches, sont très dangereux parce qu'ils sont trop à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

portée des ouvrières placées derrière les machines. Les contre-maîtres, qui changent certains engrenages, sont également en danger, la soigneuse pouvant embrayer par mégarde.

On est parvenu à se garantir de tout danger, en employant des portes à grillages défendant l'accès des machines et en les disposant de telle façon que leur ouverture soit dépendante du mouvement de la machine. Ce n'est qu'après leur fermeture que l'embrayage est possible.

Métiers à filer. — Les nombreux accidents, dont les enfants (bobineurs) employés aux métiers à filer self-acting ont été victimes, provenaient de ce qu'on tolérait le nettoyage pendant la marche. On est parvenu à les supprimer complètement en s'opposant à ce que le fileur puisse mettre le métier en mouvement sans le concours du bobineur.

FILATURE DE LA LAINE.

Lavage. — Ce qu'il y a le plus à craindre pendant le lavage de la laine, c'est la chute des ouvriers, souvent des enfants, dans les cuves contenant de l'eau à une température de 50 à 70 degrés. Aux nouveaux appareils dans lesquels le chargement et l'enfonçage se font mécaniquement, il arrive moins d'accidents. La principale précaution à prendre, c'est d'arrêter le mouvement au moindre dérangement du mécanisme.

En ce qui concerne le cardage, le peignage et la filature, on doit prendre des dispositions analogues à celles concernant le travail du coton. Il importe surtout de caler les barres de débrayage pendant les arrêts et le nettoyage.

Tissage. — Les métiers à tisser donnent quelquefois lieu à des accidents par des engrenages insuffisamment recouverts, mais les blessures les plus fréquentes et les plus sérieuses résultent du saut de la navette. L'appareil qui garantit le mieux les ouvriers se compose de deux tringles parallèles situées vers le haut du battant. Ces tringles sont fixées à deux supports mobiles, ce qui permet à l'ouvrier de les soulever en cas de saut ; lorsqu'il oublie de les rabattre, elles retombent d'elles-mêmes au moment de la mise en marche.

IMPRESSION ET APPRÊT.

Machines à imprimer. — Pour éviter les accidents dans les machines à imprimer, on fait usage de planchettes de sûreté pour fermer l'angle produit par le dernier rouleau gravé et le cylindre de pression. Les angles dan-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gereux formés pour les autres rouleaux gravés et le cylindre de pression sont cachés soit pour les racles, soit par les bâches à couleur.

Calandres. — Dans les calandres, les angles dangereux sont également couverts pour des planchettes de sûreté.

Tondeuses. — Avec les tondeuses, lorsque l'ouvrier cherche à défaire un pli ou à enlever de la tontisse le cylindre muni de lames tranchantes contournées en hélice, ses mains peuvent être entraînées et mutilées par ce dernier. Pour protéger l'ouvrier contre ces accidents, on place, en avant du cylindre à lames tranchantes, un grillage fixe ou mobile. Avec ces machines, il est indispensable que le nettoyage n'ait lieu qu'après leur arrêt.

SIXIÈME PARTIE. — DISPOSITIONS DIVERSES.

Dans ce chapitre, il est particulièrement question des appareils de levage, de quelques machines et appareils employés dans les ateliers de construction de machines, de la fabrication du papier, de l'entourage des tubes indicateurs de niveau d'eau et des appareils de sûreté pour épurateurs à gaz.

De tout ce dont il est traité dans cette dernière partie, ce sont les meules à dresser les métaux qui offrent le plus de dangers.

Les causes principales de la rupture des meules sont les suivantes :

1° Un défaut dans la masse de la meule ;
2° La gelée par suite d'une dessiccation ;
3° Un montage défectueux ;
4° Une vitesse trop considérable ;
5° Un choc violent pendant le travail.

Pour se mettre autant que possible à l'abri des accidents, il faut choisir la pierre avec la plus grande attention, la garantir de la gelée après l'avoir transformée en meule, monter la meule entre deux plateaux en fonte, l'un d'eux ayant une forme légèrement sphérique, ne pas dépasser la vitesse de 13 mètres par seconde à la circonférence et faire tourner la meule à une vitesse double avant de la mettre en service.

Ce compte rendu, pour être plus complet, aurait dû être accompagné de figures, ce qui a été matériellement impossible à cause du nombre considérable de dispositions qu'il aurait fallu représenter. Pour y suppléer, nous ne saurions trop engager les constructeurs de machines et les propriétaires d'établissements industriels à consulter l'ouvrage que nous venons de résu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mer. Nous nous estimerions fort heureux si quelques-uns de nos lecteurs, après s'être renseignés, se décidaient à introduire dans leurs ateliers les appareils les plus convenables pour diminuer le nombre des accidents. Étant généralement simples et peu coûteux, ils auraient le plus grand intérêt à les mettre en pratique. S'il en était ainsi, l'Association pour prévenir les accidents aurait atteint le but qu'elle s'est proposé, en faisant hommage à la Société d'Encouragement d'un exemplaire du recueil qu'elle a publié.

Nous vous proposons, Messieurs, de remercier l'Association de Mulhouse pour prévenir les accidents de fabrique, de l'envoi de son ouvrage qui sera déposé à la bibliothèque et d'autoriser la publication du présent rapport au *Bulletin*.

Signé : LECŒUVRE, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 11 *avril* 1890.

ARTS ÉCONOMIQUES

RAPPORT *fait par* M. L. PRUNIER, *au nom du Comité des arts économiques, sur la* LAMPE DE SURETÉ *de* M. FUMAT.

La lampe de sûreté, à colonne de fumée équilibrée et à modérateur automatique de tirage, présentée par M. Fumat, ingénieur en chef de l'exploitation des mines de la Grand'Combe, est destinée surtout à circuler dans les galeries où se rencontrent des courants d'air, parfois très violents.

Ce modèle, étudié avec beaucoup de soin par l'auteur, mérite une mention spéciale comme représentant l'un des deux ou trois perfectionnements un peu notables qui aient été apportés à la lampe de Davy depuis l'origine.

En tout cas, c'est la première lampe de mineur dans laquelle on soit parvenu à faire suivre à l'air de l'alimentation et aux gaz de la combustion le même trajet sensiblement que dans les lampes d'appartement ordinaires.

C'est ce que montre immédiatement un coup d'œil jeté sur les deux figures ci-jointes.

Cette circulation intérieure, nouvelle pour la lampe des mineurs, a pour première conséquence d'augmenter notablement la puissance éclairante, sans nuire à la sécurité que l'on exige avant tout de ce genre d'appareils.

La lampe de M. Fumat ne provoque pas l'explosion alors même qu'elle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est plongée dans les milieux explosifs les plus dangereux. C'est ce qui résulte en particulier des expériences faites en France, à l'École des Mines par MM. Mallard et Le Châtelier.

De plus, cette lampe, qui peut comme toutes les autres brûler dans un milieu tranquille, résiste d'une manière tout à fait exceptionnelle à l'action des courants d'air les plus rapides.

A cet égard, les essais les plus concluants ont été exécutés en Angleterre d'abord par M. Lupton, professeur à l'École des mines de Leeds, ensuite par M. Clifford, de Sheffield, qui dispose d'un laboratoire spécialement agencé en vue de ce genre d'investigations.

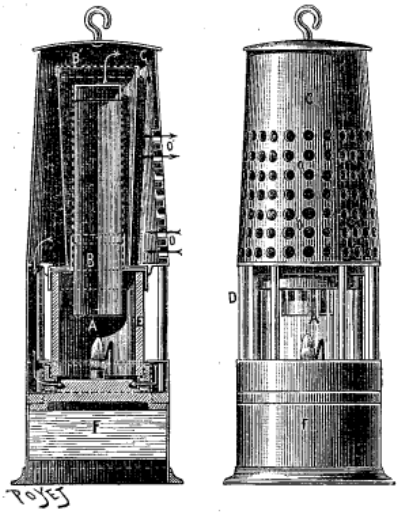


Fig. 1. — Coupe et élévation de la lampe de sûreté système Fumat.

Ces deux expérimentateurs, d'une compétence indiscutable, ont constaté que la lampe Fumat résiste victorieusement à des courants d'air dont la vitesse atteint 27 mètres par seconde, ce que ne peuvent faire les autres lampes.

Les courants d'air dont la direction est horizontale ou verticale descendante sont donc sans inconvénient pour la lampe Fumat.

Les résultats sont un peu moins satisfaisants pour les courants verticaux ascendants. Dans ce cas, il peut se produire des extinctions quand la vitesse atteint ou dépasse 12 mètres. Encore peut-on tourner en partie la difficulté en fermant les plus hautes rangées de trous.

En somme, ainsi que le disait M. Daubrée dans les conclusions de son rapport à l'Académie des sciences à la fin de l'année dernière, « la lampe de M. Fumat constitue un progrès sérieux dans l'éclairage des mines à grisou », et l'on sait que dans cette direction les moindres progrès offrent toujours un intérêt de premier ordre. D'autre part, sur les conclusions d'un rapport de M. Schlœsing, l'Académie des sciences a voté un encouragement de 1 500 francs à l'inventeur de la lampe en question.

Depuis cette époque, la lampe a figuré avec honneur à l'Exposition de 1889 et les essais effectués en Angleterre sont venus à l'appui des conclusions adoptées par l'Académie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin l'expérience journalière faite soit aux mines de la Grand'Combe, soit à Paris, par le service des pompiers, se montre également favorable au point de vue pratique.

En conséquence, votre Comité des arts économiques est d'avis d'adresser des remerciements à M. Fumat au sujet de son intéressante communication, et vous propose de voter l'insertion au *Bulletin* du présent rapport avec les deux figures et la légende destinées à faciliter l'intelligence du texte.

Signé : L. PRUNIER, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 11 *avril* 1890.

LÉGENDE EXPLICATIVE DES FIGURES REPRÉSENTANT LA LAMPE DE SURETÉ SYSTÈME FUMAT

Les mêmes lettres représentent les mêmes objets dans la coupe et dans l'élévation.

A, Chambre de combustion de la lampe.

B, Cheminée terminée par une partie cylindrique en toile métallique.

B′, Enveloppe de la cheminée, portant un disque en toile métallique.

C, Enveloppe de la partie supérieure de la lampe. Cette enveloppe est percée d'une série d'orifices servant à l'entrée et à la sortie de l'air, comme l'indiquent les flèches.

D, Colonnes creuses faisant communiquer la partie supérieure de la lampe avec la partie inférieure fermant la chambre de combustion A.

E, Verre de la lampe.

F, Socle contenant le réservoir d'huile. L'air entrant par les orifices inférieurs descend par les colonnes D, et vient alimenter la combustion en A ; les gaz brûlés montent en B, passent par B′ et s'échappent de la lampe par les orifices O′.

ARTS ÉCONOMIQUES

RAPPORT *fait par* M. PRUNIER, *au nom du Comité des arts économiques, sur le* LIT A ÉLÉMENTS INTERCHANGEABLES *de* M. CHAPPE D'AUTEROCHE.

Le lit de malade à éléments interchangeables qui a été présenté à la Société par M. Chappe d'Auteroche, a pour but de faciliter les soins à donner aux malades qu'il est impossible de lever.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ainsi que le démontrent les figures du mémoire et le modèle que l'inventeur a fait exécuter, il devient facile de fractionner un lit ordinaire en plusieurs parties ou tranches indépendantes et susceptibles de se remplacer les unes les autres.

On peut donc, le malade restant couché, renouveler en totalité le lit sur lequel il repose, rendre plus commode l'accès auprès de lui, et au besoin rendre possibles pour le médecin, sans déranger le malade, certaines opérations devenues nécessaires.

L'idée première paraît donc excellente et de nature, en tout cas, à être utilisée par la classe aisée de la société. A l'Exposition, l'année dernière, l'appareil de M. Chappe d'Auteroche figurait dans la section d'hygiène, à l'Esplanade des Invalides.

Mais, en pareille matière, l'expérimentation seule peut prononcer en dernier ressort tant sur les qualités de l'appareil lui-même que sur les difficultés de la fabrication, le prix de revient et les questions analogues.

C'est pourquoi le Comité des arts économiques, réservant son avis définitif jusqu'au moment où l'invention aura fait pratiquement ses preuves, vous propose :

1° D'adresser des remerciements à M. Chappe d'Auteroche pour son intéressante communication, en exprimant le vœu que son système soit examiné dans les établissements hospitaliers et soumis à l'essai dans les conditions nécessaires pour en établir la véritable valeur ;

2° De voter l'insertion au *Bulletin* du présent rapport.

Signé : L. PRUNIER, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 11 *avril* 1890.

MINES

EMPLOI DES EXPLOSIFS DANS LES MINES A GRISOU, PAR M. MALLARD, INSPECTEUR DES MINES

L'emploi des explosifs est, dans les mines à grisou, une cause de danger des plus graves. Pendant les six années qui se sont écoulées de 1881 à 1887, la statistique enregistre, en effet, les nombres suivants :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

	NOMBRE.	VICTIMES TUÉES.	VICTIMES BLESSÉES.
Accidents causés par l'emploi des lampes.	59	34	81
Coups de mine.	36	194	92
TOTAL.	95	228	178

On voit que, parmi les accidents causés par le grisou, ceux qui ont le tirage des coups de mine pour cause déterminante sont ceux qui font le plus grand nombre de victimes, s'ils ne sont pas les plus nombreux. C'est, en effet, les coups de mine qui produisent le plus souvent ces grandes catastrophes bouleversant une mine de fond en comble et faisant une victime de chaque ouvrier. La raison en est simple; un coup de mine produit dans toute la partie de la mine avoisinante un ébranlement assez intense pour mêler à l'air des galeries les petites quantités de grisou accumulées dans les poches du toit, et pour mettre en suspension la poussière de houille qui jonche le sol. Si le coup met le feu au grisou, les flammes produites s'étendent donc plus loin que cela aurait eu lieu si le grisou avait été enflammé par une lampe, par exemple, dans une atmosphère calme. Les chances pour que l'inflammation du grisou se propage de proche en proche et détermine une catastrophe sont donc ainsi considérablement augmentées.

Il importe donc au plus haut point de remédier à une cause d'accidents aussi redoutables. On peut y parvenir d'une façon radicale en supprimant l'emploi des explosifs dans les mines à grisou. Cette suppression est possible lorsqu'il ne s'agit que de l'abatage de la houille, et, dans certaines exploitations importantes, cet abatage est maintenant fait exclusivement au pic, ou, lorsque cela est nécessaire, par des procédés mécaniques. Mais ces procédés exigent un matériel coûteux que toutes les mines ne peuvent pas se procurer; d'ailleurs ils sont pratiquement inapplicables aux travaux au rocher nécessités par l'élargissement des galeries, ou par le percement des galeries à travers bancs.

L'emploi des explosifs ne pouvant pas être supprimé complètement et même ne pouvant être restreint qu'au prix de sacrifices coûteux, il y a donc un grand intérêt à rendre cet emploi inoffensif, ou au moins à en diminuer considérablement les dangers dans les mines à grisou.

Dangers causés par l'emploi de la poudre noire. — On sait depuis longtemps que les coups de mine tirés à la poudre noire peuvent allumer le grisou. Des recherches de la Commission prussienne du grisou (1) ont montré qu'une charge

(1) *Anlagen zur Hauptberichte der Preussischen Schlagwetter-Commission.* — B. IV, p. 67 (1886).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de 155 grammes de poudre noire bourrée, dans un trou de mine $0^m,50$ de profondeur, creusé horizontalement au milieu d'un bloc de grès de 1 mètre de longueur, $0^m,80$ de largeur et $0^m,60$ d'épaisseur, peut, en détonant et brisant le bloc, enflammer un mélange d'air et de grisou.

L'inflammation du gaz est encore plus certaine quand le coup de mine, au lieu de travailler en brisant la roche, débourre en faisant canon. On a essayé de parer à ce danger, particulièrement grave, des coups débourrants en faisant un bourrage à l'eau. On supposait que cette eau serait capable d'éteindre les flammes de la poudre. Toutes les expériences ont constaté que le bourrage à l'eau est inefficace. Il suffira de mentionner les suivantes :

La Commission autrichienne (1) a observé qu'une charge de 150 grammes de poudre noire comprimée, mise au fond d'un trou de mine percé dans un bloc d'acier et bourrée par 600 millimètres de sable humide, a, en débourrant, enflammé un mélange explosif d'air et de grisou.

La Commission prussienne (2) a placé dans un bloc de grès une charge de 115 grammes de poudre bourrée par de l'argile ; la détonation a brisé le bloc et enflammé le mélange grisouteux ambiant.

La Commission des substances explosives (3) a placé 30 grammes de poudre au milieu d'un sac en papier imperméable, rempli d'eau (cartouche Settle) ; la détonation de cette faible charge a enflammé le mélange grisouteux ambiant.

Aucun procédé ne paraît donc susceptible de parer aux dangers auxquels l'emploi de la poudre noire expose les mines à grisou.

Recherches de la Commission anglaise du grisou. — La Commission anglaise du grisou, qui comptait parmi ses membres l'éminent sir F. Abel, eut l'idée d'expérimenter, au lieu de la poudre noire, des explosifs brisants tels que la dynamite ou le fulmicoton. Il constata que ces explosifs sont moins dangereux dans le grisou que l'est la poudre noire. C'est ainsi qu'une charge d'un de ces explosifs, placée au fond d'un trou de mine et bourrée avec des cylindres remplis d'eau, n'enflamma pas des mélanges d'air et de grisou rendus inflammables par l'addition de poussière de houille, tandis que, dans des conditions identiques, la poudre noire produisait l'inflammation.

La sécurité procurée par les nouveaux explosifs est cependant loin d'être absolue, car une charge de 93 grammes de dynamite, placée au fond d'un trou de mine de $0^m,60$ et bourrée avec $0^m,15$ à $0^m,16$ de sable, alluma, en débourrant, un mélange détonant d'air et de grisou.

Première série de recherches de la Commission prussienne du grisou. — La Commission prussienne du grisou, presque en même temps que la Commission

(1) *Oesterreichische Zeitschrift für Berg und Hüttenwesen.* — (1889), p. 173 (13 avril).
(2) *Anlagen zur Hauptberichte der Preussischen Schlawetter-Commission.* — B. IV, p. 67 (1886).
(3) Rapport de la Commission. — *Annales des Mines*, 8e sér., t. XIV, p. 227 (1888).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

anglaise, poursuivait des expériences très nombreuses sur le même sujet. Après diverses communications partielles faites dans les journaux techniques, les résultats de ces expériences furent publiées en 1886 (1). Les conclusions formulées alors par la Commission étaient textuellement les suivantes :

« Les explosifs brisants, tels que la nitroglycérine, le coton-poudre, les explo-
« sifs gélatinés dérivés de ces deux substances, la kinétite et la helloffite, amenés
« à une détonation complète par une amorce suffisamment énergique, n'enflam-
« ment ni la poussière de houille, ni le grisou...

« La sécurité est diminuée quand, à ces explosifs brisants, une poussière est
« mélangée, soit inflammable, soit inerte.

« L'effet utile et la sécurité de la helloffite sont cependant très peu influencés
« par un semblable mélange, car les cartouches fabriquées en imbibant le liquide
« dans la guhr sont encore parfaitement sûres. Il en est de même du mélange de
« poussière inflammable à la dynamite-gomme, tant que ce mélange ne dépasse
« pas 35 p. 100, comme cela a lieu pour la dynamite-gélatine I qui n'a jamais
« allumé des mélanges gazeux tenant 8 à 10 p. 100 de grisou; avec 75 p. 100 de
« poussière mélangée au contraire (dynamite-gélatine III), la limite d'inflamma-
« bilité descend au-dessous de 6 p. 100 de grisou.

« La sécurité est encore plus affaiblie par le mélange d'une poussière neutre
« ou non inflammable à la nitro-glycérine; la dynamite à la guhr enflamme un
« mélange gazeux tenant 4,5 p. 100 de grisou seulement, et même des mélanges
« moins riches encore en gaz quand de la poussière de houille inflammable est
« mise en suspension dans l'atmosphère. »

Des conclusions aussi nettes, que devaient d'ailleurs démentir les expériences ultérieures, même celles qui furent publiées par la Commission prussienne poursuivant ses recherches, attirèrent vivement l'attention des mineurs. Le ministre des Travaux publics nomma, le 12 février 1887, une Commission (2) chargée de l'étude des questions se rattachant à l'usage des explosifs dans les mines à grisou.

Dès ses premières séances, cette Commission jugea nécessaire de reprendre les expériences des Commissions anglaise et prussienne. Sur son initiative et après une entente entre les ministres de la Guerre et des Travaux publics, il fut décidé que la Commission des substances explosives, instituée près du ministère de la Guerre et qui possède d'importantes ressources expérimentales, serait chargée de cette étude. A cette Commission, qui a pour président M. Berthelot,

(1) *Anlagen zur Hauptberichte der Preussischen Schlawetter-Commission.* — B. VI, p. 63-78.

(2) Cette Commission est composée de MM. Haton de la Goupillière, inspecteur général des mines, président; Sarrau, ingénieur en chef des poudres et salpêtres; Mallard et Lorieux, inspecteurs généraux des mines; Ledoux et Aguillon, ingénieurs en chef des mines; Le Châtelier, ingénieur de mines, secrétaire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour vice-président M. Sarrau, et pour secrétaire M. Vieille, MM. Mallard, Aguillon et Le Châtelier furent, à cet effet, adjoints temporairement.

La Commission des substances explosives a publié les résultats de ces recherches dans deux rapports en date des 5 juillet et 8 novembre 1888, qui ont été publiés dans les *Annales des Mines* (8e sér., t. XIV, pp. 197 et suivantes) et distribués à un grand nombre d'exemplaires aux exploitants de mines. Dans ces rapports sont formulées diverses conclusions théoriques, appuyées sur de nombreuses recherches expérimentales, et qui sont importantes pour le sujet qui nous occupe. Nous allons les faire connaître sommairement sans insister sur les expériences sur lesquelles elles s'appuient et pour le détail desquelles nous renverrons aux rapports eux-mêmes.

I. — **Recherches théoriques de la Commission des substances explosives sur les conditions d'emploi des substances explosives dans les mines à grisou.** — On sait quelle est la différence essentielle qui sépare en deux groupes profondément distincts les substances explosives telles que la poudre noire et celles auxquelles on donne le nom de brisantes, telles que la nitroglycérine, le fulmicoton, etc.

Les deux classes de substances sont susceptibles dans un temps très court, sous l'influence d'une cause étrangère relativement peu importante, soit thermique, soit mécanique, de rendre libre une quantité considérable de chaleur. Mais pour la poudre noire, cette chaleur est mise en liberté par la production d'une réaction chimique qui se transmet de proche en proche avec une vitesse ne dépassant pas quelques mètres à la seconde.

Avec les explosifs brisants, au contraire, la réaction, toujours excitée par une cause mécanique extrêmement violente, se propage dans la masse explosive avec une vitesse supérieure à celles des ondes sonores elles-mêmes et qui atteint et dépasse 5000 mètres à la seconde. C'est à cette propagation spéciale qu'on donne le nom d'*onde explosive*.

On se fera une idée de l'extraordinaire rapidité de cette propagation si l'on considère qu'une cartouche de 1 décimètre de longueur détone complètement dans un espace de temps qui ne dépasse pas la cinquante millième partie d'une seconde. Il en résulte que la détonation est complète avant qu'aucun phénomène physique, tel que la dilatation gazeuse, ait le temps de se produire d'une façon appréciable. La détonation, c'est-à-dire la décomposition chimique de l'explosif ayant pour résultat de transformer en gaz tout ou partie de la substance explosive et de porter ces gaz à une température extrêmement élevée, l'espace occupé par une cartouche de dynamite, par exemple, se trouve, après la détonation, rempli par une masse gazeuse portée à une température de près de 3000°, et dont le volume à 0° et sous la pression atmosphérique serait plus de 800 fois supérieur. La pression exercée par cette masse gazeuse sur tout

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'espace environnant est donc énorme et peut être évaluée à plusieurs dizaines de mille atmosphères. On s'explique ainsi les effets mécaniques si prodigieusement intenses que subissent les corps sur lesquels l'explosif est simplement posé.

De semblables effets ne se produisent pas avec la poudre noire déflagrant à l'air libre, parce que, à cause de la faible vitesse avec laquelle la déflagration se propage, les gaz produits ont le temps de se dilater graduellement et ne se trouvent, à aucun moment, soumis à une pression considérable.

Pour distinguer les deux classes, si profondément dissemblables, de substances susceptibles de détoner, nous conviendrons d'appeler *déflagrantes* les substances détonant à la manière de la poudre noire, en réservant la qualification d'*explosives* aux substances susceptibles d'être parcourues par l'onde explosive.

Il faut ajouter que les substances explosives sont, en général, susceptibles de déflagrer, c'est-à-dire de brûler à la manière de la poudre noire, lorsqu'on porte un des points de leur masse à une température suffisamment élevée. Cette déflagration peut d'ailleurs se transformer subitement en détonation avec onde explosive. Pour certains explosifs tels que le fulminate de mercure, cette transformation est même presque immédiate, et l'onde explosive se produit, sans déflagration initiale appréciable, sous l'influence de la chaleur. C'est ce qui fait que le fulminate et les substances analogues sont employés comme *détonateurs*. La chaleur produit en effet aisément leur détonation, et cette détonation exerce un choc assez violent pour produire la détonation d'une substance explosive que l'application de la chaleur simple ferait simplement déflagrer.

Retard des mélanges grisouteux à l'inflammation. — Pour expliquer les phénomènes dissemblables que produisent les deux classes de substances détonantes en présence des mélanges d'air et du grisou, il faut faire intervenir une propriété de ces mélanges qui a été signalée par MM. Mallard et Le Châtelier(1) au cours de leurs recherches entreprises sous le patronage de la Commission française du grisou.

Les mélanges inflammables d'hydrogène et d'air ou d'oxyde de carbone et d'air, portés subitement à une température que l'on peut appeler la *température d'inflammation*, et qui, d'après les recherches expérimentales de MM. Mallard et Le Châtelier, peut être fixée à 555° pour le premier mélange, à 655° pour le second, s'enflamment immédiatement.

Lorsqu'on porte un mélange de grisou (formène) et d'air à la température de 650°, il s'enflamme aussi, mais seulement au bout d'un temps assez long qui peut atteindre une dizaine de secondes environ. La durée de ce retard à l'inflam-

1) *Recherches expérimentales et théoriques sur la combustion des mélanges gazeux explosifs.* — *Annales des Mines*, 8e sér., IV et suiv. (1883).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mation diminue d'ailleurs naturellement à mesure que la température à laquelle est porté le mélange gazeux dépasse de plus en plus celle de 658°.

Effets de la déflagration de la poudre noire au milieu d'une atmosphère grisouteuse. — Ces principes établis, supposons qu'une cartouche de poudre noire soit amenée à la déflagration au milieu d'un mélange d'air et de grisou. Les gaz, à une haute température, viennent se mêler graduellement au gaz extérieur ; ils ne se refroidissent guère que par ce mélange même, car ils ne se produisent que sous une faible pression et ne peuvent se refroidir par la dilatation mécanique. Comme d'ailleurs la température des gaz produits par la poudre est considérablement supérieure à 650°, l'inflammation du mélange grisouteux se produira infailliblement, exactement comme elle aurait lieu par le contact avec la flamme d'une allumette.

Si la poudre est bourrée et enflammée au fond d'un trou de mine, le bourrage du trou ou le sautage du rocher aura lieu pendant la déflagration de la charge, et une partie plus ou moins importante de celle-ci pourra brûler encore lorsque, par suite de ces deux effets, la flamme se trouvera directement en contact avec le mélange gazeux extérieur. Celui-ci pourra donc s'enflammer, sans que cependant cet effet puisse être considéré comme tout à fait certain.

On voit ainsi qu'avec la poudre noire aucune sécurité ne peut être obtenue dans les mines à grisou, et l'expérience, on l'a vu, confirme cette conclusion.

Effets de la détonation d'un explosif brisant au milieu d'une atmosphère grisouteuse. Détonation à l'air libre. — Prenons au contraire un explosif brisant et faisons-le détoner librement, sans enveloppe, au milieu d'une atmosphère inflammable de grisou et d'air, si toutefois, ce qui n'aura pas toujours lieu, cette détonation est possible. Comme nous l'avons dit plus haut, les gaz se trouvent, après la détonation, occuper le volume même de la cartouche sous une pression énorme et à une température très élevée. La détente se fait avec une extrême violence, entraînant un refroidissement des gaz, ainsi qu'un mélange d'une prodigieuse rapidité entre ceux-ci et l'atmosphère extérieure.

On comprend donc que, si la température à laquelle se produisent les gaz de l'explosif n'est pas trop élevée, il puisse arriver que le temps pendant lequel le mélange grisouteux, en contact avec ces gaz, sera porté au-dessus de 650° ne soit pas suffisant pour en amener l'inflammation.

On peut ainsi, en choisissant des explosifs brisants convenables, concevoir, ce qui était impossible à réaliser avec la poudre noire, l'espoir de produire des détonations au sein d'un mélange d'air et de grisou, sans en produire l'inflammation.

Il faut d'ailleurs remarquer que si le degré de sécurité dépend, en premier lieu, de la température de détonation de l'explosif, c'est-à-dire de la température à laquelle sont portés, au moment de la détonation, les gaz de l'explosif,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'expérience montre qu'il dépend aussi, d'une manière fort notable, de la masse même de ces gaz, c'est-à-dire du poids de la cartouche, l'inflammation du gaz extérieur étant plus facile et se produisant plus souvent lorsque ce poids est plus grand.

Pour comprendre ce dernier effet, il faut remarquer que le degré de sécurité dépend, toutes choses égales, du temps que les gaz de l'explosif mettent à passer de la température de détonation T à une température t inférieure à 650°. Cet abaissement de température est lui-même déterminé par la perte de chaleur que produit le mouvement communiqué aux molécules gazeuses, et par le mélange des gaz chauds avec le gaz froid.

Ne considérons que cette dernière cause de refroidissement. La rapidité avec laquelle les gaz chauds se diffusent dans le gaz froid ambiant dépend de la vitesse que prennent les premiers sous l'influence de la pression énorme qu'ils supportent après la détonation. Cette vitesse est sensiblement la même, pour un même explosif, quelle que soit la charge, puisque la pression reste la même. Mais, pour une petite charge, les gaz chauds n'auront besoin que de parcourir un espace relativement petit pour que la masse de l'air froid mélangée soit grande par rapport à celle des gaz chauds; on arrivera donc rapidement au moment où les gaz mélangés auront une température inférieure à 650°, et, à partir de ce moment, l'inflammation du grisou est devenue impossible. Le même phénomène ne se produira qu'au bout d'un temps plus long pour une charge plus forte, et les chances d'inflammation deviendront plus grandes.

Détonation, au milieu du grisou, de cartouches entourées d'une enveloppe massive. — Nous ne nous sommes occupés jusqu'ici que de la détonation d'une cartouche suspendue sans enveloppe, au milieu d'un mélange d'air et de grisou. Les phénomènes seront autres si la cartouche est enveloppée d'une matière, solide ou liquide, ayant une certaine masse. La Commission des substances explosives a constaté qu'une cartouche de 50 grammes de dynamite (à 25 p. 100 de silice), qui, en détonant à l'air libre, allume infailliblement un mélange d'air et de grisou, ne l'allume plus lorsqu'elle est entourée d'une épaisseur de quelques centimètres d'argile.

La Commission a pensé que l'influence de l'enveloppe d'argile devait être attribuée à la quantité de chaleur que soustrait au gaz de l'explosif le travail employé à disloquer et projeter la masse argileuse. La température des gaz, lorsqu'ils arrivent au contact du mélange grisouteux, est ainsi diminuée, et l'inflammation de ce mélange devient impossible.

La Commission a étudié, avec l'attention qu'il méritait, ce phénomène remarquable et s'est appliquée à démontrer l'exactitude de l'explication théorique qu'elle en proposait.

Comme il était difficile d'évaluer avec précision l'épaisseur de la couche

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'argile dont on enveloppait la cartouche, on plaça celle-ci dans des tubes métalliques, fermés à une extrémité, et dont on pouvait faire varier la nature et les dimensions. Le fond de cette éprouvette était rempli de sable, on introduisait ensuite la cartouche et on achevait de remplir avec du sable. Le tout était suspendu au milieu d'une chaudière, complètement close, remplie d'un mélange inflammable d'air et de grisou. La détonation de la capsule était provoquée au moyen d'un fil métallique porté au rouge par un courant électrique. On peut ainsi constater qu'une cartouche de 50 grammes de dynamite, enfermée dans un tube d'étain de 25 millimètres de diamètre intérieur sur 31 millimètres de diamètre extérieur, allume le grisou, tandis qu'une cartouche semblable enfermée dans un tube d'étain de 25 millimètres × 40 millimètres ne l'enflamme pas. L'influence de la masse métallique est ici manifeste.

Il était intéressant de constater et de mesurer dans chaque cas la quantité de chaleur perdue par les gaz de l'explosif pour se désagréger et projeter les parois du tube. On y est arrivé simplement en convertissant la chaudière (de 10 mètres cubes de capacité) dans laquelle se faisaient les expériences, en calorimètre à air. On faisait détoner une cartouche de dynamite de 50 grammes dans la chaudière close et remplie d'air à la température ambiante; les gaz chauds se mélangeaient à l'air de la chaudière, et la chaleur, rendue libre par la détonation, élevait la température du gaz intérieur de t à t'. Comme les gaz ne pouvaient se dilater, la pression intérieure augmentait et on mesurait, au moyen d'un manomètre à eau, cet excès de pression d'où l'on déduisait $t'-t$. Connaissant la masse d'air de la chaudière, $t'-t$ donnait la quantité de chaleur Q rendue libre par la détonation. Cette quantité peut être d'ailleurs directement connue pour la dynamite, qui détone complètement à l'air libre, et le nombre donné par l'observation s'est trouvé conforme au nombre théorique.

Si l'on répète la même observation en enfermant la cartouche de dynamite dans un tube métallique, on ne trouve plus qu'une quantité de chaleur Q'. La différence $Q' - Q$ est la quantité de chaleur perdue par les gaz de l'explosif et transformée en travail mécanique.

Avec une charge de 50 grammes de dynamite enfermée dans un tube de plomb de 30/35, on trouve : $\frac{Q'-Q}{Q} = 0{,}33$.

Le mélange grisouteux est enflammé par la détonation.

Avec une charge de 50 grammes de dynamite enfermée dans un tube d'étain de 25/40, on trouve : $\frac{Q'-Q}{Q} = 0{,}37$.

Le mélange grisouteux n'est plus enflammé.

Nous verrons tout à l'heure qu'on peut, lorsqu'on connaît la quantité de chaleur que dégage la détonation, calculer, d'une façon au moins approximative,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la température des gaz produits. Nous pouvons donc calculer les températures que possèdent les gaz produits par la détonation de la dynamite lorsque, après avoir projeté les parois du tube qui les contient, ils viennent en contact avec le mélange grisouteux; on trouve ainsi :

Tube plomb 30/35 $\frac{Q'-Q}{Q} = 0{,}33$. Température des gaz 2280° environ.
Tube étain 25/40 0,37. Température du gaz 2150° —

Il est donc permis de conclure de là que, *dans les conditions de l'expérience,* avec une charge de 50 grammes de dynamite, la température que doivent posséder les gaz de l'explosif pour enflammer le grisou est comprise entre 2150° et 2280°, soit environ 2200°.

Il est bien entendu que ce nombre n'a rien d'absolu : d'un côté, les données physiques qui servent à l'établir ne sont pas connues avec une grande précision; d'un autre côté, il varie, comme nous l'avons vu, avec la charge de l'explosif. Tout ce qu'on peut dire, c'est qu'avec une cartouche de 50 grammes détonant à l'air libre, lorsque la température des gaz que produit la détonation est supérieure à 2200° environ, ils allument toujours le grisou. L'inflammation n'a pas toujours lieu lorsque la température des gaz est inférieure à ce chiffre, et elle a d'autant moins de chances de se produire que la température s'en éloigne davantage.

Effet produit par des variations dans la densité de chargement. — La masse inerte que l'on impose aux gaz de l'explosif l'obligation de projeter, avant de venir en contact avec le gaz extérieur, n'est pas d'ailleurs la seule cause qui puisse modifier la température de ces gaz. Si la théorie qui a été exposée est exacte, le volume occupé par un poids donné d'explosif dans la masse solide qui l'enveloppe, c'est-à-dire ce qu'on appelle la densité de chargement, doit avoir aussi une influence appréciable. Supposons, en effet, qu'au lieu de bourrer exactement la cartouche dans le tube métallique on laisse tout autour d'elle un espace libre très notable, égal, par exemple, au volume de la cartouche. Avant que la pression intérieure ne fasse voler le tube en éclats, les gaz que produit la détonation doivent se dilater et venir occuper un volume deux fois plus grand que celui qu'ils occupaient après la détonation; leur pression aura donc considérablement diminué (1) puisqu'il n'y a pas eu de travail produit. Les parois du tube, étant sollicitées par une pression moindre, seront projetées avec une moindre vitesse, le travail produit sera moindre, et les gaz perdront une moins grande quantité de chaleur. La température des gaz ne diminuant pas d'ailleurs par leur dilatation dans l'intérieur du tube, puisque le travail que produit cette dilatation est nul, on voit que, finalement, cette température sera moins abaissée par la projection des parois du tube. Toutes les autres conditions restant les

(1) Si, sous les pressions énormes qu'on a ici à considérer, les gaz suivaient la loi de Mariotte (ce qui n'est pas), la pression s'abaisserait exactement à la moitié de sa valeur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mêmes, l'inflammation du grisou sera donc plus facile lorsque, au lieu de bourrer complètement la cartouche, on laissera un vide autour de celle-ci.

Cette délicate conséquence de la théorie a été pleinement vérifiée. On prit un tube d'étain de 25/40 qui s'oppose, comme on l'a vu, à l'inflammation du grisou lorsque la dynamite y est exactement bourrée. On y introduisit un tube de verre très mince dont le diamètre extérieur était beaucoup moindre que le diamètre intérieur du tube métallique, on le remplit de dynamite et on bourra par-dessus, en ayant soin de laisser vide l'espace compris entre le tube de verre et le tube métallique. Dans ces nouvelles conditions, la détonation enflamma le mélange grisouteux.

Des expériences de détonation faites dans la chaudière transformée en calorimètre montrèrent en effet que dans ces conditions, on avait :

$$\frac{Q' - Q}{Q} = 0{,}21$$

seulement au lieu de 0,37. La température des gaz, après la projection du tube, devait être ainsi de 2500° au lieu de 2150°.

Cette expérience montre qu'il y a grand avantage au point de vue de la sécurité dans les mines à grisou, à bourrer exactement l'explosif dans le trou de mine.

Effets différents produits par les capsules simples et les capsules renforcées. — Nous citerons enfin, comme confirmant pleinement toutes les conclusions précédentes, les faits suivants qui ont longtemps paru inexplicables à la Commission. Les capsules de fulminate de mercure peuvent être simples ou renforcées. Les premières sont formées en versant du fulminate de mercure humide dans un petit tube de cuivre fermé à une extrémité. Dans les capsules renforcées, le fulminate encore humide est, en outre, comprimé et recouvert d'une sorte de petit couvercle en cuivre percé d'un trou central. Or, la détonation des capsules simples enflamme toujours le grisou, tandis que celle des capsules renforcées ne l'allume jamais. Cela tient évidemment à ce que la masse métallique des capsules renforcées est un peu plus grande et surtout à ce que, par suite de la compression, leur densité de chargement est plus considérable.

Mais on rend aisément inoffensives les capsules simples en les enveloppant à l'extérieur par les spires contiguës d'un mince fil de laiton ; on augmente en effet ainsi, toutes choses restant identiques, la masse métallique que le fulminate doit projeter.

Formule permettant de calculer la température de détonation d'un explosif de composition connue. — Tout ce qui précède montre d'une manière très nette le rôle capital que joue, dans la question de la sécurité des explosifs en présence du grisou, la température des gaz que produit la détonation de ces explosifs. La recherche de cette température a, jusqu'ici, peu occupé les savants. Dans l'in-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dustrie, en effet, elle ne joue qu'un rôle tout à fait secondaire, et c'est à déterminer l'intensité de la puissance mécanique qu'on s'est surtout attaché.

La formule théorique qui donne la température de détonation t d'un explosif est facile à établir. Si C est la chaleur spécifique à volume constant, moyenne entre $o°$ et $t°$, des produits de la détonation d'un certain poids de l'explosif ; si Q en est la chaleur de décomposition, rendue libre par la détonation, on a

$$Ct = Q. \tag{1}$$

La plus grande partie des produits de la détonation sont gazeux. Or, les chaleurs spécifiques des gaz sont connues aux températures ordinaires, mais, transportées dans l'équation précédente, elles donnent pour t des valeurs beaucoup trop élevées et reconnues inadmissibles.

Il n'en est plus de même lorsqu'on donne à C les valeurs proposées par MM. Mallard et Le Châtelier, à la suite des expériences faites sous le patronage de la Commission du grisou (1) et que sont venues confirmer dans leurs traits essentiels des recherches analogues dues à MM. Berthelot et Vieille.

Ces valeurs sont fonctions de la température et peuvent être mises sous la forme

$$C = a + bt.$$

Lorsqu'on les introduit dans l'équation (1), celle-ci devient du second degré en t, et peut être écrite

$$At + Bt^2 = Q. \tag{2}$$

A et B peuvent être déduits des expériences de MM. Mallard et Le Châtelier ; Q est connu par les recherches thermochimiques de MM. Berthelot, Sarrau et Vieille, dès qu'on connaît la composition de l'explosif et la manière dont il se décompose sous l'influence de l'onde explosive. L'équation (2) permet donc de calculer t.

Il importait d'ailleurs de vérifier l'exactitude des coefficients A et B de cette équation. Les nombreuses recherches de MM. Berthelot, Sarrau et Vieille, sur la pression développée en vase clos par les explosifs, ont permis de faire facilement cette vérification. Les lois de Mariotte et de Gay-Lussac ne représentent plus correctement, pour de très fortes pressions, la relation qui lie le volume, la pression et la température d'une masse gazeuse. Il faut recourir à la loi plus générale de Clausius que l'on peut remplacer, avec une approximation suffisante, aux températures élevées que développe la détonation, par la loi dite du covolume et qui peut s'écrire

$$\frac{P}{p_o}\left(\frac{V}{v^o} - u\right) = \frac{273}{T}$$

(1) *Recherches expérimentales et théoriques sur la combustion des mélanges gazeux explosifs.* — *Annales des Mines*, 8e sér., IV., pp. 274 (1883).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

P, V, T étant la pression, le volume et la température absolue d'une masse gazeuse qui, à 0° et sous la pression p_0, occupe le volume v_0. Le coefficient u, sensiblement le même pour tous les gaz, au moins pour tous ceux qu'on peut rencontrer parmi les produits de la détonation des explosifs, peut être pris égal à 0,001.

On déduit facilement de là que si un poids π d'explosif détone dans une éprouvette de volume V, et si l'on appelle Δ (densité de chargement) le rapport $\frac{V}{\pi}$, la pression P exercée par le gaz après la détonation, sur les parois de l'éprouvette, sera donnée par l'expression

$$(3) \qquad P = \frac{\frac{1.033\, v_0\, T}{273\, \pi}\Delta}{1 - \frac{u v_0}{\pi}\Delta}$$

P étant exprimé en kilogrammes et p_0 étant supposé égal à 1 kilogramme.

Or, grâce aux savants que nous avons si souvent cités, MM. Berthelot, Sarrau et Vieille, on connaît, pour de nombreux explosifs, les valeurs expérimentales de P correspondant à diverses valeurs de Δ. On peut donc comparer ces valeurs expérimentales à celles qu'on obtient en portant dans (3) la valeur de T déduite de (2), et l'on constate que l'accord est satisfaisant. Cette concordance, très intéressante au point de vue de la physique des gaz, permet d'accorder confiance aux températures de détonation qu'on calcule en donnant aux chaleurs spécifiques gazeuses les expressions, croissant avec la température, déduites des expériences de MM. Mallard et Le Châtelier.

Le calcul, tel qu'il vient d'être exposé, donne pour les températures de détonation de quelques explosifs les nombres suivants :

Dynamite-gomme	3220°
Dynamite (à 25 p. 100 de silice)	2900°
Fulmicoton (coton endécanitrique)	2650°

On s'explique ainsi aisément que la détonation de l'une de ces trois substances, se produisant au milieu d'un mélange inflammable d'air et de grisou, enflamme inévitablement celui-ci, et que, contrairement aux premières conclusions de la Commission prussienne, la dynamite-gomme est la plus dangereuse des trois. L'expérience a d'ailleurs pleinement confirmé cette conclusion, car une cartouche de 50 grammes de dynamite-gomme enfermée dans un tube d'étain de 25/40 enflamme le grisou, tandis que cet effet n'est pas obtenu, comme on l'a vu plus haut, avec une cartouche de dynamite enfermée dans un tube semblable.

Résumé. — Pour résumer ce qui précède, on peut dire que les expériences de la Commission des substances explosives ont confirmé et donné l'explication pré-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cise de ce fait, déjà établi par la Commission anglaise, que les explosifs, c'est-à-dire les substances susceptibles d'être parcourues par l'onde explosive, sont beaucoup moins dangereuses, dans les mines à grisou, que la poudre noire, que la sécurité parfaite, impossible avec l'emploi de la poudre noire, est possible avec des explosifs convenablement choisis. La sécurité procurée par un explosif est d'autant plus grande que le travail qui lui est imposé, à poids égal, est plus grand. Cette sécurité est d'autant plus grande que l'explosif est mieux et plus complètement bourré dans le trou de mine; elle est d'autant plus grande que la masse de l'explosif est moins considérable.

Toutes choses égales, la sécurité dépend surtout de la température de détonation de l'explosif. La Commission a donné des formules au moyen desquelles on peut calculer la température de détonation d'un explosif dont la composition et le mode de décomposition sous l'influence de l'onde explosive sont connues. Au moyen de ces formules on peut apprécier immédiatement le degré de sécurité d'un explosif donné. Il convient que, dans tous les cas, la température de détonation soit inférieure à 2 200°; il convient qu'elle ne dépasse pas 1 900°.

Nous allons maintenant passer en revue les divers explosifs proposés pour être employés dans les mines à grisou, et les expériences dont ils ont été l'objet.

II. **Classification et étude des divers explosifs.** — Toute substance qui, en se décomposant suivant un certain mode, dégage de la chaleur, peut être un explosif, si elle possède une aptitude convenable à la détonation, c'est-à-dire si la décomposition provoquée en un point par un choc violent est suffisamment apte à se propager sous la forme d'une onde explosive.

L'aptitude à la détonation n'a d'ailleurs rien d'absolu, car elle dépend de l'intensité du choc qui la met en œuvre et de l'état physique de la substance. Un explosif, dont la détonation ne peut être provoquée par une capsule de fulminate, pourra détoner, si l'on interpose, entre la capsule et l'explosif, un autre explosif, tel que la dynamite, plus apte à la détonation. Telle substance qui, sous l'influence d'une capsule de fulminate, ne détone pas à l'état comprimé, détonera lorsqu'elle sera réduite en poudre.

Explosifs simples. — Les explosifs simples peuvent être divisés en deux classes, suivant que leur décomposition donne naissance à des produits comburants ou à des produits combustibles. Dans la première classe, se trouvent :

1° La nitroglycérine

$$C^6H^{10}Az^6O^{18} = 6CO^2 + 5H^2O + 3Az^2 + O$$

2° La nitromannite

$$C^6H^8Az^6O^{18} = 6CO^2 + 4H^2O + 3Az^2 + O^2$$

3° L'azotate d'ammoniaque

$$Az^2H^4O^3 = Az^2 + 2H^2O + O$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

4° Le chlorate de potasse

$$Cl^2O^5K^2O = 2KCl + O^6$$

Le chlorate de potasse, se décomposant spontanément et acquérant alors une grande facilité à détoner par le choc, est considéré comme trop dangereux pour pouvoir être employé dans les explosifs destinés aux mines.

Dans la seconde classe, le mode de décomposition que provoque la détonation n'est point connu avec certitude; cette classe est d'ailleurs très nombreuse, nous citerons seulement :

1° Les cotons nitriques représentés par la formule générale :

$$C^{24}H^{40-n}Az^nO^{20+2n}$$

dans laquelle n varie de 11 (fulmicoton) à 8 (collodion).

2° L'acide picrique

$$C^{12}H^6Az^6O^{14}$$

3° La binitrobenzine

$$C^6H^4Az^2O^4$$

4° La chlorobinitrobenzine

$$C^6H^3ClAz^2O^4$$

5° L'azotate de cuivre ammoniacal

$$Az^2O^5CuO, 4AzH^3$$

6° Le picrate d'ammoniaque

$$C^6H^6Az^4O$$

7° Le fulminate de mercure

$$C^4Hg^2Az^2O^4$$

La plupart de ces explosifs dégagent de l'oxyde de carbone par la détonation; ils ne peuvent donc être employés directement dans les mines où il importe de ne pas produire un gaz aussi éminemment toxique.

La présence, dans les produits de la détonation, de gaz combustibles tels que l'hydrogène et l'oxyde de carbone présente un danger qui a été signalé par la Commission. Elle a montré, en effet, que ces gaz, lorsqu'ils viennent, à une haute température, au contact de l'air, peuvent s'enflammer : la chaleur ainsi produite ralentit naturellement le refroidissement des gaz et peut permettre l'inflammation du grisou.

Explosifs binaires. — Au lieu d'explosifs simples, on peut se servir d'explosifs binaires ou en général multiples, formés du mélange de deux ou plusieurs substances. Pour que ce mélange soit explosif, c'est-à-dire puisse être parcouru par une onde explosive, il ne suffit pas que la réaction mutuelle des substances mélangées soit explosive, il est encore nécessaire que l'une au moins des substances mélangées le soit. C'est ainsi que le mélange soufre, azotate de potasse,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

charbon, qui est susceptible de se décomposer graduellement en rendant libre une quantité considérable de chaleur, n'est pas cependant explosif au sens que nous attachons à ce mot, parce qu'aucun des éléments du mélange n'est explosif.

Il y a plus, la Commission a montré que lorsque la détonation a lieu, non pas en vase clos, mais à l'air libre, l'onde explosive traverse la cartouche en provoquant simplement la décomposition des substances explosives, et en laissant intactes les substances non explosives ; les substances, gazeuses ou non, qui résultent de la décomposition de chacun des explosifs mélangés ne réagissent pas les unes sur les autres. Si, par exemple, on mélange deux substances explosives, l'une se décomposant avec excès d'oxygène, l'autre se décomposant avec excès de gaz combustibles, ceux-ci ne seront pas brûlés par l'oxygène de la première ; le parcours de l'onde explosive et la projection des matières gazeuses sont des phénomènes trop rapides pour permettre en général la réaction mutuelle de deux substances même contiguës.

En vase clos, au contraire, les produits auxquels a donné naissance l'onde explosive restant d'autant plus longtemps en contact que le vase se brise avec plus de difficulté, il pourra arriver que ces produits réagissent mutuellement les uns sur les autres, et réagissent aussi sur les substances non explosibles que renfermait le mélange.

Les réactions sont donc en général beaucoup plus complètes en vase clos qu'à l'air libre, et cela explique pourquoi certains mélanges explosifs qui ne produisent en détonant à l'air libre que des effets insignifiants, peuvent être, au contraire, très énergiques en détonant en vase clos.

On peut classer les mélanges explosifs binaires comme le montre le tableau suivant.

Premier groupe. — PRODUITS DE LA DÉTONATION NE POUVANT RÉAGIR MUTUELLEMENT. — 1° Explosif comburant ou combustible et Non-Explosif indécomposable par la détonation.

2° Explosif comburant ou combustible et Non-Explosif décomposable par la détonation.

3° Explosifs, tous les deux combustibles ou tous les deux comburants.

2° *Deuxième groupe.* — PRODUITS DE LA DÉTONATION POUVANT RÉAGIR MUTUELLEMENT. — 1° Explosif combustible. Comburant non explosif.

2° Explosif comburant. Combustible explosif ou non.

Nous allons successivement passer en revue ces deux groupes de mélanges explosifs binaires.

I. — PRODUITS DE LA DÉTONATION POUVANT RÉAGIR MUTUELLEMENT. — 1° *Explosif comburant ou combustible et Non-Explosif indécomposable.* — Pour l'emploi dans les mines et surtout dans les mines à grisou, l'explosif doit être comburant, et, comme l'azotate d'ammoniaque ne peut être employé à cause de sa faible

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aptitude à la détonation, cet explosif ne pourra être que de la nitroglycérine.

Le type des mélanges de cette classe est la dynamite, composée de nitroglycérine et de silice. Cette dernière substance a pour but d'absorber la nitroglycérine et d'éviter les inconvénients graves qui résultent de l'emploi d'un explosif liquide.

Ce mélange a aussi pour résultat d'abaisser la température de détonation. C'est ainsi que par le mélange de 25 p. 100 de silice (dynamite n° 1) avec la nitroglycérine, la température de détonation est abaissée de 3140° à 2900°. Cet abaissement de température diminue le danger de l'emploi en présence du grisou ; toutefois, pour arriver à un degré convenable de sécurité, il faudrait augmenter beaucoup la proportion de matière inerte qui n'agit comme réfrigérant que par sa chaleur spécifique ; on arriverait ainsi très vite à un explosif qui, pour un effet utile donné, aurait un volume trop considérable et trop encombrant.

2° *Explosif comburant ou combustible et Non-Explosif décomposable par la détonation.* — On obtient un résultat plus satisfaisant en mêlant à la nitroglycérine une substance qui peut éprouver sous l'action de la haute température que produit la détonation, une décomposition plus ou moins complète, absorbant de la chaleur. Cette substance peut être un sel hydraté perdant son eau plus ou moins aisément, tel que le carbonate de soude cristallisé, le sulfate de manganèse, l'alun. On peut aussi choisir un sel susceptible de se décomposer sous l'influence de la chaleur; il sera évidemment préférable que cette décomposition donne des produits exclusivement gazeux qui contribuent à augmenter la pression développée par la détonation et par conséquent l'effet utile de la substance. La Commission avait essayé le mélange du chlorhydrate d'ammoniaque à la nitroglycérine; ce mélange peut être rangé dans la classe de ceux que nous étudions en ce moment, bien que l'ammoniaque que peut produire la décomposition du chlorhydrate soit partiellement brûlé par l'oxygène en excès de la nitroglycérine; la quantité de chaleur dégagée par cette réaction est, en effet, très inférieure à celle qu'absorbe la décomposition du sel.

Tous les mélanges de cette classe ont un inconvénient sérieux qui provient de la différence signalée plus haut dans le mode de détonation d'un mélange binaire, suivant que cette détonation se fait à l'air libre ou en vase clos. A l'air libre, le sel ne se décompose que fort peu ; il se comporte donc, pour diminuer la température de détonation, presque comme le ferait une substance inerte, telle que la silice. Dans ces conditions, pour abaisser assez la température et obtenir la sécurité, il faut donc mélanger à l'explosif une forte quantité de sel. Dans un vase clos, tel qu'un trou de mine, au contraire, le sel se décompose par la détonation; cette décomposition absorbe beaucoup de chaleur et l'effet utile de l'explosif est alors affaibli plus qu'il n'est nécessaire.

Le choix d'un sel hydraté a d'ailleurs un inconvénient particulier et d'une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

assez sérieuse gravité. Si, en effet, le sel employé se déshydrate à une température peu élevée, il pourra arriver que la déshydratation se produise dans les magasins où l'explosif est conservé; l'eau, mise en liberté, se substitue, pour l'imbibition par la silice, à la nitroglycérine qui exsude à l'état liquide et rend le maniement des cartouches dangereux. C'est ce qui arrive particulièrement pour le carbonate de soude cristallisé qui perd son eau entre 34° et 35°.

Sous le nom de *Wetterdynamit* (*dynamite grisou*), les mélanges de dynamite et de carbonate de soude cristallisé ont été l'objet de nombreuses recherches; l'emploi en a été recommandé par les Commissions du grisou prussienne (1) et autrichienne (2).

La Commission autrichienne a expérimenté le mélange de 66 dynamite (à 21,3 p. 100 de silice) et 34 carbonate. Une charge de 100 grammes de ce mélange, posée sur le sol, n'a jamais enflammé le grisou en détonant à l'air libre. Dans les mêmes conditions, une charge de 150 grammes a produit l'inflammation quelquefois, et une charge de 200 grammes l'a produit chaque fois.

La Commission prussienne a expérimenté surtout le mélange contenant 60 grammes de dynamite (à 23 p. 100 de silice) et 40 grammes de carbonate. Une charge de 250 grammes de ce mélange placée sans bourrage, au fond d'un trou creusé dans un énorme bloc d'acier fondu, a toujours détoné sans allumer le grisou. Dans les mêmes conditions, une charge de 450 grammes ou environ n'a enflammé qu'une fois sur trois expériences.

L'effet utile de l'explosif dans la mine a été considéré comme équivalent aux 3/2 de celui de la poudre noire. Les amorces employées contenaient 0^{gr},54 de fulminate.

La Commission autrichienne recommande de ne pas employer de la wetterdynamit fabriquée depuis plus de 5 à 6 semaines; elle recommande, en outre, de faire dégeler les cartouches gelées en les plongeant dans de l'eau portée à 40° au plus, de manière à éviter la décomposition du sel cristallisé.

La Commission prussienne relate les faits suivants, qui sont à prendre en considération. Dans des essais faits en grand à la mine König, un lot de 1 000 kilogrammes de wetterdynamit contenant 40 p. 100 de carbonate de soude se trouva congelé le 10 avril 1888. On dégela 75 kilogrammes en les plongeant dans de l'eau chaude, sans s'occuper de ne pas dépasser la température de 35°; une partie des cartouches laissèrent exsuder la nitroglycérine, en même temps qu'elles devenaient rigides. Ces cartouches durent être brûlées sur un bûcher. Le reste du lot de cartouches dégela en magasin et fut consommé au commencement de juillet.

(1) Lohman, *Bericht über weitere in der Versuchstrecke zu grube König, etc.* Zeit. für das Berg-Hutten und Salinen Wesen. — B. XXXVII, 1 Heft, p. 83 (1889).

(2) *Œster Zeit. fur Berg. und Hüttenwesen.* — (1889), 9 mars à 13 avril.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un second lot de 2 000 kilogrammes fut emmagasiné le 4 juillet. Les cartouches commencèrent, à la fin d'août, à laisser exsuder la nitroglycérine; 187kg,5 durent être détruits, conformément aux règlements de police des mines: on put éviter la destruction du reste des cartouches en les saupoudrant de kieselguhr. On attribua ce fâcheux résultat à ce que les cartouches ne contenaient pas assez de kieselguhr. Il nous paraît vraisemblable que les cartouches avaient été exposées à une température assez grande pour qu'une partie au moins du sel fût décomposée.

On a fait aussi quelques essais en substituant le sulfate de magnésie hydraté à Mg O. SO^3+7 aq (Bittersalz) au carbonate de soude. Ces essais sont encore très incomplets.

La Commission des substances explosives a expérimenté avec succès le mélange à parties égales de dynamite et de sulfate de soude cristallisé; de dynamite et d'alun ammonical; de dynamite et de chlorhydrate d'ammoniaque. Elle a même constaté que le mélange à poids égaux de dynamite et de poussière très fine de houille de Blanzy n'allume pas les mélanges grisouteux, bien que la poussière de la houille de Blanzy soit particulièrement inflammable.

3° *Explosifs tous les deux comburants ou tous les deux combustibles.* — Parmi les explosifs du premier groupe, c'est à ceux de cette classe que la Commission des substances explosives, après de nombreux essais, a donné la préférence. Il est clair que, dans les mines, les explosifs mélangés doivent être tous les deux comburants. L'un des explosifs doit donc être l'azotate d'ammoniaque et l'autre la nitroglycérine ou l'un de ses dérivés.

La Commission a particulièrement expérimenté les mélanges de dynamite et d'azotate, et elle a reconnu une sécurité satisfaisante aux deux mélanges faits, l'un dans la proportion de 30 de dynamite pour 70 d'azotate, l'autre dans la proportion de 20 de dynamite pour 80 d'azotate.

Le premier mélange développe, en détonant, une température de 1 630°, le second une température de 1 450° environ. Aucun d'eux n'a allumé, même en cartouches de 200 grammes, l'atmosphère grisouteuse au milieu de laquelle il détonait sans enveloppe.

On emploie, comme on le sait, deux moyens pour supprimer les dangers auxquels expose l'état liquide de la nitroglycérine. L'un est d'absorber l'explosif liquide par une matière pulvérulente et poreuse telle que la silice des infusoires; on obtient ainsi la dynamite. L'autre consiste à dissoudre dans la nitroglycérine de la nitrocellulose de manière à obtenir une substance gélatineuse qui est la dynamite-gomme. Le mélange de la silice avec la nitroglycérine abaisse la température de détonation; le mélange du même explosif avec la nitrocellulose, si celle-ci n'est pas en excès, augmente, au contraire, cette température, puisque la nitrocellulose est brûlée par l'oxygène de la nitroglycérine. Remplaçant la dyna-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mite par la dynamite-gomme, il faut donc, si l'on veut conserver au mélange la même température de détonation, augmenter la proportion d'azotate d'ammoniaque. Le mélange de 20 dynamite, 80 azotate-ammoniaque équivaut à peu près comme température de détonation au mélange 15 dynamite-gomme et 85 azotate d'ammoniaque.

Ces divers mélanges, de même que tous ceux qui contiennent l'azotate d'ammoniaque, ont l'inconvénient de se détériorer rapidement dans l'air humide, l'azotate d'ammoniaque absorbant aisément l'eau hygrométrique. Cette absorption d'eau est très nuisible à la sensibilité de l'explosif dont l'aptitude à la détonation diminue beaucoup. Il est donc très important de n'employer dans la fabrication que de l'azotate très sec et de préserver les cartouches en les entourant d'une ou même de deux enveloppes en papier imprégné de paraffine ou mieux de cire fondue. L'enveloppe n'est déchirée qu'au moment de l'emploi.

Les mélanges de 30 dynamite, 70 azotate et 20 dynamite, 80 azotate ont été essayés avec succès dans les mines d'Anzin, de Firminy, de Blanzy et de Ronchamp.

On a trouvé dans toutes ces mines que ces deux mélanges ont une aptitude suffisante de détonation, lorsque la capsule contient $0^{gr},50$ de fulminate. Les cartouches ont pu être conservées plus d'un mois sans subir une détérioration appréciable ; et il est probable que ce temps pourrait être beaucoup prolongé.

Il est très difficile de comparer entre elles les puissances de divers explosifs. Cette puissance dépend, en effet, de l'effet utile qu'on en veut obtenir. Il n'est pas indifférent de demander à un explosif l'éclatement de la roche sans déplacement notable, ou de lui demander un travail mécanique sous forme de projection de la matière. C'est le premier effet qu'on réclame dans les mines, et il dépend surtout de la pression que l'explosif exerce, en détonant, sur les parois du trou de mine. Cette pression peut, jusqu'à un certain point, être calculée lorsqu'on connaît la température de détonation et la densité de chargement (1) de l'explosif bourré dans le trou. On peut aussi comparer expérimentalement les pressions développées par les différents explosifs en faisant détoner des charges identiques dans des trous percés au milieu de blocs de plomb. Le trou se dilate et le volume de la cavité ainsi produite peut être pris comme la mesure de la pression. Par ce procédé on a trouvé à Anzin que les forces relatives de la dynamite-gomme et des deux mélanges expérimentés sont les suivantes :

Dynamite-gomme	100
Dynamite n° 1	80
30/70 Dyn. Azot.	55
20/80 — —	52

(1) Nous rappelons qu'on appelle *densité de chargement* le rapport du poids de l'explosif au volume dans lequel il est enfermé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Des expériences faites dans l'abatage des rochers ont conduit aux rapports suivants, qui sont notablement différents des premiers :

Dynamite-gomme	100
30/70 Dyn. Azot	58
20/80 — —	64

Ces dernières expériences ne peuvent guère conduire à quelque chose de précis : on ne peut, en effet, que comparer l'effet utile, c'est-à-dire le cube de rocher abattu sous des charges connues de chacun des explosifs. Mais pour que le résultat fût exact, il faudrait être sûr que, dans chaque cas, on a employé la quantité d'explosif justement suffisante pour briser la roche et l'amener à l'état de désagrégation convenable.

D'après les essais faits aux mines de Firminy, le rapport des forces explosives pourrait être ainsi évalué :

Dynamite-gomme	100
30/70 Dyn. Azot	57
20/80 — —	57
Poudre noire	26

Les essais ont presque tous été faits dans l'abatage du charbon.

A Blanzy, on a trouvé que la force explosive du mélange 30/70 dynamite-azotate diffère peu de celle de la dynamite n° 1. A Ronchamp, enfin, on a trouvé dans l'abatage au rocher les rapports suivants :

Dynamite n° 1	100
30/70 Dyn. Azot	97
20/80 — —	46

Le mélange 20/80 a été expérimenté dans une région où la roche était beaucoup plus dure que celle dans laquelle on avait expérimenté le mélange 30/70. Il est très vraisemblable que les charges du mélange 20/80 étaient trop faibles pour produire l'effet utile maximum.

Quoi qu'il en soit des discordances inévitables entre les nombres que nous venons de citer, ceux-ci démontrent que les deux mélanges expérimentés peuvent être employés, sans grand désavantage, partout où la dynamite est employée. Si la force explosive est un peu plus faible, le prix de l'explosif sera aussi plus faible, et la sécurité pourra être obtenue, en même temps qu'un abaissement dans le prix de revient.

La Société générale des dynamites livre à l'industrie, en ce moment, des mélanges de dynamite-gomme et d'azotate dans des proportions variées. La Compagnie d'Anzin a expérimenté les mélanges contenant 12 de dynamite-gomme et 88 d'azotate qu'elle a appliqués aux travaux au rocher nécessités par l'élargissement des voies creusées dans les couches.

Pour remplacer la dynamite-gomme, elle emploie un mélange contenant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

30 p. 100 de dynamite-gomme et qu'elle considère comme d'un emploi très avantageux. Ce mélange, dans des trous bourrés, peut être considéré comme présentant des garanties suffisantes de sécurité pour les travaux de percement au rocher.

II. — PRODUITS DE LA DÉTONATION POUVANT RÉAGIR MUTUELLEMENT. — Passons maintenant aux mélanges pour lesquels les produits de la détonation individuelle de chacune des substances mélangées peuvent réagir mutuellement.

1° *Explosif combustible et comburant non explosif.* — Parmi les mélanges formés d'un explosif combustible et d'une substance non explosive combustible, on peut citer ceux qui contiennent du fulmicoton et un azotate, de soude, de potasse ou de baryte.

Une poudre contenant :

Cellulose azotique	60
Azotate de baryte	30
Salpêtre	6
Gélose	3
Paraffine	1
	100

est vendue par l'administration des poudres au public, sous le nom de *poudre pyroxylée*. La Commission des substances explosives l'a essayée en la faisant détoner dans le grisou sous la forme de cartouches fortement comprimées. Les résultats ont été assez satisfaisants.

On remarquera que le mélange précédent contient moins d'azotate qu'il n'en faudrait pour brûler complètement le coton nitré. La combustion complète exigerait, en effet, si l'on n'avait que de l'azotate de baryte, 41 de coton et 59 d'azotate. Avec cette proportion des éléments, la température de détonation du mélange dépasserait 2 600° ; on serait obligé, pour abaisser cette température en maintenant la combustion complète, d'augmenter beaucoup le dosage de l'azotate de baryte, mais on obtiendrait alors un mélange dont l'aptitude à la détonation serait insuffisante, l'azotate de baryte n'étant pas explosif.

Si l'on veut maintenir la règle de n'employer dans la mine que des explosifs ne dégageant pas normalement d'oxyde de carbone par la détonation, il faut donc renoncer aux mélanges du type que nous étudions en ce moment. Le prix de revient en serait d'ailleurs assez élevé.

2° *Explosif comburant et substance combustible explosive ou non.* — Si l'on veut obtenir un explosif ayant une température de détonation peu élevée, on ne peut songer à prendre la nitroglycérine pour explosif comburant, puisque cette substance a déjà une température de détonation trop élevée, que la réaction mutuelle des produits de la détonation élève encore. La dynamite-gomme formée par le mélange, à combustion complète, de la nitro-glycérine et du coton octo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nitrique, a, en effet, une température de détonation supérieure à 3 200° plus élevée que celle de la nitro-glycérine. La dynamite-gomme est plus dangereuse, au point de vue du grisou, que la dynamite. La Commission des substances explosives a, en effet, constaté qu'une charge de 50 grammes de dynamite bourrée dans un tube d'étain de 25 millimètres de diamètre intérieur et 40 millimètres de diamètre extérieur n'enflamme pas le grisou en détonant, tandis que, dans les mêmes conditions, la détonation d'une charge de 50 grammes de dynamite-gomme allume le gaz.

On ne peut donc se servir que de l'azotate d'ammoniaque comme explosif comburant. On peut employer comme substance combustible une substance non explosive, telle que la naphtaline, le goudron, etc. L'aptitude à la détonation de l'azotate d'ammoniaque étant très faible, et la réaction des produits de la détonation sur la substance mélangée ne se produisant que très partiellement, la détonation des mélanges de cette nature est nulle ou très incertaine à l'air libre.

En vase clos, la détonation de l'azotate d'ammoniaque est beaucoup plus facile, la réaction des produits de la détonation sur la substance combustible se produisant plus ou moins complètement, augmente encore cette aptitude à la détonation, et la détonation peut être suffisamment complète. La Commission des substances explosibles avait essayé un mélange formé de 92 azotate d'ammoniaque et 8 naphtaline, qui avait très bien détoné dans des tubes métalliques et dans des trous faits en terre. La Commission avait donc demandé que des essais fussent faits dans les mines sur un mélange qui avait l'avantage d'être d'un maniement absolument sans danger et d'un prix extrêmement bas. Malheureusement, d'après le résultat des expériences, on a dû conclure que l'aptitude à la détonation en est insuffisante dans la pratique.

Il convient donc, pour accroître l'aptitude du mélange à la détonation, que la substance combustible soit elle-même explosive.

Les explosifs donnant naissance, en détonant, à des produits combustibles sont nombreux, comme nous l'avons déjà dit. Les principales substances essayées jusqu'ici sont :

1° Le coton nitré ;
2° La benzine nitrée ;
3° La benzine chloronitrée ;
4° La naphtaline nitrée ;
5° L'azotate cuproammonique.

La Commission des substances explosives a étudié les mélanges *d'azotate d'ammoniaque et de coton nitré*. A cause de la plus faible température de détonation et du prix moins élevé de la substance, elle s'est arrêtée, parmi toutes les variétés de coton nitré, au coton octonitrique. Restait à déterminer les proportions relatives des deux substances du mélange. La combustion complète cor-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

respond au mélange 31 coton et 69 azotate ; la température de détonation est alors de 2 260° environ. On abaisse cette température en augmentant la proportion d'azotate d'ammoniaque. La Commission des substances explosives a proposé l'emploi d'un mélange contenant 15 grammes de coton octonitrique et 85 grammes d'azotate d'ammoniaque.

Même avec des charges de 200 grammes détonant à l'air libre, ce mélange, dont la température de détonation est de 1 700° environ, n'a pu enflammer les mélanges grisouteux. Il détone bien sous l'influence de capsules contenant 1^{gr},50 de fulminate.

Des essais faits à Anzin dans des blocs de plomb ont donné 66 p. 100, pour le rapport de la force explosive du mélange à celle de la dynamite-gomme. Dans les travaux au rocher, le même rapport a été évalué à 72 p. 100. Aucun raté n'a été constaté sur 5 kilogrammes de cartouches.

A Firminy, on a constaté un raté sur 34 coups.

A Ronchamp, bien que les expériences aient été faites à la fin de novembre sur des cartouches préparées en août, on n'a pas eu de ratés. Le rapport de la force explosive à celle de la dynamite n° 1 a été trouvé, dans des travaux au rocher, égale à 79 p. 100.

A Blanzy, on a signalé d'assez nombreux ratés, ce qui paraît en désaccord avec les essais faits dans les autres mines.

La poudrerie de Sevran-Livry a envoyé récemment, dans diverses mines, des cartouches contenant un mélange de 10 coton et 90 azotate. On ne connaît encore que les résultats des essais faits à Anzin. L'explosif, dont la température de détonation est de 1 560° environ, s'est bien comporté, et la force explosive en a paru égale à celle de la dynamite n° 1.

M. Favier a proposé, dans ces dernières années, de mélanger à l'azotate d'ammoniaque diverses substances explosives (1) nitrées, telles que la mononitronaphtaline. M. Lamm a particulièrement recommandé la binitrobenzine et il a nommé *bellite* un mélange de ce corps nitré avec l'azotate d'ammoniaque.

Ces deux inventeurs dosaient d'ailleurs leurs mélanges de manière à obtenir le maximum d'effet utile, c'est-à-dire de manière à produire la combustion complète des produits de la détonation. Dans ces conditions, la température de détonation est supérieure à 2 000°. Pour obtenir la sécurité nécessaire dans les mines à grisou, il convient d'augmenter la proportion d'azotate d'ammoniaque.

Lorsqu'on mélange à l'azotate la *mononitronaphtaline*, le mélange à combustion complète contient 9,15 de cette substance et 90,85 d'azotate. La température de détonation est de 2 120° environ. L'aptitude à la détonation est faible et la

(1) Nous rappelons que nous entendons par ce mot des substances explosives en théorie, c'est-à-dire susceptibles théoriquement de se décomposer avec dégagement de chaleur, qu'on puisse ou non provoquer effectivement cette décomposition par le choc d'une capsule détonante.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

substance ne détone pas à l'air libre. Lorsqu'on augmente cette proportion d'azotate, déjà si considérable, l'aptitude à la détonation est encore diminuée. Il semble donc préférable de remplacer la mononitronaphtaline par la *binitrobenzine*.

Cette substance fond avant l'azotate d'ammoniaque et il est possible de préparer ce mélange de manière que les grains d'azotate soient en quelque sorte enrobés par la binitrobenzine. Il en résulte que le produit résiste beaucoup mieux à l'influence de l'humidité atmosphérique.

La combustion complète exige 12,5 de binitrobenzine pour 87,5 d'azotate. La Commission des substances explosives a essayé un mélange contenant 10 grammes de binitrobenzine et 90 grammes d'azotate. La température de détonation est de 1 900° environ ; elle est encore très élevée, mais il serait difficile de l'abaisser beaucoup plus, car l'aptitude à la détonation deviendrait trop faible. Cependant, sur trois cartouches de 200 grammes détonant sans enveloppe au milieu d'une atmosphère grisouteuse, une seulement a produit l'inflammation du gaz. Ce mélange détone bien sous l'influence d'une capsule contenant $1^{gr},50$ de fulminate.

Le mélange 10 binitrobenzine, 90 azotate ammoniacal, a été essayé dans les mêmes mines qui avaient bien voulu expérimenter les précédents.

A Anzin, on a trouvé, dans les blocs de plomb, le rapport de la force explosive du mélange à celle de la dynamite-gomme égal à 68 p. 100. Dans l'abatage au rocher, le même rapport a été évalué à 80 p. 100. On a été particulièrement satisfait des effets explosifs de cette matière, qui a une densité plus grande que celle des autres mélanges essayés et qui, occupant moins de place dans le trou, peut être employée en charges plus considérables. Sur 5 kilogrammes d'explosif on n'a eu qu'un raté.

Avec la même quantité de substance, on a eu 2 ratés à Firminy.

A Ronchamp, on n'a pas signalé de ratés.

A Blanzy, les ratés n'ont pas été nombreux. On ne peut guère s'expliquer des résultats si discordants, quant à ce qui regarde l'aptitude à la détonation, qu'en admettant quelques différences dans le mode d'emploi, ou quelques imperfections dans une fabrication qui n'était guère qu'une fabrication de laboratoire. Il est très vraisemblable que les résultats seront meilleurs lorsqu'on aura affaire à une fabrication réellement industrielle.

La Commission a aussi essayé des mélanges dans lesquels la substance mélangée à l'azotate d'ammoniaque était *l'azotate cuproammonique*

$$Az^2O^5, CuO, 4AzH^3 = 256^g,5$$

qu'on obtient aisément en beaux cristaux bleu indigo lorsqu'on évapore à sec une dissolution d'azotate de cuivre saturée par l'ammoniaque. La combustion complète exige 76 p. 100 de sel cuivrique et 24 p. 100 d'azotate d'ammoniaque; ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mélange donne, en détonant, une température de 1 750° environ. La sécurité qu'il procure dans le grisou et l'aptitude à la détonation sont satisfaisantes, mais les gaz que produit la détonation sont désagréables, ainsi que l'ont constaté les expériences faites dans les mines; en outre, l'oxyde de cuivre contenu dans ces gaz pourrait être nuisible à la santé des ouvriers. Il ne semble donc pas qu'il y ait lieu d'adopter ce mélange explosif, dont le prix serait d'ailleurs relativement élevé.

On a proposé sous le nom de *Roburite* un mélange explosif formé par le mélange avec l'azotate d'ammoniaque, de la chlorobinitrobenzine, $C^6H^3Cl(AzO^2)^2$. Le mélange à combustion complète correspond à 21,8 de la substance organique et 78,2 d'azotate d'ammoniaque. La température de détonation ne peut être calculée parce qu'on n'a pas encore mesuré la chaleur de formation de la chlorobinitrobenzine. Des essais ont été faits sur des cartouches transmises à la Commission comme ayant la composition répondant à la combustion complète. Une cartouche de 170 grammes détonant sans enveloppe dans le grisou, l'a allumé. Pour obtenir une cartouche de 200 grammes n'allumant pas le grisou dans ces conditions, il a fallu mélanger 23 p. 100 de la substance des cartouches avec 77 p. 100 d'azotate d'ammoniaque, ce qui correspondait à 5 p. 100 de chlorobinitrobenzine et 95 p. 100 d'azotate d'ammoniaque. Le mélange ainsi obtenu détone encore très bien sans enveloppe, sous l'influence d'une capsule contenant $1^{gr},5$ de fulminate. La chlorobinitrobenzine peut donc former avec l'azotate d'ammoniaque des mélanges dont la sécurité est satisfaisante lorsque la proportion des substances mélangées est convenable, et l'aptitude de ces mélanges à la détonation les rend dignes d'attention.

Il nous semble peu utile d'examiner les nombreux explosifs auxquels on a imposé des noms fantaisistes et dont la composition est peu ou point connue. Cette incertitude sur un point capital enlève toute valeur aux expériences dont ces explosifs ont été l'objet, et qui se trouvent ainsi n'avoir point d'objet précis et défini. Le degré de sécurité que peut procurer un explosif dépend de sa composition centésimale. Il est extrêmement désirable que, tout en laissant aux inventeurs et aux fabricants le loisir d'imposer à leurs produits des dénominations plus ou moins étranges, les exploitants de mines exigent impérieusement que les cartouches qui leur sont livrées portent explicitement la nature et le dosage des substances dont elles sont formées. Le progrès est à ce prix, car, avec les fâcheux errements actuels, on ne peut profiter de l'expérience acquise, puisqu'on n'est jamais certain de la nature du produit auquel l'expérience se rapporte.

Résumé. — En résumé, la Commission des substances explosives paraît avoir fixé la théorie des explosifs susceptibles de garantir la sécurité dans les mines à grisou. Rien n'est plus aisé maintenant que de fixer *a priori*, et avec une approximation suffisante, le degré de sécurité d'un explosif dont la composition est donnée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Des mélanges sont déjà connus qui paraissent répondre aux vœux des mineurs. Parmi eux on peut citer :

1° Les mélanges de dynamite n° 1 et d'azotate d'ammoniaque dans lesquels la proportion de dynamite ne dépasse pas 40 p. 100;

2° Les mélanges de dynamite-gomme et d'azotate d'ammoniaque dans lesquels les proportions de dynamite-gomme ne dépassent pas 30 p. 100;

3° Les mélanges de coton-poudre octonitrique et d'azotate d'ammoniaque dans lesquels la proportion de coton-poudre ne dépasse pas 20 p. 100;

4° Les mélanges de binitrobenzine et d'azotate d'ammoniaque dans lesquels la proportion de binitrobenzine ne dépasse pas 10 p. 100;

Avec les proportions maxima qui viennent d'être indiquées, la température de détonation ne dépasse pas 1 900°; la force explosive n'est pas notablement inférieure à celle de la dynamite-gomme.

La sécurité procurée par ces nouveaux explosifs ne peut pas d'ailleurs être considérée comme absolue, et il est important de remarquer qu'elle est plus grande avec une charge plus faible et avec un bourrage plus soigné. Il restera donc nécessaire de conserver les mesures de précautions usitées depuis longtemps dans les mines à grisou, et notamment de constater, avant de tirer le coup de mine, l'absence du grisou dans le chantier. Il conviendra aussi de bourrer l'explosif avec soin et d'éviter la production des coups débourrants.

D'un autre côté, le degré de sécurité étant d'autant plus grand que la température de détonation de l'explosif est moins élevée, il conviendrait de faire usage de deux espèces d'explosifs.

L'une, dont la température de détonation pourrait atteindre 1 900°, serait réservée aux travaux de percement des galeries à travers bancs, dans lesquels le danger est moins grand et le besoin d'un explosif énergique plus impérieux.

L'autre espèce d'explosifs, dont la température de détonation ne dépasserait pas 1 500°, serait exclusivement employée pour les travaux dans la couche, où le danger est plus grand et où le besoin d'un explosif énergique se fait beaucoup moins sentir. La proportion de dynamite mélangée à l'azotate ne devrait pas, pour cette catégorie d'explosif, dépasser 20 p. 100, celle de dynamite-gomme 12 p. 100, celle de coton-poudre 10 p. 100. La force explosive des mélanges formés avec ces proportions maxima ne serait pas notablement inférieure à celle de la dynamite n° 1.

III. — **Des modes de bourrage.** — Les heureux résultats obtenus en cherchant à assurer la sécurité des mines à grisou par une composition convenable de l'explosif, enlèvent beaucoup d'intérêt aux nombreuses tentatives faites pour arriver au même résultat, sans modifier l'explosif, par un mode particulier de bourrage. Nous en dirons cependant quelques mots.

On a déjà vu que le mode spécial de déflagration de la poudre noire ne permet

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pas d'espérer, quelle que soit la nature du bourrage, que l'on puisse arriver à conjurer les dangers que fait courir cette déflagration dans une atmosphère grisouteuse. L'expérience a, sur ce point, devancé les explications théoriques.

Avec des explosifs, que parcourt l'onde explosive lorsque la détonation normale est obtenue, nous avons montré plus haut que le bourrage est loin d'être sans influence. La théorie et l'expérience sont d'accord pour montrer que, toutes choses égales, l'inflammation du grisou par les gaz provenant de la détonation est d'autant plus facile que le bourrage est plus parfait, qu'il reste moins de vide autour de l'explosif ou, suivant l'expression adoptée, que la *densité de chargement* est plus grande. Il importe donc que la cartouche soit bien enfoncée au fond du trou, et il sera bon que ce fond soit garni d'une matière plastique telle que de l'argile un peu humide. Il y aura aussi avantage à ce que les premiers éléments de bourrage soient plastiques, de manière à pouvoir pénétrer dans le vide laissé entre les parois et la cartouche.

On a attaché une grande importance à ce que la cartouche soit complètement enveloppée d'eau, et on a imaginé, à cet effet, diverses dispositions connues sous le nom de cartouches de sûreté. D'après ce que nous avons dit plus haut, on doit s'attendre à ce que l'eau ne se comporte, au moins à très peu près, que comme un corps massif quelconque, puisque l'extrême rapidité de la détonation ne permet pas à l'eau de se volatiliser en temps utile, du moins en quantité notable.

Pour constituer des cartouches de sûreté, on a proposé de placer la cartouche explosive, maintenue par un cadre de fil de fer, au milieu d'un sac en papier imperméable. Dans les cartouches Settle, le sac est rempli d'eau; dans les cartouches Heath and Frost, il est rempli par une matière gélatineuse qui joue le même rôle. La Commission des substances explosives a constaté qu'une cartouche Settle, détonant au milieu d'une atmosphère grisouteuse, peut enflammer celle-ci. Les cartouches de cette nature exigent d'ailleurs une augmentation considérable du diamètre du trou de mine, augmentation incommode dans la houille, presque impossible à admettre dans le rocher.

Pour éviter ce grave inconvénient, on a eu l'idée de placer au-dessus et au-dessous de la cartouche, dans des trous de diamètre ordinaire, des bourres composées d'une matière imbibée d'une quantité d'eau considérable. M. Galloway avait proposé de la mousse humide; MM. Chalon et Guérin emploient de la *gélosine*, matière gélatineuse contenant jusqu'à 98 p. 100 d'eau. Cette matière est moulée en cylindres ayant le diamètre du trou, et conservée dans l'eau jusqu'au moment même de l'emploi. Les bourres Chalon-Guérin ont évidemment l'avantage, à cause de leur plasticité, de procurer un bourrage très satisfaisant; mais le degré de sécurité qu'elles procurent ne dépassent guère celui que l'on peut obtenir avec un bourrage d'argile. Dans des expériences faites à Anzin sur des coups débourrants, on a constaté que la flamme produite par la détonation était à peu

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

près la même, que le bourrage fût fait avec de l'argile plastique ou avec des bourres Chalon-Guérin. La complication qu'entraîne l'emploi de ce mode de bourrage ne paraît donc guère être justifiée par l'augmentation de sécurité qu'il procure.

IV. — **Du mode d'allumage.** — Le mode d'allumage des coups de mine a une importance considérable au point de vue de la sécurité dans les mines à grisou. Cette question est cependant encore imparfaitement élucidée.

L'emploi de la poudre de mine paraissant devoir être décidément abandonné d'une façon complète, il est nécessaire que la détonation de l'explosif soit provoquée par une capsule suffisamment énergique. Si l'on emploie la mèche de sûreté, le bout qui plonge dans l'explosif sera coiffé par la capsule. Il est important que la capsule seule soit en contact avec l'explosif. La Commission des substances explosives a constaté que lorsqu'une portion de la mèche est en contact avec la dynamite, par exemple, celle-ci peut s'enflammer sans détoner lorsque le feu transmis par la mèche vient à l'atteindre. La dynamite brûle alors à la façon ordinaire jusqu'à ce que la détonation de la capsule vienne à se produire ; or, tant que la dynamite déflagre, elle se comporte comme la poudre noire et présente les mêmes dangers.

Outre cet inconvénient, la mèche de sûreté en présente encore d'autres ; elle doit en ,effet, être allumée à son extrémité libre et elle brûle pendant un temps assez long au milieu de l'atmosphère de la galerie.

L'allumage du grisou par la mèche, pendant que le feu la traverse, peut être évité par une fabrication soignée. La Commission des substances explosives a constaté que la combustion de la mèche Bickford peut se produire au milieu d'un mélange grisouteux sans l'enflammer, si la mèche est sans défauts. Toutefois il est dangereux de faire reposer la sécurité sur la perfection d'une fabrication difficile à contrôler. Il semble assez aisé de modifier la mèche de sûreté actuellement employée, de manière à faire presque absolument disparaître cette cause de danger. Des expériences se poursuivent en ce moment, à Anzin, dans cette direction, et on peut espérer qu'elles seront couronnées de succès.

Quant à la nécessité d'enflammer l'extrémité libre de la mèche, et au danger auquel on est exposé de ce fait, MM. Heath et Frost, en Angleterre (1), proposent d'y remédier au moyen d'une lampe de sûreté d'une construction spéciale.

Un tube pénètre dans la lampe, parallèlement à sa hauteur et par sa partie inférieure ; il porte, près de son extrémité supérieure, qui est fermée, deux trous latéraux obturés dans l'usage ordinaire par une petite broche en fer. Lorsqu'on veut allumer le coup de mine, on enfonce dans le tube la mèche, qui l'obture

(1) Les lampes Heath and Frost sont vendues par « The Gelatinous Cartridge and Safety lamp Co-Lim », Cobridge — Burslem (Angleterre).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

exactement, et on la pousse jusqu'à ce que l'extrémité vienne buter contre la broche. On fait sortir alors celle-ci des deux trous, au moyen d'un petit levier spécial, et on la fait rougir dans la flamme de la lampe. Lorsqu'elle est rouge, on l'engage de nouveau dans les deux trous du tube; elle vient en contact avec la mèche qu'elle enflamme. Cette lampe a été récemment essayée à Anzin et y a donné d'assez bons résultats.

Il semble, toutefois, qu'on réaliserait un progrès en supprimant l'emploi de la mèche de sûreté. On a préconisé en Autriche, il y a deux ou trois ans, l'emploi d'amorces de friction, semblables à celles dont se servent les artilleurs pour le tirage des canons et adaptées à l'usage des mines par un lieutenant-colonel du génie autrichien, M. Lauer (1).

L'amorce enfoncée dans la cartouche est amenée à la détonation par le frottement, sur le fulminate, de griffes métalliques qu'on met en mouvement par un fil de laiton renfermé dans un petit tube logé au milieu du bourrage. Ce fil est attaché à une corde assez longue pour que l'ouvrier qui la tire soit en sûreté.

Ce système d'amorce est employé exclusivement, depuis deux ans, par M. l'ingénieur en chef Mayer, dans la mine de houille qu'il dirige dans la Silésie autrichienne, et il s'en déclare satisfait. Les ratés, nombreux au début, par suite d'une fabrication imparfaite, sont devenus très rares, et les accidents, dus en partie à l'inexpérience des ouvriers, ont été très peu graves.

M. François, ingénieur en chef des mines d'Anzin, a fait aussi des expériences suivies sur ces amorces et a été satisfait de leur emploi. Il nous a d'ailleurs fait connaître que des amorces analogues avaient été, il y a une vingtaine d'années, employées dans une des mines du Nord, et qu'on y avait renoncé à la suite de la mort d'un ouvrier qui, en tombant, avait exercé une traction sur la corde et amené prématurément la détonation de la cartouche.

L'allumage des coups de mine par l'électricité paraît, au premier abord, réaliser tous les avantages désirables. Beaucoup d'appareils ont été proposés, et quelques-uns sont déjà appliqués sur une certaine échelle. Dans les mines à grisou, on doit proscrire les appareils donnant des étincelles au moment de leur emploi, car ces étincelles enflamment avec facilité les mélanges grisouteux. On doit donc rejeter l'emploi des roues Bornhart, des bobines d'induction, et même des coups de poing un peu énergiques.

On est ainsi amené à recourir à l'emploi des courants faisant rougir un fil métallique en relation avec la capsule. Quant à la façon de produire le courant, on peut avoir recours aux piles ou aux dynamos. Les piles sont, dans les mines, d'un emploi fort incommode; les dynamos paraissent beaucoup plus pratiques; on peut en fabriquer qui sont mises aisément en mouvement à la main. Ces appa-

(1) Les amorces Lauer sont fabriquées par Ed. F. Csánk, à Vienne (Autriche), II. Taborstrasse, 17.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

reils ne donnent pas ordinairement d'étincelles; il est cependant bon, par mesure de précaution, de les enfermer dans une boîte protégée par des toiles métalliques.

Il faut remarquer que si l'on tourne l'appareil trop lentement, de manière à produire un courant faible trop prolongé, il peut arriver, si le fil métallique est entouré de fulmicoton, que celui-ci se décompose sans entraîner l'inflammation du pulvérin et la détonation de l'amorce; il se produit un raté. Il est donc nécessaire de supprimer l'emploi du fulmicoton et d'envelopper directement le fil métallique par le pulvérin, ce qui exige, pour l'inflammation, un courant plus intense.

On sait que l'un des avantages de l'emploi de l'électricité pour le tirage des coups de mine est de pouvoir faire partir simultanément un certain nombre de coups. On peut placer chacun des coups dans un circuit dérivé; il faut alors que la résistance de chaque dérivation soit très sensiblement égale pour que la simultanéité se produise, et cette condition est assez difficile à remplir.

On peut aussi placer tous les coups sur le même circuit, mais il faut alors que le courant se produise immédiatement avec une grande énergie, sans quoi le premier coup qui partirait couperait le circuit et empêcherait la détonation des autres. MM. Manet frères ont récemment proposé, pour surmonter cette difficulté une dynamo d'une disposition ingénieuse. Les pièces sont mises en mouvement rapide, avant que le circuit soit fermé; la fermeture se produit seulement lorsque la vitesse de rotation a atteint une valeur déterminée; il se produit alors instantanément un courant intense susceptible de rougir à la fois tous les fils fins métalliques placés dans le circuit.

ARTS CHIMIQUES

FALSIFICATION DE L'OLÉINE COMMERCIALE PAR L'ACIDE LINOLÉIQUE, PAR MM. GRANDVAL ET VALSER, PROFESSEURS A L'ÉCOLE DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE REIMS.

Les fabricants de bougies saponifient, comme on le sait, les graisses animales à l'aide de la chaux, et décomposent le savon calcaire par l'acide sulfurique étendu qui met en liberté les acides gras. Ceux-ci sont fondus avec de l'eau chaude qui enlève l'acide sulfurique. Ils sont ensuite soumis à la presse hydraulique d'abord à froid, puis à chaud. L'acide oléique liquide se sépare, entraînant les matières colorantes qui lui donnent une teinte brune plus ou moins foncée, et il reste un pain d'acide stéarique blanc qui sert à la fabrication des bougies.

Quant à l'acide oléique, désigné commercialement sous le nom impropre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'oléine, il est livré pour la fabrication du savon et pour l'ensimage (graissage des laines avant la filature). Un certain nombre de filateurs le préfèrent à l'huile d'olives à cause de son prix moindre et aussi en raison d'un dégraissage plus facile, le carbonate de soude suffisant à l'enlever au tissu, tandis que l'huile d'olives exige l'emploi du savon.

Depuis quelques années, l'emploi de l'acide oléique a donné des mécomptes à divers industriels. Des tissus blancs, faits avec des fils ainsi ensimés, présentaient des barres d'une teinte jaune indélébile, que ni le dégraissage, ni le blanchiment à l'acide sulfureux n'ont pu faire disparaître, et qui restaient très apparentes quand le tissu recevait une teinture d'une nuance claire.

Nous avons eu à examiner les oléines auxquelles on attribuait ces accidents, et nous avons acquis la certitude qu'ils sont dus à la présence, dans certaines oléines, d'une quantité quelquefois assez forte d'acide linoléique. Voici comment celui-ci y est introduit.

Depuis quelques années, on extrait des graisses animales fraîches, à l'aide d'une douce chaleur, les parties les plus fluides qui sont livrées à l'alimentation sous le nom de margarine. Cette préparation se fait chez les fabricants de bougies, et elle se fabrique en grand, en Amérique, qui expédie sous le nom de suifs pressés, les graisses privées de leurs parties les plus fluides et qui sont constituées alors presque exclusivement par la stéarine, soit que les fabricants de bougies extraient la margarine chez eux, soit qu'ils traitent les suifs pressés d'Amérique, ils obtiennent un pain d'acides gras tellement dur, qu'il subit difficilement l'action de la presse et se purifie mal.

De là, l'idée de remplacer par une huile végétale les parties fluides, l'oléine animale qui a été extraite sous le nom de margarine. L'huile de lin a été choisie parce qu'elle fournit elle-même une certaine quantité d'acides gras solides qui augmentent ainsi le rendement au point de vue de la fabrication de la bougie. L'huile de lin est donc saponifiée à part, et les acides gras qu'elle fournit sont mélangés à ceux des suifs pressés qui, grâce à cette addition, se traitent facilement. L'acide oléique qui s'en écoule contient donc de l'acide linoléique, beaucoup plus oxydable et siccatif.

Quand un acide oléique ainsi constitué est employé à l'ensimage, voici ce qui arrive : si le tissage suit de près la filature, le dégraissage enlève complètement, comme d'habitude, tout le corps gras, et il ne paraît pas se produire d'inconvénients. Mais si le fil reste pendant quelques semaines sans être tissé, sous l'influence de l'air, de la chaleur et de la lumière, il jaunit fortement, surtout dans les parties extérieures des cannettes.

Rien ne peut plus faire disparaître cette coloration qui reste très apparente sur les tissus blancs et sur ceux qui reçoivent une teinture claire ; elle ne disparaît que sur ceux teints en noir on en couleur foncée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

D'après des expériences faites avec beaucoup de soin par MM. Masson, Berlet, Routier, de Reims, MM. Delhotel et Varlet, de Sedan, outre cet accident de coloration, capital dans certains cas, il se produit une plus grande quantité de déchets de filature, par suite du débourrage plus fréquent des machines; le fil est plus rude, poisseux, le dégraissage est un peu plus difficile. Là se bornent les mavais effets de l'acide linoléique, le foulage se fait comme d'habitude, la résistance de l'étoffe au dynamomètre reste la même, le garnissage se fait bien, et l'étoffe présente le même toucher.

Les inconvénients de l'emploi d'un acide oléique contenant de l'acide linoléique sont donc sérieux; voici comment on peut reconnaître cette falsification :

On fera bien d'opérer comparativement sur de l'acide oléique de bonne qualité que l'on trouve dans le commerce, et sur de l'acide linoléique que l'on préparera soi-même avec de l'huile de lin.

L'acide oléique contenant de l'acide linoléique présente les caractères suivants :

1° La teinte est d'un jaune brun plus pâle que celle de l'acide oléique commercial.

2° La densité est plus forte : nous l'avons trouvée variant de 0,912 à 0,919 dans divers échantillons à la température de + 15°, tandis que celle de l'acide oléique ne dépasse jamais 0,905. La consistance du liquide est plus grande; il n'est pas homogène, il est grumeleux, ce qui force à prendre cette densité à une température supérieure à + 15°. On le chauffe donc au bain-marie jusqu'à ce qu'il devienne fluide et homogène, et on y plonge l'oléomètre thermique de Pinchon. On note exactement le point d'affleurement et la température, et on fait la correction en ajoutant à la densité trouvée, 0,00064 pour chaque degré de température au-dessus de + 15°. Soit une densité trouvée de 0,903 à + 35°; 35 — 15 = 20°; 20 × 0,00064 = 0,012; 0,903 + 0,012 = 0,915 pour la densité évaluée à + 15°.

3° Quand on chauffe l'acide oléique contenant de l'acide linoléique, à une température même modérée, 50° environ, il prend après refroidissement une consistance de plus en plus ferme, et ce phénomène s'accentue chaque fois qu'on recommence l'opération au point de donner une masse butyreuse.

4° Si l'on prend 50 grammes du produit suspect et qu'on l'additionne de 450^{cc} d'alcool à 85°, il se produit, après agitation, un précipité d'aspect miroitant; l'acide oléique ordinaire se dissout complètement dans ces conditions. Des huiles minérales ou de résine, des huiles grasses ou de la paraffine mêlées à de l'acide oléique pourraient donner un dépôt insoluble dans l'alcool, dans les conditions de l'expérience, mais il est facile de caractériser le dépôt fourni par l'acide linoléique. On le recueille sur un filtre, on le lave à l'alcool, on le sèche, et on constate qu'il a un point de fusion de 47° environ. Il est facilement soluble dans l'alcool

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bouillant, d'où il se dépose cristallisé par le refroidissement. Il se saponifie facilement par la soude et donne un savon entièrement soluble dans l'eau chaude, à laquelle il communique la propriété de se prendre en gelée par le refroidissement, même en solution à $\frac{1}{100}$, propriétés qui appartiennent aux acides gras solides.

5° Si l'on traite 48 grammes d'acide oléique contenant de l'acide linoléique par 4 grammes de réactif Pontet, et comparativement 48 grammes d'acide oléique par le même réactif, le lendemain le second est complètement solidifié tandis que le premier conserve une consistance d'autant plus molle, que l'acide linoléique y est plus abondant. Ce résultat était à prévoir, puisque les corps gras non siccatifs sont facilement solidifiés par le réactif Pontet, tandis que les corps gras siccatifs comme l'acide linoléique ne le sont pas.

6° Si, sur une lame de plomb bien décapée, on répand une légère couche d'acide oléique contenant de l'acide linoléique et comparativement une couche d'acide oléique pur, on voit le lendemain l'acide impur résinifié plus ou moins complètement, tandis que l'acide oléique pur reste à peu près inaltéré.

Si on mélange quelques gouttes d'acide oléique contenant de l'acide linoléique avec volume égal de lessive de soude, il se développe une coloration jaune intense ; l'acide oléique pur, dans les mêmes conditions, prend seulement une teinte grisâtre.

Nous pensons qu'à l'aide des caractères que nous venons d'indiquer, il sera toujours facile de reconnaître la présence de l'acide linoléique dans l'oléine commerciale, et d'éviter les accidents que son emploi pourrait produire dans l'ensimage des laines.

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Roue hydraulique de marée. — Il existe de nombreuses roues hydrauliques sur les bords de la mer dans les endroits où les marées sont hautes ; elles sont du type connu sous le nom de roues de marée : elles sont placées dans un espace réduit où la marée montante entre par des portes qui se referment jusqu'à l'heure de la marée descendante ; l'eau agit sur des roues disposées pour travailler sous une faible chute d'eau. Ces appareils ne sont applicables que dans des localités spéciales et dans des conditions où le travail peut se faire entre des limites irrégulières ; ces conditions limitent cette application aux moulins à farine. Il existe à Bowdoinham, dans le Maine, une roue à marée d'une construction particulière ; elle a 27 pieds de diamètre et est formée de palettes comme une roue à aubes : elle est placée

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans le canal profond d'un estuaire où la marée arrive très rapidement. Cette roue produit plus de 50 chevaux-vapeur et elle fonctionne 18 heures sur 24 en marchant une heure pendant le reflux et le reste du temps pendant la marée montante.

(*Engineering.*)

Derniers perfectionnements apportés au procédé Martin pour la production de l'acier doux en Amérique, par A. Hunt. — Dans ces derniers temps, à la suite des nouveaux procédés Bessemer, beaucoup de métallurgistes ont pensé que ce nouveau procédé était appelé à remplacer le procédé Martin, qui était plus coûteux et plus compliqué, mais il n'en a pas été ainsi : loin de là; la production de l'acier au creuset s'est étendue depuis, par cette raison que la fonte et l'emploi de l'acier doux dans les constructions se sont répandus chaque jour davantage et ont créé de nouvelles sources de production. De plus, aujourd'hui, l'acier Martin préparé par de nouveaux procédés perfectionnés tend à remplacer partout l'acier Bessemer, principalement dans la construction des bateaux à vapeur et des chaudières.

La minutie et la surveillance excessive exigées par les opérations qui produisent de grandes quantités d'acier Bessemer en très peu de temps, ne permettent pas d'obtenir un produit régulier et d'une bonne qualité. On ne rencontre rien de pareil dans les fours Martin où il est très facile d'essayer la qualité du produit. Jusqu'à la sortie du four, on peut essayer la malléabilité, la flexibilité, la trempe, du métal et même faire le dosage du carbone par le procédé rapide d'Eggertz. En un mot, on a tout le temps nécessaire pour se rendre compte de la qualité du produit.

Il est impossible de faire ces essais avec la méthode Bessemer, car même dans le procédé basique, la seule épreuve pour vérifier la structure intérieure du métal se fait à la hâte en cassant un échantillon, de peur de laisser refroidir le métal dans l'appareil. La grande production d'acier dans les usines Bessemer exige un laminage rapide et oblige les ouvriers à se presser dans toutes les manipulations, et à se passer rapidement les barres incandescentes pour les faire entrer au laminoir, sans prendre le temps de régler convenablement le degré de pression. Toute cette précipitation donne pour résultat un produit de qualité irrégulière.

Il arrive quelquefois que de l'acier doux Bessemer est cassant et que l'analyse n'y découvre rien de particulier. Ce défaut provient d'un excès d'oxyde de fer qui rend le métal inégal et aigre.

Perfectionnements des fours Martin. — Un des inconvénients des fours ordinaires Martin consiste principalement dans le poids du four comprenant la sole, les parois, la voûte et la charge; ce poids agit directement sur les parois qui divisent les régénérateurs à gaz et à air. Ces parois se ramollissent et il se produit un affaissement très inégal du four. Ce défaut ne se rencontre plus dans les fours du nouveau type où la sole est entourée et supportée par une enveloppe

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de fortes feuilles de tôle qui repose sur des poutres portées sur des colonnes, lesquelles sont complètement isolées des régénérateurs.

L'emploi des gaz naturels dans les usines de Pittsbourg facilite beaucoup les opérations, parce qu'elle dispense de l'entretien et de la surveillance des foyers qui produisent le gaz pour les régénérateurs. Dans les nouveaux fours du système Lash employés dans ces usines, la pression du gaz naturel est de $0^m,38$ de hauteur d'eau, ce qui est suffisant. Les gaz sont amenés dans le four au moyen de tubes en tôle de $0^m,076$ de diamètre. On se rendra compte de la facilité et de la simplicité qui résulte de cette installation pour l'opération de la fonte, si on la compare au chauffage opéré par les régénérateurs Siemens où les gaz chauds sont amenés dans des tuyaux de $1^m,22$ de diamètre et sont dilués par une proportion de 60 p. 100 d'azote inerte.

Il existe en Amérique des fours Martin qui reçoivent des charges de 30 à 40 tonnes, mais l'opinion générale est que ceux de 15 à 20 tonnes sont beaucoup plus économiques et plus faciles à conduire. Les fours les plus répandus en Amérique, pour l'emploi des gaz naturels, sont ceux de Lash et pour les gaz produits au moyen de combustible, on emploie de préférence ceux de Batho. Ces deux espèces de fours sont spécialement avantageux avec le procédé basique; toutes les parties en sont facilement accessibles pour les réparations et la surveillance. La sole est établie dans une enveloppe en tôle portée sur des colonnes. La voûte, construite en pierres siliceuses, est entourée d'une forte ceinture en fer et est suspendue au-dessus de la sole par des tirants qui sont fixés à des poutres placées à la partie supérieure et isolées du reste du four.

Le joint entre les bords de la sole et de la voûte est rempli d'une substance neutre, telle que des débris de charbon ou de minerai de fer chromé.

Les régénérateurs sont placés isolément dans les angles du four et consistent en une enveloppe de tôle revêtue à l'intérieur de briques réfractaires. Le four est chauffé très rapidement et l'on peut commencer la fonte au bout de 24 heures. On apprécie surtout les fours du système Batho en les comparant à ceux de Siemens qui sont d'un accès difficile pour les réparations et la surveillance et qui ne se chargent qu'à 13 ou 16 tonnes.

Procédé basique Martin. — On emploie presque partout des briques de dolomie parce qu'elles coûtent moins cher que les briques de magnésie, mais elles présentent beaucoup d'inconvénients. L'emploi de ces dernières exige pour la réfection des parois et de la sole des fours, ainsi que pour la formation des scories basiques, un poids de 25 kilogrammes environ par tonne d'acier fondu, tandis que l'on consomme trois fois plus de dolomie.

La magnésie de bonne qualité est un minéral très rare; on peut aussi préparer la magnésie industriellement, mais cette préparation est très minutieuse; il existe plusieurs procédés de fabrication qui sont :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1° Le procédé de Scheibler consistant dans la réaction de la mélasse sur l'émulsion de dolomie calcinée : on obtient une dissolution de saccharate de chaux et un dépôt de magnésie insoluble. C'est une méthode coûteuse.

2° Le procédé de Klosson qui consiste dans la réaction de la dissolution aqueuse de chlorure de magnésium sur la dolomie calcinée, on obtient comme résultat du chlorure de calcium et un dépôt de magnésie insoluble.

3° On peut évaporer aussi de l'eau de mer; le résidu contient 14 à 15 p. 100 de sulfate et de chlorure de magnésium; en l'agitant dans un lait de chaux, on obtient un résidu de magnésie.

4° Le procédé d'Egleston consiste à dissoudre dans l'eau de la dolomie épurée en opérant dans des cuves où l'on fait passer un courant d'acide carbonique sous une certaine pression. On obtient du bicarbonate de magnésie et un dépôt de carbonate de chaux. On décante et on fait évaporer le liquide, il reste un dépôt de carbonate de magnésie.

La magnésie préparée industriellement renferme environ 95 p. 100 de base pure; elle coûte 175 francs la tonne.

La magnésie naturelle se rencontre dans l'île d'Eubée, Archipel grec; elle se calcine facilement dans un four à réverbère; on trouve aussi à Mitterdorf en Styrie une magnésie qu'il faut calciner dans des fours à réverbère et qui donne beaucoup de perte en se réduisant en partie en poussière. Ces deux produits donnent de bonnes briques réfractaires.

La meilleure magnésie provient de Steuermarck en Autriche; lorsqu'elle a été calcinée, elle donne d'excellentes briques. Son poids spécifique est de 3,6 et il faut la calciner assez longtemps au rouge blanc pour la débarrasser de son acide carbonique. Après sa calcination elle ne s'altère plus à l'air, sa consistance est très compacte et elle n'absorbe presque pas d'acide carbonique. Les briques faites avec cette magnésie ne se déforment presque pas à la calcination et leur retrait est à peine de 4 p. 100.

Les briques de magnésie se préparent de la manière suivante dans les usines d'Amérique : On divise la matière première en deux classes : la première classe en renfermant 90 p. 100 se calcine à une haute température; ensuite on la réduit en poudre et on la passe dans un tamis à mailles espacées de 1 millimètre. Les 10 p. 100 restant qui doivent servir de matière agglutinative sont calcinés assez longtemps à une température peu élevée, pour éviter la fusion et la scorification des oxydes de fer qui s'y trouvent. On élimine de cette manière 80 p. 100 de l'acide carbonique; on réduit ensuite la matière calcinée en poudre la plus fine possible, puis on l'humecte d'eau bouillante, après quoi on mélange les deux sortes et on en forme de suite des briques pour éviter le retrait rapide qui se produit. Ces briques ont les dimensions de $270 \times 130 \times 65$ millimètres, on les comprime à la presse hydraulique à la pression de 500 kilogrammes par centimètre carré.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il est préférable d'employer du goudron de charbon de terre au lieu d'eau pour agglutiner la poudre de magnésie avant de la mettre en forme. Le four construit avec ces briques se sèche très rapidement.

Lorsqu'on emploie des briques de magnésie pour la sole et des briques siliceuses pour la voûte, il est inutile d'interposer d'autre matière entre les briques; mais lorsqu'on emploie des briques de dolomie, il faut les séparer des briques siliceuses par un joint en charbon ou en minerai de fer chromé de 13 millimètres d'épaisseur. La sole de magnésie se forme de la manière suivante :

On entasse la magnésie par couches de 3 millimètres d'épaisseur; il faut 30 minutes pour chauffer et solidifier chaque couche, et on met successivement 150 à 200 couches. Le trou de coulée se ferme sur une longueur de $0^m,13$ au moyen d'un mélange solide de magnésie calcinée avec du goudron minéral, et la partie centrale se bouche au moyen d'un mélange de gravier siliceux calciné avec du goudron.

Si l'on arrive à obtenir des briques de magnésie à meilleur marché, il sera préférable de les employer aussi à la construction de la voûte, on aura ainsi un four qui demandera peu de réparations. Les briques de magnésie coûtent actuellement 175 francs la tonne en Westphalie et la magnésie calcinée 65 francs la tonne. Les usines d'Amérique font venir leurs briques d'Allemagne, ce qui augmente de 20 p. 100 leur prix de revient.

Il est certain que les soles de magnésie remplaceront bientôt partout les soles siliceuses dans les fours Martin, comme les soles neutres ont remplacé les soles en sable dans les fours à puddler, et cela pour deux raisons :

1° La sole siliceuse a une action oxydante sur le fer, tandis que la sole basique de chaux ou de magnésie retarde l'oxydation; c'est pourquoi l'emploi de celle-ci donne un acier plus pur et de meilleure qualité.

2° Les briques basiques résistent mieux que les briques siliceuses à la température élevée des fours Martin et à l'action destructive des scories et de l'oxyde de fer, ce qui évite les réparations fréquentes et coûteuses nécessitées par les fours ordinaires actuels.

Il n'y a pas de doute aujourd'hui que le meilleur acier soit l'acier basique qui contient jusqu'à 99,75 p. 100 de fer pur et dont la résistance est la suivante :

Limite d'élasticité : $18^k,6$ par millimètre carré.

Résistance à la traction, 35 kilogrammes.

Allongement sur une longueur de $0^m,20 = 35$ p. 100.

Limite de compression = 75 p. 100.

Cet acier se soude aussi facilement, ce qui permet d'utiliser les déchets de feuilles d'acier dans beaucoup d'usines en les réunissant en paquets que l'on réchauffe et que l'on repasse au laminoir.

(*American institute of Mining Engineers.*)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

PROCÈS-VERBAUX

Séance du 11 avril 1890.

Présidence de *M. Troost,* vice-président.

M. le Président fait savoir que *M. le Ministre de l'agriculture* accorde à la Société, sur le crédit des encouragements à l'agriculture, une subvention de *mille francs;* il lui adresse les remerciements de la Société, ainsi qu'à *M. Tisserand,* vice-président de la Société, à l'initiative duquel est due cette subvention.

M. Farinez, ancien féculier à Chielouze (Vosges). — Charrue arracheuse de pommes de terre. (Arts mécaniques.)

M. Lachaume, ouvrier-mécanicien, rue Rebeval, 88. — Nouveau système de brûloir ou torréfacteur à café, cacao, etc. (Arts mécaniques.)

M. Aimé-Florencq Oger, rue Polonceau, 36. — Appareil à ailettes fournissant la force motrice au moyen du vent. (Arts mécaniques.)

M. Ernest Lehman envoie une brochure intitulée : *Paris, portes de Saint-Ouen et de Clichy, port de mer.* (Bibliothèque.)

M. Moraux, ingénieur civil, adresse un exemplaire d'une brochure qu'il vient de publier sous le titre de : *Études diverses concernant la navigation sur le Rhône, en mer et dans les canaux,* et d'une autre brochure intitulée : *Recherches du meilleur mode de navigation sur le Rhône.* (Constructions et beaux-arts.)

M. Crouzel, pharmacien, à la Réole (Gironde), adresse une brochure intitulée : *Nouvelle Méthode de dosage des principaux éléments actifs fertilisants du sol.* (Agriculture.)

Rapport de *M. G.-G. Arnaudon* sur le musée merciologique de Turin. (*Bulletin.*)

M. Berger, directeur général de l'Exploitation à l'Exposition universelle de 1889, fait don à la Société de : 1° *un exemplaire* en 8 volumes du *Catalogue de l'Exposition universelle;* 2° d'un exemplaire en 5 volumes de l'*Histoire rétrospective du travail et des sciences anthropologiques.* Il annonce l'envoi de plusieurs autres documents relatifs à l'Exposition. (Bibliothèque.)

M. le Ministre du Commerce, de l'Industrie et des Colonies adresse à la Société l'*Annuaire de l'Administration du Commerce et de l'Industrie* (année 1889-1890). (Bibliothèque.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Gauthier-Villars, membre du Comité des arts mécaniques, pour des raisons de santé, prie le Conseil de vouloir bien accepter sa démission.

En même temps il fait don à la Société des 53 ouvrages dont la liste suit :

Bertrand	Thermodynamique.
Bertrand	Calcul des probabilités.
Bertrand	Leçons sur la Théorie mathématique de l'Électricité.
Blater	Table des quarts de carrés de tous les nombres entiers, de 1 à 200000; cartonné, avec signets de parchemin.
Blater	Table simplificative (étui en fer-blanc).
Desforges	Cours pratique d'Enseignement Manuel.
Dien et *Flammarion*	Atlas céleste.
Flammarion	Revue mensuelle de l'Astronomie populaire, tomes I à VII.
Fourier	Œuvre de Fourier, tome I. Théorie analytique de la chaleur (le tome II (Mémoires divers) sera prochainement envoyé).
Maximilien Marie	Histoire des Sciences mathématiques et physiques, tomes I à XII.
Maxwell	Traité de l'Électricité et du Magnétisme, 2 vol.
Michaut et *Gillet*	Leçons élémentaires de Télégraphie électrique.
Pizzighelli et *Hubl*	La Platinotypie.
Résal	Traité de physique mathématique, 2 vol.
Jules Gay	Sa vie et ses travaux Sainte-Claire-Deville.
Tait	Conférences sur quelques-uns des progrès récents de la Physique.
Wirouboff	Manuel pratique de Cristallographie.
Agle	Manuel pratique de Photographie instantanée.
Baden-Pritchard	Les Ateliers photographiques de l'Europe, 2 vol.
Balagny	Traité de Photographie par les procédés pelliculaires, 2 vol.
Batut	La Photographie appliquée à la reproduction du type d'une famille, d'une tribu ou d'une race.
Batut	La Photographie aérienne par cerf-volant.
Bonnet	Manuel de Phototypie.
Bonnet	Manuel d'Héliogravure et de Photogravure en relief.
Eder	La Photographie instantanée, son application aux arts et aux sciences.
Eder	La Photographie à la lumière du magnésium.
Elsden	Traité de Météorologie à l'usage des photographes.
Geymet	Traité pratique de Photographie.
Geymet	Traité pratique de Photolithographie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Geymet	Traité pratique de Phototypie.
Geymet	Traité pratique de Gravure héliographique et Galvanoplastie.
Geymet	Traité pratique de Photogravure sur zinc et sur cuivre.
Geymet	Traité pratique de Gravure et d'impression sur zinc par les procédés héliographiques, 2 vol.
Geymet	Traité pratique des Émaux photographiques.
Geymet	Traité pratique de Céramique photographique.
Joly	La Photographie pratique.
Klary	Traité pratique de la Peinture des épreuves photographiques.
Klary	L'Éclairage des portraits photographiques.
La Baume-Pluvinel (*de*)	Le Développement de l'image latente.
La Baume-Pluvinel (*de*)	Le Temps de pose.
Le Bon	Les Levers photographiques et la Photographie en voyage, 2 vol.
Londe	Traité pratique du Développement.
Moëssard (le commandant) . . .	Le Cylindrographe, appareil panoramique, 2 vol.
Mouchez (amiral)	La Photographie astronomique à l'Observatoire de Paris et la Carte du Ciel.
Rayet	Notes sur l'histoire de la Photographie astronomique.
Robinson	De l'effet artistique en Photographie.
Robinson	La Photographie en plein air, 2 vol.
Vidal (*Léon*)	Traité pratique de Phototypie.
Vidal (*Léon*)	Traité pratique de Photoglyptie.
Vidal (*Léon*)	Manuel du touriste photographe, 2 vol.
Vidal (*Léon*)	La Photographie des débutants.
Vieuille	Nouveau Guide pratique du photographe amateur.
Vogel	La Photographie des objets colorés avec leurs valeurs réelles. (Bibliothèque.)

M. Gibon, ancien directeur des usines de Commentry, fait hommage à la Société d'un exemplaire de son ouvrage intitulé : *les Accidents du travail et l'industrie.* (Bibliothèque.)

M. le Président annonce la mort de *M. Fourcade,* membre de la Commission des fonds, qui n'a cessé depuis 1879 de se consacrer avec le plus grand zèle aux intérêts de la Société. C'est à son initiative qu'est due la fondation, par la classe 47 à l'Exposition universelle de 1878, d'un prix annuel de 800 francs en faveur des ouvriers des fabriques de produits chimiques, et c'est sur son dernier rapport que seront décernés cette année les prix de cette classe pour 1889 et 1890.

. . . . .

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. le Président annonce la mort de *M^me^ Becquerel,* femme de *M. Edmond Becquerel,* ancien Président de la Société.

Nomination d'un membre de la Société. — Est nommé membre de la Société : *M. Georges Meyer,* ingénieur des arts et manufactures, à Paris, présenté par *MM. Redier* et *Tresca.*

Rapports des Comités. — *Horloges électriques.* — *M. Redier* fait, au nom du Comité des arts mécaniques, un rapport sur les horloges électriques présentées par *M. Pouchard,* horloger, rue de Commines, 4, à Paris.

Les appareils présentés par *M. Pouchard* comprennent : 1° l'horloge type chargée de transmettre l'heure à un grand nombre de cadrans récepteurs; 2° ces récepteurs eux-mêmes, munis de dispositifs nouveaux propres à corriger les erreurs de transmission; 3° enfin un mode de réglage à distance des horloges ordinaires.

Le Comité propose de remercier *M. Pouchard* de sa communication et de publier dans le *Bulletin* le rapport sur ces appareils, avec description et figures.

Ces conclusions sont adoptées.

Lit de malade. — *M. Prunier* fait, au nom du Comité des arts économiques, un rapport sur le lit à éléments interchangeables de *M. Chappe d'Auteroche.* Ce lit a pour but de faciliter les soins à donner aux malades qu'il est impossible de lever. Le système permet de fractionner un lit ordinaire en plusieurs parties ou tranches indépendantes et susceptibles de se remplacer les unes les autres.

Le Comité, réservant son avis définitif jusqu'au moment où l'invention aura fait pratiquement ses preuves, propose : 1° de remercier *M. Chappe d'Auteroche* pour son intéressante communication, en exprimant le vœu que son système soit examiné dans les établissements hospitaliers et soumis à l'essai dans les conditions nécessaires pour en établir la véritable valeur, et 2° de voter l'insertion au *Bulletin* de la Société du présent rapport.

Ces conclusions sont adoptées.

Filtre pour les eaux. — *M. Prunier* fait, au nom du même Comité, un rapport sur le filtre Maignen pour les eaux potables. Ce filtre constitue une application heureuse de diverses données antérieurement connues, mais qui sont ici mises en œuvre d'une manière réellement ingénieuse et pratique.

En principe, il se réduit à deux choses :

1° Un tissu d'amiante, imputrescible et inattaquable, qui sert de support;

2° Un réseau de particules de noir animal suffisamment ténues pour ne laisser aux interstices qu'une dimension inférieure à celle des microbes qu'on a intérêt à retenir au passage;

La porosité restant néanmoins suffisante pour assurer à l'appareil un débit abondant, ce qui justifie le nom de *filtre rapide* que lui a donné son inventeur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le tout est contenu dans des vases en grès, en faïence, en verre ou en porcelaine.

A l'Exposition de 1889, une haute récompense a été décernée à *M. Maignen* et son filtre a rendu, notamment au pavillon d'ostréiculture, des services très appréciés.

Le Comité propose de remercier *M. Maignen* de sa très intéressante communication et de voter l'insertion au *Bulletin* du présent rapport avec les figures qui montrent la manière de se servir de l'appareil.

Ces conclusions sont adoptées.

Lampe de sûreté. — M. Prunier fait, au nom du même Comité, un rapport sur la lampe de sûreté de *M. Fumat,* ingénieur en chef de l'exploitation des mines de la Grand'Combe. Cette lampe de sûreté à colonne de fumée équilibrée et à modérateur automatique de tirage est destinée à circuler dans les galeries où se rencontrent des courants d'air, parfois violents. C'est la première dans laquelle on soit parvenu à faire suivre à l'air de l'alimentation et aux gaz de la combustion le même trajet sensiblement que dans les lampes ordinaires d'appartement.

Dans les conclusions d'un rapport fait à l'Académie des sciences, *M. Daubrée* a reconnu que cette lampe constitue un progrès sérieux dans l'éclairage des mines à grisou, et c'est sur les conclusions d'un rapport de *M. Schlœsing* que la même Académie a voté un encouragement de 1 500 francs à son inventeur.

Le Comité propose de remercier *M. Fumat* pour son intéressante communication et de voter l'insertion au *Bulletin* de la Société du présent rapport avec les deux figures et la légende destinées à faciliter l'intelligence du texte.

Ces conclusions sont adoptées.

Soutirage des bières. — M. Bardy fait, au nom du même Comité, un rapport sur un dispositif pour l'application de l'acide carbonique au tirage de la bière, par *MM. Guéret frères,* constructeurs d'appareils pour boissons gazeuses. L'exiguïté des locaux, jointe à la nécessité de débiter la bière fraîche, oblige les détaillants à conserver les fûts à la cave et à amener le liquide sur le comptoir à l'aide d'un dispositif approprié. Les appareils les plus généralement employés sont les pompes à bière. On connaît les imperfections de ces appareils et les inconvénients multiples qui résultent de leur emploi : aussi a-t-on cherché depuis longtemps à les remplacer par d'autres, sinon plus simples, du moins susceptibles d'assurer la conservation du liquide avec toutes ses propriétés initiales.

MM. Guéret frères ont présenté pour cet objet un dispositif ingénieux qui comprend : A, un producteur d'acide carbonique; B, un récipient à acide sulfurique; C, un vaste jaugeur; L, un laveur à eau. Tous ces organes sont en cuivre rouge martelé, les trois premiers sont revêtus intérieurement d'une couche de plomb fondue sur place au chalumeau.

Les appareils Guéret ont été vite appréciés par les brasseurs et les limona-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

diers; un très grand nombre se trouvent actuellement en service tant à Paris que dans les départements, et les certificats produits établissent que leur fonctionnement est très satisfaisant.

En conséquence, le Comité des arts économiques propose de remercier *MM. Guéret frères* de leur intéressante communication et de voter l'insertion du présent rapport au *Bulletin* avec les figures permettant de comprendre facilement la construction et le fonctionnement des appareils.

Ces conclusions sont adoptées.

Dispositifs pour prévenir les accidents du travail. — M. Lecœuvre fait, au nom du Comité des arts mécaniques, un rapport sur l'ouvrage ayant pour titre : *Collection de dispositions et d'appareils destinés à éviter les accidents de machines,* présenté par l'*Association de Mulhouse pour prévenir les accidents de fabrique.* Cette association, présidée par *M. Engel-Gros,* a offert à la Société d'Encouragement un exemplaire de ce magnifique ouvrage dont le rapporteur fait l'analyse.

Le rapporteur engage les propriétaires d'établissements industriels à le consulter, et le Comité s'estimerait heureux si quelques-uns des lecteurs de ce recueil se décidaient à introduire dans leurs ateliers les appareils les plus convenables pour diminuer le nombre des accidents. Ces appareils étant généralement simples et peu coûteux, ils auraient le plus grand intérêt à les mettre en pratique. S'il en était ainsi, l'*Association pour prévenir les accidents de fabrique* aurait atteint le but qu'elle s'est proposé en faisant hommage à la Société d'Encouragement d'un exemplaire du recueil qu'elle a publié.

Le Comité des arts mécaniques propose de remercier l'*Association de Mulhouse pour prévenir les accidents de fabrique* de l'envoi de son ouvrage qui sera déposé à la bibliothèque de la Société et d'autoriser la publication du présent rapport au *Bulletin.*

Ces conclusions sont adoptées.

Communications. — *Appareils électriques. — M. E. Ducretet,* constructeur d'instruments de précision à Paris, présente quelques instruments exécutés dans ses ateliers; quelques-uns sont des modèles classiques de sa création, d'autres ont des applications spéciales d'une certaine importance.

Sans entrer dans des explications théoriques, *M. E. Ducretet* procède aux expériences qui peuvent être réalisées avec ces appareils.

1° — La *grande machine électrique de Wimshurst,* mise en expérience, a été construite par *E. Ducretet* sur les conseils directs de l'auteur. Elle comprend 12 grands disques en verre de 75 centimètres de diamètre, formant six machines réunies en quantité sur le même arbre fixe.

Cette machine électrique est très puissante; munie de ses condensateurs, elle donne des étincelles de 42 centimètres de longueur; cette étincelle jaillissant sur un tableau isolant recouvert de limaille de zinc simule l'éclair. Sans ses con-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

densateurs, cette machine donne des aigrettes et des houppes très brillantes. Comme les machines d'induction, la machine de Wimshurst est reversible. Desséchée facilement, constamment, cette machine fonctionne par tous les temps et produit une certaine quantité d'ozone. Les organes principaux de cette machine, modifiés par *E. Ducretet,* assurent une grande mobilité des peignes et des porte-balais, par suite un réglage rapide et une grande solidité. Cette belle machine a été acquise par l'Université de Santiago du Chili.

2° — Expériences de *M. Elihu Thomson* sur les *répulsions* et *les rotations électro-dynamiques*. Cette série d'expériences nouvelles a été réalisée à l'Exposition de Paris 1889, par *M. Elihu Thomson,* d'une façon très brillante. Les énergiques répulsions et rotations étaient obtenues avec des courants alternatifs d'une grande puissance absorbant plus de 20 chevaux-vapeur. *M. E. Ducretet* a cherché à les réaliser d'une façon plus modeste afin de les rendre abordables et classiques. L'appareil qu'il a imaginé permet de les réaliser avec une petite machine de laboratoire, mue à bras, donnant des courants alternatifs d'environ 6 ampères et 35 volts. L'électro-aimant de l'appareil de *E. Ducretet,* traversé par les courants périodiques rapides de cette machine, repousse les disques épais, ou les anneaux en cuivre rouge placés dans son champ magnétique, périodiquement variable. Pour arriver à ce résultat, ces disques sont équilibrés au fléau d'une balance faisant partie de l'appareil imaginé par *M. Ducretet*. Les rotations sont également très rapides, mais il faut placer un écran en cuivre rouge entre l'électro-aimant et le disque en mouvement, cet écran rendant dissymétrique le flux de force périodique de l'électro.

Cet appareil permet donc d'obtenir facilement ces expériences de premier ordre pour l'étude des courants d'induction et leur transformation.

3° — *Interrupteur rapide indépendant,* imaginé par *M. Ducretet*. Il est applicable à toutes les bobines de Ruhmkorff et il permet la réalisation des expériences de Hertz sur les ondulations électriques.

M. le Président remercie *M. Ducretet* de sa très intéressante communication, qui est renvoyée au Comité des arts économiques.

Séance du 25 avril 1890.

Présidence de *M. Tisserand,* vice-président.

M. le Président annonce la mort de *M. Eugène Peligot,* membre de l'Institut, membre du Conseil de la Société depuis 1836 et son secrétaire de 1845 à 1889. *M. Aimé Girard,* secrétaire, lit le discours prononcé par *M. Haton de la Goupillière,* président de la Société, à l'occasion de ses obsèques. (*Bulletin.*)

M. Champagnat, rue de Paris, à Saint-Gratien (Seine-et-Oise). — Nouveau modèle de lessiveuse. (Arts économiques.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Roulleau, rue Popincourt, 12. — Nouvelle lampe à souder à l'essence minérale. (Arts économiques.)

M. de Quillacq fils, directeur des établissements Quillacq, à Anzin. — Communication sur la machine Wheelock d'extraction. (Arts mécaniques.)

M. Antoine Mermet, 60, cours Normand, à Lyon. — Nouveau dynamomètre de rotation, à lames de ressort. (Arts mécaniques.)

M. Delore, à Bordeaux. — Mouvement fondé sur l'emploi de l'air comprimé. (Arts mécaniques.)

MM. Lencauchez et *Durand,* boulevard Magenta, 156. — Mémoire sur la production et l'emploi de la vapeur. (Arts mécaniques.)

M. Lechartier, directeur de l'*Avenir économique et financier,* rue de la Pompe, 97. — Demande l'échange du *Bulletin* de la Société et de son journal. (*Bulletin.*)

M. Eugène Mouline, à Vals-les-Bains (Ardèche). — Nouveau genre de biscuits dits pains confits. (Arts économiques.)

M. Candlot, ingénieur chimiste de la Société des ciments français, à Boulogne-sur-Mer. — Note sur l'emploi des matériaux hydrauliques. (Arts chimiques.)

M. le Ministre du commerce, de l'industrie et des colonies fait don à la Société pour sa bibliothèque des ouvrages suivants :

Rapports relatifs : 1° à l'application des lois de 1874 et 1848 réglementant le travail dans l'industrie; 2° au fonctionnement des caisses d'assurances en cas de décès et en cas d'accidents; 3° au fonctionnement de la caisse des retraites pour la vieillesse.

Bulletin du conseil supérieur de statistique.

Annuaire statistique de la France. — Collection complète (12 vol.).

Les deux derniers volumes de la *Statistique annuelle.*

Les trois premiers volumes du *Bulletin du conseil supérieur de statistique.*

Album de statistique graphique publié à l'occasion de l'Exposition universelle de 1889.

Moniteur officiel du commerce et *Bulletin consulaire français* — 45 volumes relatifs aux colonies. (Bibliothèque.)

M. Alexis Louvet, secrétaire de la classe 21, annonce qu'il a versé à la caisse de la Société la somme de 400 francs, reliquat de la liquidation des fonds appartenant aux exposants. Le Comité désire que cette somme soit employée en actes de bienfaisance à l'égard d'ouvriers malheureux ressortissant à la classe 21, qui était celle des tapis et tissus d'ameublement.

M. le Secrétaire communique la lettre que *M. Edmond Becquerel* a adressée à *M. le Président* de la Société pour le prier d'être son interprète auprès de ses collègues pour l'intérêt qu'ils lui ont témoigné, ainsi qu'à son fils, dans la circonstance douloureuse où ils ont été si cruellement éprouvés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les ouvrages et articles suivants sont signalés dans la correspondance imprimée :

Extrait de la Revue technique de l'Exposition universelle de 1889, par *M. Dujardin-Beaumetz,* ingénieur civil. — *Matériel et procédés de l'exploitation des mines à l'Exposition,* brochure avec atlas.

Annual report of the Society of Ethnology, 1883 à 1885.

Smithsonian Institution, Washington. — Problèmes des bouches de l'Ohio. — Travaux de terre de l'Ohio, circulaires, carrés et octogonaux. — Bibliographie des langues Muskhogènes. — Bibliographie des langues des Iroquois. — Fabriques textiles de l'ancien Pérou.

Proceedings of the Royal Society. — Observations de M. Joly sur les décharges électriques obtenues avec l'étincelle.

Électricien des 12 et 19 avril. — Communication de M. Mascart sur un dynamomètre de transmission à section double et enregistrement photographique. — M. Ledieu, sur la régularisation de mouvement des machines, régulateur avec une dynamo auxiliaire. — Le *flambeau d'Apollon* dans *Ascanio,* dispositif électrique réalisé par M. Trouvé.

Revue internationale de l'Électricité, 10 avril 1890. — Sur les canalisations souterraines.

Lumière électrique. — Étude comparée de la traction électrique et de la traction animale sur les tramways.

Nomination de membres de la Société. — Sont nommés membres de la Société :

M. Gruner, ingénieur civil des mines, à Paris, présenté par *MM. Haton de la Goupillière* et *Cheysson ;*

M. Maurice Peligot, ingénieur, à Paris, présenté par *M. Haton de la Goupillière ;*

M. le Président de la Société anonyme des forges de Châtillon et Commentry, présenté par *M. Bordet.*

Rapports des Comités. — *M. Lavollée,* au nom du Comité du commerce, demande déclaration de vacance au Conseil dans ce Comité, afin de procéder à la nomination d'un membre en remplacement de *M. Legentil,* décédé.

Cette vacance est déclarée.

Filature du coton. — *M. Édouard Simon* fait, au nom du Comité des arts mécaniques, un rapport sur *un métier continu à filer le coton* (*chaîne et trame*) de *M. Auguste Vimont,* à Vire (Calvados). Ce métier, qui permet de produire les trames *floches,* c'est-à-dire les fils les plus difficiles à envider sur continu, a fonctionné dans la galerie des Machines pendant l'Exposition dernière et a obtenu la médaille d'or.

Le Comité des arts mécaniques propose de remercier *M. Augustin Vimont* de sa très intéressante communication, et de lui adresser les félicitations de la So-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ciété pour un ensemble de travaux qui a doté la filature de plusieurs types originaux de métiers; puis d'insérer au *Bulletin* le présent rapport avec une planche de dessins représentant le nouveau continu et une légende explicative.

Ces conclusions sont adoptées.

Horticulture. — *M. Hardy* fait, au nom du Comité d'agriculture, un rapport sur deux ouvrages de *M. Charles Baltet,* de Troyes; l'un a pour titre : *Traité de la culture fruitière commerciale et bourgeoise;* l'autre : *l'Art de greffer.*

En publiant le premier ouvrage, *M. Ch. Baltet* a eu pour but de guider le planteur dans son entreprise et de le mettre à même de réussir. Le Comité estime qu'en suivant les indications de l'auteur, le but pourra être atteint, et que *M. Baltet* a rendu un réel service en cherchant à faire connaître et à propager des cultures qui contribuent pour une part considérable à l'alimentation publique.

Dans le deuxième ouvrage, *l'Art de greffer,* la partie la plus originale qui lui donne un intérêt de nouveauté utile, est la liste des végétaux de toute sorte qui peuvent se multiplier par le greffage.

Le Comité propose de remercier M. Baltet de l'envoi de ces ouvrages et d'insérer le présent rapport au *Bulletin.*

Ces conclusions sont adoptées.

Éclairage intensif au pétrole. — *M. Rousselle* fait, au nom du Comité des arts économiques, un rapport sur les procédés d'éclairage intensif au moyen de l'huile de pétrole inventés par *M. Besnard,* rue Geoffroy-Lasnier, 28.

M. Besnard a présenté des lampes à pétrole de 14, 15 et 36 lignes qui donnent une flamme d'une éclatante blancheur et d'une fixité remarquable, sans dégager aucune mauvaise odeur. Les résultats de ses expériences dans lesquelles les lampes Besnard comparées avec des lampes construites d'après les anciens procédés, avec des becs de gaz et des lampes à huile de colza, ont présenté de sérieux avantages. Le prix de ces lampes est très modéré.

Les considérations exposées par *M. Besnard* relativement aux droits qui pèsent en France sur les huiles de pétrole, pourraient être renvoyées, d'après *M. le Rapporteur,* à l'examen du Comité de commerce.

Le Comité, estimant que les efforts ingénieux et persévérants de *M. Besnard* ont amené des résultats sérieusement utiles pour l'éclairage à bas prix des vastes salles et des voies publiques, propose de remercier ce constructeur de son intéressante communication et d'insérer le présent rapport au *Bulletin.*

Ces conclusions sont adoptées et la question relative aux droits élevés perçus sur les pétroles est renvoyée à l'examen du Comité de commerce.

Table des couleurs. — *M. Rossigneux* fait, au nom du Comité des constructions et des beaux-arts, un rapport sur les observations et études de *M. Hupé,* artiste tapissier à la Manufacture nationale des Gobelins, relatives à l'application pra-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tique pour l'industrie de la théorie des couleurs de *M. Chevreul*. *M. Hupé* père, attaché à la Manufacture des Gobelins, s'est rendu compte des imperfections de la table chromatique commencée par *M. Chevreul* et s'est proposé d'y remédier. *M. Hupé* fils a poursuivi l'œuvre de son père, dont il avait été le collaborateur, et a dressé une nouvelle table chromatique dans laquelle les rapports sont clairement établis, qui peut se plier à toutes les exigences et constituer un guide sûr pour toute personne appelée à faire usage de couleurs, quel que soit le but qu'elle poursuit.

En résumé, la table chromatique imaginée par *M. Hupé* est remarquable à un double point de vue : elle donne la solution d'un problème scientifique qui a été vainement tenté, et elle fournit à l'industrie un guide précieux, sûr dans ses résultats et en fait un outil facilement maniable dans la main la moins expérimentée.

C'est à ces titres que le Comité des constructions et des beaux-arts appelle la plus sérieuse attention de la Société d'Encouragement sur l'œuvre de *M. Hupé* qui intéresse les arts dans leur application à l'industrie. Il propose de remercier *M. Hupé* de sa très intéressante communication et d'ordonner l'insertion du présent rapport au *Bulletin* de la Société.

Ces conclusions sont adoptées.

Communications. — *Appareil pour l'étude du fonctionnement des obturateurs photographiques et appareils chromophotographiques à six chambres.* — *M. le général Sebert* présente à la Société un appareil destiné à l'étude du fonctionnement des obturateurs employés avec les chambres noires photographiques pour l'obtention des photographies instantanées.

Cet appareil a été établi pour répondre à un vœu exprimé par le Congrès photographique tenu à Paris en 1889 et en appliquant des dispositions indiquées par *M. de la Baume-Pluvinel* et *M. Cornu*.

Il se compose essentiellement d'un châssis sur lequel on peut fixer les différents types d'obturateurs à étudier et dans lequel un tableau mobile, portant une plaque ou un papier sensible, se meut derrière une boule fixe placée diamétralement derrière l'obturateur dans le sens le plus convenable d'après le mode de fonctionnement de ce dernier.

En exposant l'appareil à une vive lumière et faisant marcher le tableau en même temps que l'obturateur fonctionne, on obtient sur le papier sensible une image dont la forme fait connaître toutes les circonstances du fonctionnement de l'obturateur, si l'on connaît la loi du mouvement du tableau mobile.

Pour enregistrer simultanément la loi de ce mouvement, on a d'ailleurs, d'après l'indication de M. Cornu, placé devant l'appareil une lame vibrante tarée, portant un petit écran percé d'un trou par lequel la lumière va former sur la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plaque sensible un trait sinusoïdal qui fait connaître les durées correspondantes aux déplacements successifs du tableau.

M. Sebert montre différents spécimens de tracés obtenus à l'aide de cet appareil, pour des obturateurs de différents types et différemment réglés.

Il signale que la source lumineuse la plus commode à employer est un simple ruban de magnésium que l'on allume au moment où l'expérience est préparée.

Il a fait aussi usage d'une lampe électrique, et il fait remarquer que dans ce cas l'appareil peut servir à enregistrer les variations d'intensité de la lumière. On obtient, en effet, au lieu d'une impression uniforme, ces bandes successivement claires et obscures dont l'espacement et la largeur donnent les durées des variations d'intensité lumineuse de la lampe lorsque celle-ci produit des variations, comme cela arrive quelquefois avec les régulateurs électriques.

Il montre qu'il y a là un moyen d'investigation utile pour l'étude du fonctionnement des lampes électriques et présente à la Société des spécimens de tracés obtenus de cette façon.

M. le général Sebert présente en outre à la Société un appareil chronophotographique à six chambres, destiné à l'obtention de six vues photographiques instantanées d'un objet fixe ou en mouvement, prises à des intervalles équidistants chromatiquement réglés et variables à volonté.

M. le Président remercie *M. le général Sebert* de sa très intéressante communication qui sera insérée au *Bulletin*.

Électro-métallurgie. — M. Adolphe Minet présente un mémoire sur une nouvelle méthode d'extraction des métaux de leurs minerais, par l'électricité à basse tension.

Une première application de ce procédé a été faite, dès l'année 1887, à Creil, dans l'usine de *MM. Myrthil* et *Ernest Bernard,* où *M. Minet* a pu obtenir la réalisation industrielle de l'électrolyse par fusion ignée des oxydes et fluorures naturels d'aluminium.

Il divise son travail en trois parties : Dans la première, après avoir établi les lois fondamentales de l'électrolyse, il fait une étude comparative des procédés *métallurgiques* et *électro-métallurgiques,* ces derniers très peu nombreux, en usage actuellement.

Il fait ensuite ressortir l'intérêt d'une application générale des méthodes électriques. On sait que la richesse houillère de la France est insuffisante pour ses besoins industriels ; on aura au contraire, en utilisant les forces naturelles comme puissance motrice des générateurs d'électricité, une source indéfinie d'énergie qui satisfera à toutes les applications de l'agent électrique à la chimie et à la métallurgie.

La deuxième partie, qui est la plus importante du mémoire, comprend l'étude de l'électrolyse par fusion ignée et son application au traitement des minerais

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'aluminium. L'électrolyse peut s'opérer de trois manières : 1° par voie humide; 2° par fusion aqueuse; 3° par fusion ignée.

M. Minet donne la préférence au dernier de ces trois modes électrolytiques et il en démontre les avantages, tirés des propriétés mêmes du courant électrique, et, parmi ces propriétés, il entend surtout celle en vertu de laquelle l'électricité peut accumuler en un point une grande somme d'énergie.

La solution du problème n'a pu être atteinte qu'à la suite de plusieurs séries de recherches relatives aux choix de l'électrolyse, aux propriétés physiques qu'il doit présenter pour que le phénomène électrolytique présente une marche régulière et parmi ces propriétés il faut citer sa fusibilité, sa fluidité et sa stabilité.

Un outillage nouveau et très caractéristique a dû être créé. Il fallait trouver avant tout une cuve et des électrodes qui ne soient pas attaquées par le bain de fluorure, porté à une température très élevée.

M. Minet emploie comme électrodes des agglomérés de charbon et une cuve métallique, établie en dérivation sur l'électrode négative au moyen d'une résistance qui ne laisse passer que les 5 p. 100 du courant total. Par cet artifice, les parois intérieures de la cuve sont constamment tapissées d'une couche très mince d'aluminium qui la protège contre l'attaque du bain électrolytique.

L'aluminium se porte au pôle négatif et les 95 p. 100 du courant sont utilisés pour sa production; le fluor se porte au pôle positif, où il rencontre de l'alumine anhydre; le fluorure d'aluminium décomposé est ainsi régénéré. La valeur de l'aluminium, qui était il y a deux ans de 100 francs par kilogramme, a pu être considérablement diminuée, de ce fait : elle est actuellement de 20 francs le kilogramme.

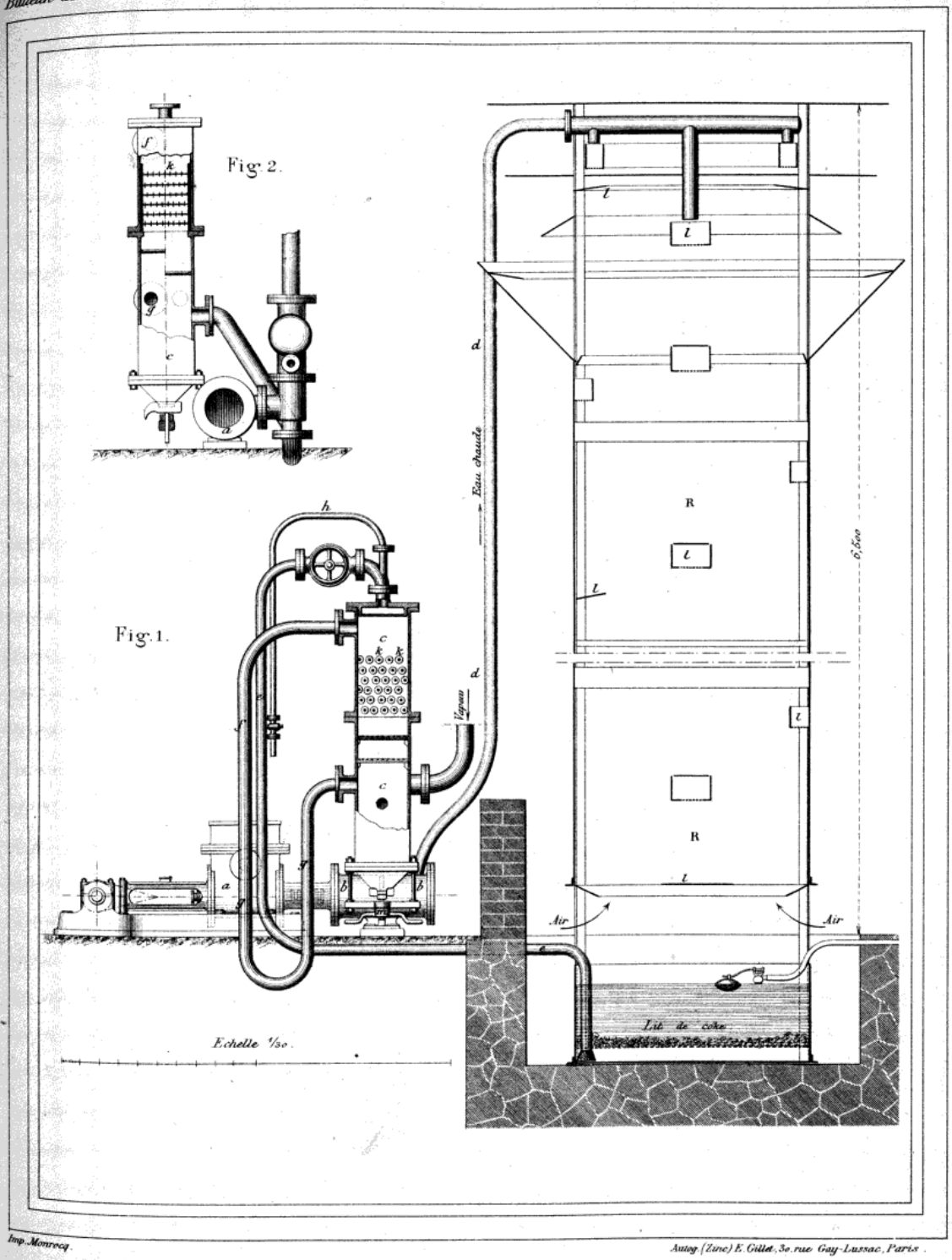
Dans la troisième partie, *M. Minet* fait une excursion dans le domaine de la mécanique électrique. Il donne les constantes de 18 types de machines différents qu'on peut utiliser en électro-métallurgie; il s'étend davantage sur les machines Edison qui lui ont servi dans ses essais et qui fonctionnent en marche continue depuis quatre ans bientôt. Il termine en faisant la description des appareils de mesure de la température (pile Le Châtelier) des constantes électriques sur lesquels il a basé ses recherches, et des appareils étalons (voltmètre et pile) qu'il a employés pour le tarage de ces instruments.

M. le Président remercie *M. Minet* de son intéressante communication, qui est renvoyée au Comité des arts chimiques.

Le Gérant : J.-H. Ginestou.

Paris. — Typ. Georges Chamerot, 19, rue des Saints-Pères. — 26057.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Imp. Monrecq. Autog. (Zinc) E. Gillet, 3o. rue Gay-Lussac, Paris.

CONDENSEUR DE M. GRANGÉ.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1

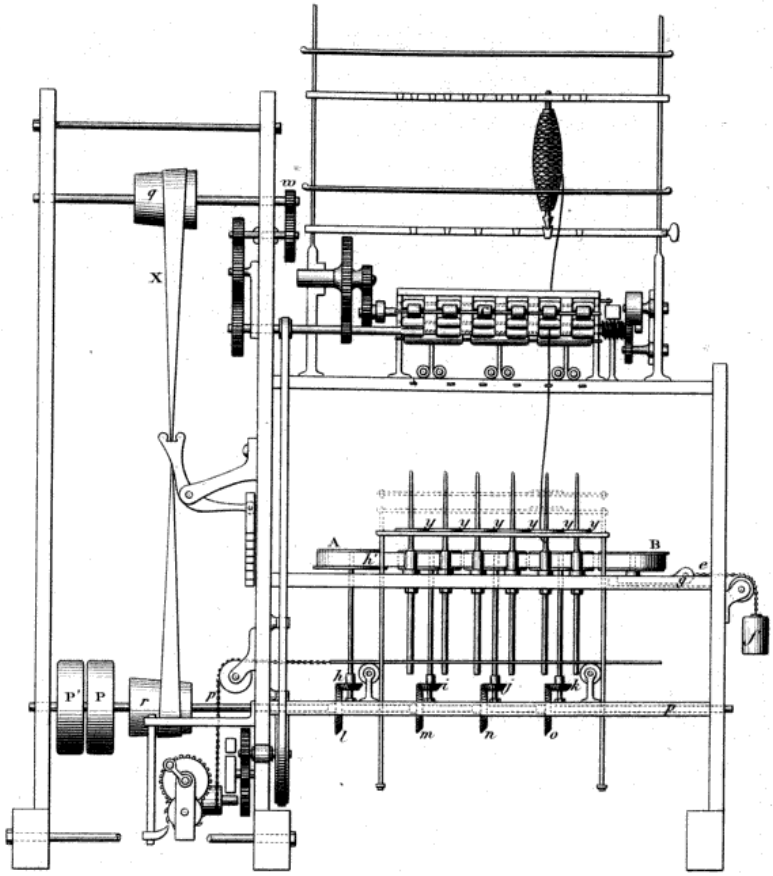


Fig. 2

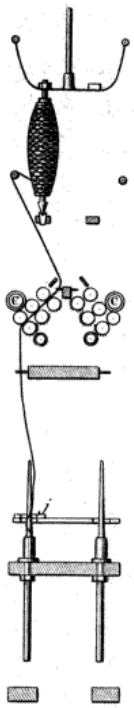


Fig. 4

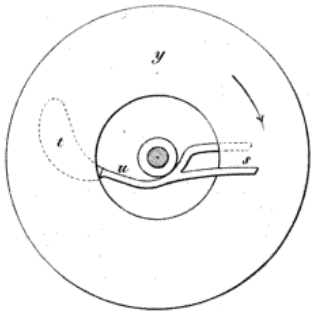


Fig. 3

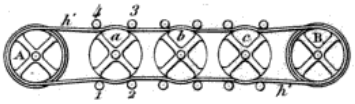


Fig. 5

Echelle au 1/15

Imp. R. Taneur, Paris. *Leon Chaumont del. et sc.*

MÉTIER CONTINU À FILER LE COTON SYSTÊME A. VIMONT.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

89e ANNÉE. Quatrième Série, Tome V. JUILLET 1890.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

SÉANCE GÉNÉRALE DU 13 JUIN 1890

PRÉSIDENCE DE M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE

MEMBRE DE L'INSTITUT, PRÉSIDENT

La Société d'Encouragement pour l'industrie nationale a procédé, le 13 juin 1890, en séance générale, à la distribution des récompenses instituées par elle (prix et médailles). Le fauteuil de la présidence était occupé par M. Haton de la Goupillière, membre de l'Institut, président. A ses côtés siégeaient : M. Troost, membre de l'Institut, et M. le général Sebert, vice-présidents, MM. Collignon et Aimé Girard, secrétaires.

M. le Président ouvre la séance par un discours où il énumère les faits principaux qui se sont passés depuis la dernière séance générale consacrée à la distribution des récompenses; puis M. Aimé Girard lit une notice biographique sur M. Eugène Peligot, ancien secrétaire de la Société.

Les récompenses sont ensuite distribuées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DISTRIBUTION DES RÉCOMPENSES

DISCOURS DE M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE, MEMBRE DE L'INSTITUT, PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ.

MESSIEURS,

La dernière distribution des récompenses que décerne annuellement la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale s'est effectuée à la fin de 1888, sous la présidence de mon éminent prédécesseur M. Edmond Becquerel. Dix-huit mois se sont écoulés depuis lors. C'est pour nous un intervalle inusité, dans lequel vous ne devez cependant pas voir une négligence, mais au contraire une amélioration de nos anciens usages.

La fin de décembre nous ramenait tout à la fois les élections du bureau et la distribution des prix et médailles de la Société. A ce moment de l'année, l'existence de chacun se trouve fortement éprouvée par la crise des étrennes, qui s'exerce dans des sens variables avec l'âge, mais toujours avec intensité.

La publication de notre *Bulletin* se trouvait retardée par le compte rendu d'une aussi importante séance; tandis que de grands efforts ont été réalisés (peut-être sommes-nous assez heureux pour que vous en ayez fait de vous-même la remarque) en vue de ramener sa publication à une périodicité rigoureuse, de manière à faire paraître chaque livraison dans le mois même dont elle porte la désignation.

Votre Conseil d'administration a résolu pour ces motifs, tout en affectant, comme dans le passé, le mois de décembre à l'approbation des comptes de l'exercice et aux élections, qui ne sauraient en effet avoir d'autre date, de convoquer ultérieurement une seconde assemblée générale, consacrée à la distribution des récompenses. Ce soir, Messieurs, cette solennité emprunte un éclat particulier à la réunion de deux séries annuelles de concours, au lieu d'une; car, en même temps que nous avons retardé d'un semestre la distribution de 1889, nous avançons d'autant celle de la présente année 1890. Aussi, le chiffre matériel des récompenses que décerne en ce jour la Société d'Encouragement atteint-il un total d'environ *soixante-cinq mille francs*.

En présence d'un tel résultat, reportons, Messieurs, notre pensée vers ces hommes généreux dont la libéralité a remis entre vos mains des moyens

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aussi efficaces d'encourager l'effort national; et aussi vers ceux qui nous ont précédés dans ce Conseil, tout à l'heure séculaire; vers ces savants illustres, ces éminents artistes, ces grands industriels, ces sages administrateurs, qui nous ont appris par leurs enseignements les moyens d'édifier fortement et de conserver avec prudence, sans pour cela s'attarder devant aucun progrès.

Assurément, Messieurs, depuis la fondation de notre Société, l'industrie française a fait des pas de géant. Mais en même temps la lutte qu'elle soutient a redoublé d'activité. Les nations étrangères, par leur génie spécial, ou en profitant de nos exemples, ont progressé de leur côté. Les voies de communication, les moyens de publicité ont été transfigurés ; les conditions économiques bouleversées. L'intensité des forces en jeu est aujourd'hui formidable; des facteurs autrefois relégués au second plan, sont devenus prépondérants. Messieurs, le moment actuel n'est pas celui du repos et du sommeil. Pour l'industrie française, c'est la veillée des armes! Ce doit être pour notre Société le signal d'un nouvel élan vers ces pacifiques soldats de la défense et de la grandeur nationales!

Pendant le cours de l'année qui vient de s'écouler, nous avons eu la satisfaction d'assister à un grand triomphe patriotique, devant cette Exposition universelle pour laquelle la France a recueilli les hommages mêmes de ses rivaux. Enregistrons ce résultat et marchons en avant! Praticiens ou inventeurs qui êtes rassemblés en ce moment pour recevoir des témoignages d'honneur : ouvriers, contremaîtres, ingénieurs, chefs d'industrie, vous symbolisez ici toutes les forces vives qui permettront à la patrie de combattre le bon combat! Tant de science, de prudence et d'énergie au sommet, et, dans le rang, tant de bons services, d'honneur et de fidélité rassurent sur l'issue finale ceux qui sont venus ici pour vous applaudir!

Avant que commence la brillante énumération des succès que vous avez obtenus, qu'il me soit permis d'adresser avec vous un regret et un dernier hommage à la mémoire de ceux que nous avons perdus. Pendant ces dix-huit mois, notre Conseil a été décimé. Six de ses membres, sept de ses Correspondants lui ont été enlevés; et, en dehors du Conseil, la Société a fait également des pertes sensibles.

Nous avons tout récemment conduit à sa dernière demeure notre doyen, M. Peligot, membre de l'Institut, secrétaire de la Société depuis près d'un demi-siècle. Je me suis fait un devoir d'exprimer sur sa tombe vos adieux; mais, dans quelques instants, ce nom glorieux va recevoir un bien

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus complet témoignage de la bouche de son éminent successeur à ce bureau.

De douloureux souvenirs ont été réveillés en nous par la mort de notre excellent collègue, M. Ernest Dumas. Le fils, et, à quelques jours de distance, la veuve de notre illustre président, Jean-Baptiste Dumas, ont quitté ce monde, peu de mois seulement après que sa mémoire venait de recevoir à Alais une sorte d'apothéose, lors de l'érection de la statue de ce grand homme dans sa ville natale.

M. Legentil portait un nom honoré dans l'industrie textile. Il appartenait au Comité consultatif des arts et manufactures. Il a été, depuis 1866, très dévoué à notre Société ; et vous l'avez, à un certain moment, appelé au poste de censeur. Il se consacrait en outre avec ardeur, en dehors de nous, à des œuvres charitables et religieuses.

M. Boitel était le doyen de notre Comité d'agriculture. Il aimait à rappeler qu'il avait, à ses débuts, obtenu par le concours une bourse de la Société d'Encouragement à l'École de Grignon. Il est arrivé dans la suite aux premiers rangs, tout à la fois parmi nous et à l'Institut agronomique dont il était l'un des professeurs.

M. Diéterle, administrateur de la Manufacture nationale de Beauvais, nous rendait, par la sûreté de son goût et par son érudition, des services appréciés dans le Comité des constructions et des beaux-arts.

Nous devons, Messieurs, une mention spéciale à la mémoire de M. Fourcade, qui nous a laissé un témoignage matériel de son active sollicitude pour notre Société. Déjà, lors de l'Exposition de 1878, il avait, par son initiative auprès de ses collègues de la classe 47, réussi à créer ici, à l'aide des reliquats abandonnés dans ce but par un certain nombre d'Exposants, un prix périodique en faveur des ouvriers appartenant à l'industrie des produits chimiques. M. Fourcade a continué depuis lors à réunir des sommes de la même origine, et il nous en a fait remettre un supplément peu de jours avant sa mort. Enfin il a complété son œuvre en léguant à la Société d'Encouragement, sur sa fortune personnelle, une somme de 8000 francs destinée à augmenter l'importance du prix Fourcade.

Parmi les membres honoraires du Conseil, nous avons à déplorer la mort de M. Phillips, membre de l'Institut, savant de premier ordre, homme doux et bienveillant, de relations charmantes. Ses beaux travaux sur les coulisses de distribution, sur l'élasticité, sur la chronométrie, feront vivre son nom dans l'histoire des sciences.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La liste de nos Correspondants a subi elle-même de grandes pertes. Je citerai d'abord M. Hirn, Correspondant de l'Institut, dont le nom illustre rappelle à lui seul une somme mémorable de travaux originaux, et une rénovation profonde des théories relatives à la machine à vapeur.

M. Broch était un savant éminent, homme affable et distingué, ancien ministre du royaume de Norvège, Correspondant de l'Institut de France et président de la Commission internationale du mètre.

M. Warren de la Rue, à la fois astronome et industriel, avait doté à ses frais une partie des services de l'Observatoire d'Oxford. Il se livrait en outre à des travaux personnels dans un beau laboratoire, où il avait établi une pile au chlorure d'argent de 20 000 éléments.

MM. Santi, Plassiard et Cantoni ont également laissé parmi nous un vide profondément ressenti.

En dehors du Conseil d'administration et de ses Correspondants, nous avons perdu des confrères aimés qui semblaient réservés au plus grand avenir. M. Gaston Planté a laissé un nom impérissable en raison de ses recherches si profondes, si originales et de son admirable création des accumulateurs électriques. Vous lui aviez, en 1882, décerné la grande médaille de physique.

M. Edmond Fuchs, ingénieur en chef des mines, était un explorateur de premier ordre. Hardi et infatigable, il avait recueilli dans le monde entier des matériaux d'observation qui lui ont permis de créer, à l'École supérieure des Mines, un cours nouveau et des plus utiles, consacré à l'étude approfondie des gîtes minéraux.

Citons enfin le nom de M. Deschiens, constructeur estimé d'appareils de précision, auquel vous aviez accordé une médaille de platine pour des organes électriques, et une médaille d'or pour ses ingénieux compteurs qui permettent de mesurer avec exactitude des vitesses de 10 000 tours par minute.

Notre Société, Messieurs, n'a heureusement pas que des deuils à enregistrer; et plusieurs événements favorables méritent de vous être rappelés brièvement.

Nous avons recueilli un certain nombre de libéralités importantes. En outre du legs de M. Fourcade dont je viens de vous parler, plusieurs dons perpétueront parmi nous le souvenir des Exposants de 1889. Les classes 21, 47, 50, 51 nous ont fait remettre des capitaux, pour lesquels je leur témoigne ici publiquement votre gratitude.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Je vous signale particulièrement le don de la classe 51 (matériel des arts chimiques, de la pharmacie et de la tannerie) qui dépasse le chiffre de 2 500 francs, et dont M. Michel Perret a été l'instigateur; et surtout celui de la classe 50 (matériel et procédés des usines agricoles et des industries alimentaires) qui atteint le chiffre d'environ 10 000 francs. Cette somme permettra de fonder ici un prix périodique, que ses créateurs ont eu l'heureuse inspiration de placer sous l'égide du nom de Parmentier. L'initiateur de cette belle œuvre m'a expressément défendu de vous le nommer. C'est M. Aimé Girard, notre excellent collègue et secrétaire.

M. le Ministre de l'agriculture nous a donné une marque précieuse de sa sollicitude, par l'octroi d'une subvention de 1 000 francs.

Nous devons également au Gouvernement d'autres signes matériels de sa bienveillance. M. le Ministre de la guerre a fait contracter par ses services 21 abonnements à notre *Bulletin*, pour les bibliothèques des diverses directions d'artillerie. MM. les Ministres des travaux publics, de l'instruction publique et des beaux-arts, de l'intérieur, des finances, du commerce, de l'industrie et des colonies nous ont accordé des dons bibliographiques considérables, composés, soit d'ouvrages déjà complets ou encore en voie de publication, soit d'abonnements à des revues éditées par ces différents ministères. Le total représente plus de 350 volumes, dont un certain nombre sont d'un grand prix, et 10 abonnements.

A cet appoint s'en ajoute encore un autre, dont la pensée réveille cependant en nous une réelle tristesse. Notre cher collègue, M. Gauthier-Villars, qui a porté si haut dans le monde entier la renommée de l'imprimerie française pour cette difficile spécialité des mathématiques, nous a donné sa démission d'après des motifs de santé, et l'a maintenue malgré toute notre insistance. Mais, en quittant le Conseil d'administration, il a fait à la Société le don de 53 ouvrages sortis de ses presses.

Ces divers envois sont venus très à propos enrichir notre bibliothèque, dont nous avions décidé la reconstitution. Cette opération si essentielle avait été préparée de longue main. L'inventaire de nos richesses bibliographiques a exigé plusieurs années. Aujourd'hui la Société a un bibliothécaire en titre, un catalogue complet, une salle bien aménagée. Chacun de ses membres peut désormais y venir travailler par lui-même, chaque jour, de une heure à six heures. Il peut également y accréditer, au moyen d'une présentation par écrit, et sans limitation de nombre, les personnes qui ont sa confiance. Vous jugerez certainement, Messieurs, que c'est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une création d'une grande importance, et j'avais le devoir de la signaler aujourd'hui à votre attention.

Mais l'heure s'écoule, et je dois me limiter. Tous vous avez hâte d'arriver au moment où si bonne justice va être rendue à qui l'a si bien méritée. Commençons, toutefois, Messieurs, par celle de la reconnaissance, en écoutant le récit de la vie d'Eugène Peligot, pour lequel je donne la parole à M. Aimé Girard, secrétaire de la Société.

BIOGRAPHIE

NOTICE SUR LES TRAVAUX SCIENTIFIQUES D'EUGÈNE PELIGOT, MEMBRE DE L'INSTITUT, SECRÉTAIRE HONORAIRE DE LA SOCIÉTÉ, PAR M. AIMÉ GIRARD, SECRÉTAIRE.

MESSIEURS,

La Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale est aujourd'hui encore sous l'impression du deuil douloureux qui, il y a deux mois à peine, est venu la frapper. Le 15 avril 1890, le doyen de notre Conseil, Eugène Peligot, succombait à la maladie lente, mais implacable, qui, depuis dix-huit mois, le tenait éloigné de nos réunions.

Il vous appartenait de longtemps ; membre du Comité des arts chimiques depuis 1835, il avait, pendant cinquante-cinq ans, apporté aux travaux de la Société autant d'éclat que d'autorité à ses décisions ; pendant quarante-deux ans, il avait, avec une assiduité que vous n'avez pas oubliée, occupé la place d'où je parle aujourd'hui.

Sa perte a fait au milieu de nous un grand vide : depuis la mort de Dumas, nous avions accoutumé de voir en lui comme une incarnation de la Société ; il en était la tradition vivante, et c'est par ses conseils que nous aimions à nous laisser guider.

Si vivement cependant que nous ressentions la perte de notre éminent collègue, plus vif encore peut-être est le sentiment de tristesse et de regret que la perte du savant a causé à tous ceux qui cultivent les arts et les métiers. C'est qu'en effet des travaux si nombreux et si variés que Peligot nous laisse sont déjà sorties de fructueuses applications ; c'est que, dans ces travaux, notre temps a reconnu une mine féconde, une mine qui, certes, est loin d'être épuisée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Aussi, pour répondre aux sentiments de tous, le Bureau de notre Société a-t-il pensé que ce soir, au moment où tant de manufacturiers, d'inventeurs, d'ouvriers, vont recevoir les prix et les récompenses que leurs travaux leur ont mérités, il convenait de rappeler les titres de Peligot à la reconnaissance de l'industrie nationale, et d'esquisser rapidement sa vie, si bien remplie par le travail et par l'amour du bien.

C'est, d'ailleurs, chose singulièrement instructive et profitable que ces retours vers le passé. Habitués à côtoyer chaque jour ceux qui, nous ayant devancés dans le domaine de la science, restent encore au milieu de nous comme les représentants vénérés d'une autre génération, nous oublions trop aisément l'activité de leur jeunesse, comme aussi les énergies et les hardiesses qui jadis les ont mis hors de pair. L'éloignement de découvertes que le temps a rendues classiques semble en atténuer la portée, le passé s'estompe, et les vétérans de la science nous paraissent moins grands.

Mais quand, abandonnant l'époque présente, on se fait, par la pensée, le contemporain de ces découvertes, le point de vue change, tous les efforts accomplis reprennent leur place et leur grandeur, et ceux qui ont été nos maîtres redeviennent à nos yeux les vaillants lutteurs d'autrefois.

C'est à un tel sentiment que j'ai été amené quand, pour remplir la tâche que votre bureau m'a confiée, j'ai entrepris de reconstituer, dans son ensemble, la vie scientifique de Peligot. Lorsque, après avoir, volume à volume, compulsé les divers recueils où ses travaux ont paru, je me suis trouvé en face de 87 mémoires originaux, la plupart très étendus, s'appliquant aux sujets les plus variés, dont le premier figure aux *Annales de Chimie et de Physique* de 1833, dont le dernier est inséré aux *Annales du Conservatoire des Arts et Métiers* pour 1889; lorsque j'ai considéré ces cinquante-six années de travail incessant et toujours utile, je me suis senti pris d'un respect profond pour le savant auquel j'avais, il y a près de quarante ans, présenté mes premières recherches de chimie, à côté de qui je professais depuis vingt ans au Conservatoire des Arts et Métiers, et dans lequel, peu à peu, je m'étais habitué à voir un collègue, alors qu'en réalité j'étais en présence d'un maître.

Et c'est un sentiment tout semblable que vous éprouverez, j'en suis certain, si je suis assez heureux pour vous faire apprécier, dans le peu de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

temps que je puis lui consacrer ce soir, toute l'étendue et toute l'importance de l'œuvre scientifique de Peligot.

Peut-être savez-vous déjà quels ont été ses premiers pas dans la carrière : élève à l'École centrale des Arts et Manufactures de 1829 à 1831, Peligot devenait, aussitôt sa sortie, le préparateur et bientôt le collaborateur de Dumas.

Quatre ans plus tard, âgé de 24 ans à peine, il rentrait à l'école comme professeur ; en 1841, il remplaçait Clément-Desormes au Conservatoire des Arts et Métiers et partageait avec Payen l'enseignement de la chimie, s'appliquant particulièrement à l'explication théorique des faits industriels, alors que celui-ci en exposait surtout le développement technique.

Nul plus que lui n'avait le sentiment du devoir professionnel, et pendant quarante-deux ans à l'École centrale, pendant quarante-cinq ans au Conservatoire des Arts et Métiers, on l'a vu, sans faiblir, exact au rendez-vous, apporter à l'auditoire sympathique qu'attirait l'autorité de sa parole une interprétation toujours claire et sage, toujours animée par d'élégantes expériences, des phénomènes sur lesquels reposent la fabrication des produits chimiques et la métallurgie.

C'était déjà un gros labeur que celui de ce double enseignement : la Commission des monnaies, à laquelle Peligot était attaché, en 1846, comme essayeur d'abord, puis comme vérificateur, comme directeur des essais enfin, lui imposait bientôt d'autres charges encore. Si importants qu'ils fussent cependant, ces travaux ne pouvaient suffire à absorber son activité, et c'est au laboratoire en somme qu'à cette époque et bien longtemps après il donnait le meilleur de son temps. C'est là qu'il se sentait le plus heureux : découvrir un fait nouveau, expliquer un fait connu mais obscur, étaient pour lui les plus grandes joies, et, à la recherche de ce fait nouveau, à l'explication de ce fait obscur, on le voyait s'attacher avec une persévérance qu'aucun obstacle ne pouvait rebuter.

C'est à cet amour du travail que nous devons l'œuvre si considérable et si féconde qu'il nous laisse. Cette œuvre, je ne saurais prétendre à vous la faire connaître en entier ; mais peut-être trouverez-vous un certain intérêt à rechercher avec moi, dans quelques-unes de ses parties, l'origine d'importantes applications dont les arts ont déjà profité.

Suivre dans cette recherche un ordre chronologique serait certainement chose fastidieuse ; nous y éprouverions, du reste, quelques difficultés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ouvrier sévère, Peligot ne considérait jamais ses travaux comme achevés : il y voulait constamment apporter des retouches, et souvent on l'a vu, même au déclin de sa vie, revenir aux questions qu'il avait abordées au temps de sa jeunesse. Aussi est-ce arbitrairement, et en prenant pour guide l'intérêt que nous y pourrons trouver, que nous ferons notre choix parmi les travaux si nombreux que son œuvre comprend.

Cependant, c'est aux débuts mêmes de la carrière scientifique de Peligot que nous placerons notre première station, et cela pour deux causes : la première est qu'à ces débuts correspond l'une des découvertes capitales de la chimie moderne, la seconde est que de cette découverte même est résultée la direction scientifique qui devait faire de lui le précurseur des progrès modernes de la sucrerie.

C'est à l'année 1835 que ces débuts nous ramènent. Depuis trois ans, Peligot est le préparateur de Dumas; dans le laboratoire du maître illustre dont le génie enflamme la jeunesse qui l'entoure, déjà il a su, par trois mémoires importants, montrer sa valeur : en 1833, il a fait connaître les curieuses combinaisons de l'acide chromique avec les chlorures métalliques; en 1834, il a expliqué les phénomènes singuliers auxquels donne lieu le contact de l'acide azoteux avec les protosels de fer; la même année, il a signalé les faits remarquables dont s'accompagne la distillation du benzoate de chaux.

Dumas vient d'achever ses mémorables travaux sur les éthers composés; par une conception hardie, il les a assimilés aux corps gras naturels, et, les rapprochant de l'alcool générateur, il a fait de celui-ci et de ses dérivés un groupe admirablement ordonné. A ses yeux cependant, ce groupe ne doit pas être isolé, et déjà l'idée de généralisation hante son grand esprit.

Peligot, à ce moment, devient son collaborateur; de 1834 à 1838, tous deux s'attachent à la recherche de cette généralisation, et dès les premiers pas le succès répond à leur effort. C'est à 1835, en effet, que remonte le beau travail qui a assigné à l'esprit-de-bois sa place à côté de l'alcool, travail que Dumas et Peligot ont eux-mêmes résumé en deux lignes : « A l'esprit-de-bois nous avons reconnu tous les caractères d'un alcool isomorphe avec l'alcool ordinaire. »

La série des alcools venait d'être fondée. Dès 1836, Dumas et Peligot y inséraient un terme nouveau et bien inattendu, l'éthal, que Chevreul avait appris à retirer du blanc de baleine, et, un an après, les belles recherches de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Cahours sur l'huile de pommes de terre l'enrichissaient d'un quatrième terme, l'alcool amylique. D'autres sont venus plus tard, et ainsi on a vu peu à peu se compléter la première série des alcools homologues.

C'est de la science pure que ces découvertes relèvent surtout : aussi n'y aurais-je pas si longtemps retenu votre attention, si leur développement n'avait eu sur la marche prochaine des travaux de Peligot une influence qui jusqu'ici n'a pas été signalée.

A l'étude des éthers neutres, Dumas, avec Boullay, avait, en 1826 et 1828, joint l'étude des éthers acides : acides sulfovinique, oxalovinique, etc. Au nombre de ces composés, la théorie plaçait l'acide carbovinique. Décomposable, d'après cette théorie même, en acide carbonique et en alcool, celui-ci offrait, de ce fait, une analogie apparente avec le sucre, qui, sous l'influence de la fermentation, fournit lui aussi de l'acide carbonique et de l'alcool. Il n'en fallait pas davantage à l'imagination puissante de Dumas pour entrevoir entre l'acide carbovinique, qu'il semblait aisé de préparer par synthèse, et le sucre qu'on extrait de la canne et de la betterave une relation dont l'importance ne saurait vous échapper.

Cette relation, Dumas et Peligot cherchent à la découvrir de 1836 à 1838 : ils ne la trouvent pas ; bien au contraire, quand, au prix d'expériences délicates, ils sont parvenus à préparer l'acide carbovinique, il leur faut reconnaître qu'entre ce composé et le sucre existe une dissemblance complète. Leur espérance s'évanouit, et, sans attendre la critique, ils exposent et discutent les résultats qu'ils ont obtenus ; car, disent-ils, « il y a tout à gagner pour la science à bien montrer comment le manque de faits ou les défauts de logique conduisent à des erreurs ».

C'est à ce moment qu'intervient la conséquence à laquelle, tout à l'heure, je faisais allusion : « Arrivés à ce point du travail que nous avons entrepris, continuent Dumas et Peligot, il n'en résultait qu'une chose, savoir la nécessité de reprendre à fond l'étude du sucre, ou plutôt des sucres. L'un de nous, M. Peligot, s'est dévoué à ces expériences pendant deux ans. »

Et c'est ainsi que tout à l'heure je vous montrerai Peligot fixant, dès 1838, toutes les propriétés des sucres, et préparant ainsi toutes les applications que bientôt la sucrerie en devait faire.

Avant que d'en venir là cependant, je dois vous retenir quelques instants encore. Parmi les travaux de Peligot, en effet, il en est dont l'importance au point de vue théorique est telle que je ne saurais les passer sous silence.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Vous n'admettriez point, par exemple, que je néglige de vous rappeler comment, en 1841, il a su isoler à l'état de pureté cet acide hypoazotique qui joue dans la fabrication de l'acide sulfurique un si grand rôle, et sur l'intervention duquel il a basé, en 1844, une théorie de cette fabrication qui, pour être abandonnée aujourd'hui, n'en a pas moins été pendant vingt ans considérée comme la seule rationnelle.

Vous n'admettriez pas que j'oublie de vous rappeler les expériences si élégantes par lesquelles, en 1844, il a démontré qu'au chrôme, métal peu connu alors, appartiennent, comme au fer, comme au manganèse, deux degrés d'oxydation, démontré par suite que dans la classification le chrôme doit prendre place à côté de ces métaux. Les faits qu'il a découverts à ce propos n'ont certainement pas été étrangers à l'application que, dans ces derniers temps, on a fait des minerais chrômés à la préparation de cet alliage si curieux qu'on a appelé le ferro-chrôme.

Bien moins encore admettriez-vous que je ne consacre pas quelques instants, au moins, aux belles recherches que Peligot a poursuivies sur l'uranium de 1841 à 1868. Le nom de l'uranite, c'est-à-dire du minerai d'Autun, le nom de l'urane qu'on en extrait, ne vous sont pas inconnus, je pense, et déjà vous savez, sans doute, qu'introduit en minime quantité dans certaines compositions vitreuses, cet urane donne naissance à des verreries charmantes. Vues par réflexion, ces verreries sont d'un jaune particulièrement plaisant ; vues par transparence, elles apparaissent dichroïques et font miroiter aux yeux des teintes verdoyantes qui rappellent certaines nuances du corps des cantharides. Cet urane, on le considérait comme un métal : Peligot, en 1842, dans un mémoire magistral, dont un deuxième mémoire vient, en 1844, confirmer les conclusions, établit qu'on s'est trompé jusqu'alors, que l'urane est un composé oxygéné, un radical analogue au cyanogène, à l'ammonium, qui en toutes circonstances se comporte comme un corps simple, et dont on peut cependant extraire un métal véritable, l'uranium. Modèle de précision, d'habileté, de pénétration, les recherches de Peligot sur l'uranium constituent un monument dont la solidité, après quarante-huit ans d'épreuves, n'a encore subi aucune atteinte.

Au milieu de tous ces travaux, à l'époque de sa plus grande activité, la carrière scientifique de Peligot était traversée par un événement qui devait exercer sur sa direction future une influence prépondérante.

On était en 1845 ; une Exposition des produits de la monarchie autri-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chienne venait de s'ouvrir à Vienne. L'idée des Expositions internationales commençait à faire son chemin; six années à peine nous séparaient du premier de ces concours, et déjà les esprits éclairés pressentaient l'étendue des avantages que devait procurer à la civilisation l'étude comparative des procédés industriels de pays différents.

Pénétré de l'importance de cette étude, le Gouvernement français venait de charger deux délégués d'aller à Vienne examiner les produits autrichiens, hongrois et italiens. La Chambre de commerce de Paris ne trouva pas cette délégation suffisante, et, par une initiative dont elle a droit d'être fière, elle demanda et obtint l'autorisation d'envoyer, elle aussi, un délégué à l'Exposition de Vienne.

Ce fut le jeune professeur du Conservatoire des Arts et Métiers et de l'École centrale qu'elle choisit.

Accrédité auprès des représentants de la France, mis en rapport avec les plus grands manufacturiers de l'Autriche, guidé par d'intelligents compatriotes que l'Exposition avait attirés, libéralement pourvu par la Chambre de commerce, non seulement pour l'entretien de son voyage, mais encore pour l'achat d'échantillons, Peligot s'acquitta de sa mission avec le zèle consciencieux qu'il apportait à toutes ses entreprises. Il étudia l'Exposition dans ses diverses parties, visita les principales usines de la Bohême et de la Moravie, recueillit nombre d'échantillons curieux, et vint enfin, en 1846, déposer sur le bureau de la Chambre de commerce un rapport dont notre *Bulletin* contient quelques extraits, mais qui, dans son ensemble, ne comprend pas moins de 200 pages in-8°.

Dans ce rapport se révèle, à chaque page, l'impression produite sur l'esprit de Peligot par la grandeur et la nouveauté du spectacle industriel auquel il vient d'assister; son goût pour les applications de la science aux arts et aux métiers s'affirme, et c'est chose évidente que dorénavant sa voie est tracée.

Toutes les branches des arts chimiques ont été, en Autriche, l'objet de ses investigations. Près de Carlsbad, il visite les célèbres fabriques de produits chimiques du baron Stark, et nous fait connaître la fabrication de cet acide sulfurique fumant que les teinturiers réclament pour la dissolution de l'indigo. A Sedlowitz, chez un de nos compatriotes, Robert, il admire la plus grande sucrerie que l'on connût alors : autour d'elle 400 hectares sont consacrés à la culture de la betterave; il nous décrit les procédés qu'on y suit et nous en indique les rendements : ceux-ci sont bien modestes encore,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ils ne dépassent pas 5 p. 100 du poids de la racine. La fabrication du papier attire également son attention; il nous apprend combien elle est peu développée en Autriche, et signale au commerce français l'importance naissante de ce marché. A Vienne même, il voit les belles découvertes de Chevreul sur les corps gras appliquées par un Français, par de Milly, à la fabrication des bougies stéariques. L'industrie céramique, la métallurgie, sont également, de sa part, l'objet d'observations d'un haut intérêt.

Mais, par dessus tout, c'est la verrerie qui l'attire : les beaux verres de la Bohême et de Venise le séduisent, l'art du verrier devient son art de prédilection, et jusqu'à la fin de sa vie cette prédilection ne se démentira pas.

Dès 1844, il fait connaître la composition exacte de ces verres de Bohême qu'il vient d'admirer, et qui, différents de notre cristal à base de plomb, sont faits essentiellement de silice, de potasse et de chaux.

A l'École centrale des Arts et Manufactures, il donne à l'enseignement de la verrerie un développement et un intérêt que jusqu'alors cet enseignement n'avait pas reçus, et bientôt, en 1862, les *Annales du Conservatoire des Arts et Métiers* publient ces *Douze Leçons sur l'art de la Verrerie*, qui pendant bien des années sont restées le seul traité moderne mis par la science à la disposition de cet art.

Quinze ans après, en 1877, Peligot donnait à ses études sur la verrerie leur forme définitive en publiant le beau volume auquel il a donné pour titre : *Le Verre, son histoire, sa fabrication.*

Mais, si la verrerie doit beaucoup à Peligot, l'industrie sucrière lui doit davantage encore, et j'ai hâte de vous montrer les services qu'il lui a rendus.

Tout à l'heure, je vous ai dit par quelles circonstances il avait été amené à s'occuper de la composition et des propriétés des sucres : c'est en 1838 qu'il publia ses premières recherches à ce sujet, et l'importance, dès ce moment, en fut jugée telle, que, devant la Faculté de Paris, elles valurent à Peligot le grade de docteur ès sciences.

Ces recherches, je voudrais vous faire connaître rapidement les fruits qu'elles ont portés.

L'extraction du sucre contenu dans les plantes sucrées, dans la betterave notamment, n'a jamais été parfaite : à la fin du travail, une partie importante de ce sucre vient, immobile, incapable de cristalliser, s'accumuler dans ce résidu qu'on appelle la mélasse. Vilain produit, n'est-il pas vrai, Messieurs, que cette mélasse, que ce sirop noir, visqueux, malodorant, et dont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

il semble fort difficile, en réalité, de tirer quelque chose ; produit bien précieux cependant, car il emporte une proportion de sucre qui ne représente pas moins de 2 p. 100 du poids de la betterave, soit, pour une bonne campagne comme celle de 1888-1889 en France, un poids brut de 125 millions de kilogrammes de sucre.

Ce sucre, la distillerie seule savait l'utiliser autrefois : elle en faisait de l'alcool ; mais, il faut bien le reconnaître, c'est là un procédé presque barbare d'utilisation. Détruire ce beau produit cristallisable, dont la synthèse est le rêve de la science chimique, est une anomalie, en vérité. Aussi est-ce avec joie qu'on a vu, de notre temps, une industrie nouvelle, la sucraterie, entreprendre d'extraire à l'état cristallisé le sucre que les mélasses emportent.

Cette industrie est puissante aujourd'hui, non pas en France, où une législation fiscale regrettable est venue limiter son essor, mais chez nos voisins, en Autriche, en Russie et surtout en Allemagne.

En tous lieux, d'ailleurs, et de quelque façon qu'elle soit pratiquée, la sucraterie est l'œuvre de Peligot ; son mémoire de 1838 en a fourni toutes les données.

Que faut-il faire, en effet, pour extraire le sucre des mélasses ? Il faut l'engager dans des combinaisons insolubles, d'où l'on puisse ensuite, par des lavages à l'eau, à l'alcool, séparer les impuretés qui le souillent. Ces combinaisons insolubles, on ne les connaissait pas avant Peligot : c'est lui qui les a découvertes et qui en a indiqué toutes les propriétés.

Le sucre se combine à la chaux, nous a-t-il appris, et forme ainsi divers sucrates dont l'un est insoluble dans l'alcool, insoluble aussi dans l'eau, et surtout dans l'eau bouillante.

Et voici que, de nos jours, trois procédés au moins sont pratiqués qui, par des tours de mains divers, aboutissent à la formation de ce sucrate de chaux, qu'il suffit de purifier ensuite à l'aide de l'alcool, de décomposer enfin par l'acide carbonique pour régénérer, avec ses propriétés natives, le sucre de la mélasse. Élution, précipitation, ainsi nomme-t-on ces procédés, peu importe ; ce qui importe, c'est qu'en 1889-1890 ils ont fourni à l'Allemagne 20 millions de kilogrammes de sucre : à 40 centimes le kilogramme, c'est une valeur de 8 millions de francs ; par un autre tour de main, la substitution utilisant l'insolubilité du sucrate dans l'eau bouillante lui en a fourni 1 400 000 kilogrammes ; la séparation où le sucrate est obtenu à l'aide de la chaux vive, 11 millions de kilogrammes, c'est-à-dire une valeur de 700 000 francs d'un côté, de 5 500 000 francs de l'autre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Puis, à côté du sucrate de chaux, voici le sucrate de baryte, dont Peligot a si bien décrit les propriétés, que Dubrunfaut, dès 1850, utilisait dans son usine de Courrières, mais qu'en ce moment, et pour des causes diverses, la sucraterie est obligée de délaisser.

A côté encore, voici les sucrates du strontiane, qui, habilement exploités par la sucrerie allemande, lui ont permis de retirer, l'an dernier, de ses mélasses, 28 millions de kilogrammes de sucre, d'une valeur de 11 millions de francs.

Ces sucrates de chaux, de strontiane, la raffinerie française les utilise également pour l'extraction du sucre des mélasses; mais les résultats qu'elle en obtient ne nous sont pas bien connus; nous n'avons pas besoin de les connaître, du reste : ceux que nous apportent les statistiques de l'Allemagne sont là, officiels, nous autorisant à proclamer qu'en 1889-1890, la sucrerie de ce pays a pu, grâce aux travaux de Peligot, retirer, au total, de ses mélasses, 60 millions de kilogrammes de sucre, représentant une valeur de 25 millions de francs.

N'est-ce pas là, Messieurs, une belle victoire pour notre science française, et ne devons-nous pas à Peligot, qui nous a préparé cette victoire, une haute reconnaissance?

Combien j'aurais encore de sujets à traiter si je voulais vous donner une idée, non pas complète, mais approchée, de l'œuvre de Peligot!

Je devrais vous montrer alors le jeune savant s'attachant dès 1838 à l'étude de la betterave à sucre, découvrant ce que personne n'avait soupçonné jusque-là : que côte à côte, dans un même champ et provenant d'un même lot de graines, pouvaient se rencontrer des racines de richesses très différentes, les unes tenant à peine 6 p. 100 de sucre, les autres en tenant jusqu'à 15 p. 100. Cela nous semble bien naïf aujourd'hui : c'était pour l'époque une découverte considérable; elle marquait le premier pas vers la sélection dont bientôt Vilmorin allait doter la science agricole.

A des dates plus récentes, en 1864, en 1873, vous le verriez, préoccupé des devoirs que ses fonctions d'essayeur à la Monnaie lui imposent, étudier de nouveaux alliages d'argent et de zinc, d'or et d'argent, destinés à la modification éventuelle, d'un côté, de nos monnaies divisionnaires d'argent, d'un autre de nos monnaies d'or.

Ne devrais-je pas vous rappeler aussi les travaux qu'il a, de 1855 à 1864, poursuivis sur la composition des eaux de Paris, et au cours desquels il a

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

doté l'analyse chimique et l'hygiène d'un élégant procédé de séparation, à l'état de laque ferrugineuse, des impuretés organiques par lesquelles les eaux sont contaminées?

Pourrais-je oublier encore le procédé qu'il nous a donné en 1847 pour le dosage de l'azote; procédé qui, substituant la mesure d'une liqueur titrée à la pesée d'un composé platinique insoluble, mettant ainsi l'analyse des matières alimentaires et des engrais à la portée des moins expérimentés, a rendu tant de services à l'agriculture?

Puis, ce seraient ses importantes recherches sur la nature des éléments minéraux que les plantes empruntent au sol et aux engrais, ses études chimiques et physiologiques sur les vers à soie ; ses mémoires sur la composition du thé, sur la composition des blés, sur cet ammoniure de cuivre auquel Schweitzer a reconnu la curieuse propriété de dissoudre la trame cellulosique des végétaux, sur l'emploi du sulfure de carbone dissous dans l'eau pour le traitement des vignes phylloxérées; ce seraient certainement plus de cinquante mémoires qu'il me faudrait analyser devant vous.

Je ne saurais suffire à une tâche aussi lourde. Prolonger cet exposé serait d'ailleurs fatiguer votre patience, et je dois me borner ; mais ce que je ne puis faire ce soir, vous pourrez, vous, le faire à loisir. A cette notice, déjà bien longue, j'ai joint un catalogue raisonné de l'œuvre entière de Peligot. Ce catalogue, notre *Bulletin* le mettra, dans quelques jours, entre vos mains, et vous pourrez alors, ici même, à la bibliothèque de la Société, étudier dans les divers recueils où elle a paru l'œuvre si vaste dont je n'ai pu vous donner qu'un faible aperçu.

Cette étude vous aura bientôt fait connaître le savant, mais elle ne suffira pas à vous faire connaître l'homme. Celui-ci, cependant, était, autant que celui-là, digne de sympathie et de respect.

Modeste et simple entre tous, timide à l'excès, mais ferme en ses desseins, préoccupé surtout de droiture et de justice, Peligot, comme le disait notre président sur sa tombe, Peligot était un caractère.

Ce n'était certes pas un glorieux : en vain chercheriez-vous dans toute son œuvre une ligne où il consente à se louer lui-même. Jamais, dans la conversation, on ne l'entendit vanter ses travaux : qu'un flatteur cherchât à la faire valoir, il en était troublé, et le mieux pour lui plaire était de les estimer sans le lui dire. J'ai eu, tout récemment, de cette modestie, de cette simplicité, une preuve vraiment touchante. C'est une coutume pour nous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tous, lorsque nous venons de publier un mémoire, même une note, que d'en faire tirer à part une centaine d'exemplaires pour les distribuer à nos amis d'abord, ensuite à ceux auprès de qui nous tenons à mettre en relief nos mérites. Peligot faisait comme les autres : il faisait tirer à part ses mémoires, mais il ne les distribuait pas, et lorsque, il y a quelques jours, sa famille dut quitter cet appartement de la Monnaie qu'elle avait si longtemps habité, on fut fort étonné de retrouver au fond d'une armoire tous les tirages à part de Peligot depuis cinquante ans. Pour chacun d'eux, 90, 95 exemplaires restaient ; à peine en avait-il distribué une dizaine. Nous ne sommes plus aussi modestes aujourd'hui.

Il était juste et bon. Son accueil réservé inquiétait quelquefois, mais ce n'était là qu'un effet de son extrême timidité ; timidité telle, que non seulement il se sentait embarrassé en face du plus humble des interlocuteurs, mais qu'encore, il me l'a avoué lui-même, il éprouvait, après quarante ans de professorat, autant d'émotion qu'à ses débuts quand, dans notre grand amphithéâtre, il paraissait devant cet auditoire qui pourtant le respectait si fort et dont plus qu'aucun autre il était maître.

Quel que fût son accueil, d'ailleurs, l'interlocuteur n'avait pas à craindre d'être trompé par lui : en aucune affaire il ne se décidait qu'après réflexion. Son opinion se formait lentement, consciencieusement : l'amour du bien, le sentiment de la justice étaient alors ses seuls conseils ; toute influence extérieure lui était indifférente ; il s'éclairait, écoutait les personnes compétentes, puis, aussitôt la conviction venue, sa décision était prise : elle était dorénavant irrévocable, et, qu'elle fût favorable ou non, Peligot n'hésitait jamais à la faire connaître : on lui en savait gré.

Ces qualités avaient valu à Peligot une situation rare. Les honneurs étaient venus à lui : en 1852, l'Académie des Sciences lui avait ouvert ses rangs, consacrant ainsi ses travaux par la récompense la plus haute qu'un savant puisse ambitionner ; en 1870, la Société nationale d'Agriculture en avait fait un des siens ; pendant quarante-deux ans vous lui aviez confié les fonctions de secrétaire de votre Société ; en 1880, la direction des essais de la Monnaie était remise à sa haute expérience ; à la mort de Balard, la Société française de Photographie l'avait choisi pour son président ; en 1884 enfin, Hervé-Mangon avait honoré son trop court passage au ministère de l'Agriculture en obtenant pour lui la plaque de grand-officier de la Légion d'honneur.

Entouré d'une famille unie, aimante, distinguée entre toutes, Peligot

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pouvait alors être compté au nombre des heureux, et de ce bonheur pourtant personne n'était jaloux.

C'est là certainement son plus bel éloge. Durant toute sa carrière, il était resté semblable à lui-même : simple et droit, amoureux de la justice et de la vérité, travailleur infatigable, étranger à toute intrigue, il n'avait jamais connu l'envie; l'envie consentit à ne pas le connaître. C'est qu'il était de ceux devant lesquels la passion désarme, que leurs contemporains vénèrent, et que la postérité n'oublie pas.

TRAVAUX SCIENTIFIQUES D'EUGÈNE PELIGOT (1833 A 1889)

RECHERCHES DE CHIMIE PURE

SUR LES COMPOSÉS DE L'AZOTE

1834. De l'action du deutoxide d'azote sur les sels de protoxide de fer. (*Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, tome 54, p. 17.)

1840. Recherches sur les sels de plomb formés par les acides de l'azote. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, tome XI, p. 860. — *Annales de Chimie*, 3e série, tome 2, p. 87.)

1841. Recherches sur l'acide hypoazotique et l'acide azoteux. (*Comptes rendus de l'Académie*, tome XII, p. 606. — *Annales de Chimie*, 3e série, tome 2, p. 58.)

SUR LES COMPOSÉS DU CHRÔME

1833. Sur les combinaisons de l'acide chromique avec les chlorures métalliques. (*Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, tome 52, p. 267.)

1844. Sur un nouvel oxyde de chrôme. (*Comptes rendus*, tome XIX, p. 609.)

1844. Recherches sur le chrôme. (*Comptes rendus*, tome XIX, p. 734. — *Annales de Chimie*, 3e série, tome 12, p. 528.)

1845. Sur la composition du sesquichlorure de chrôme. (*Comptes rendus*, tome XX, p. 1187. — *Annales de Chimie*, 3e série, tome 14, p. 205.)

1845. Sur les chlorures de chrôme. (*Comptes rendus*, tome XXI, p. 74. — *Annales de Chimie*, 3e série, tome 16, p. 294.)

1868. Note sur la composition des fers chrômés. (*Comptes rendus*, tome LXVII, p. 871. — *Annales de Chimie*, 4e série, tome 16, p. 100.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

RECHERCHES SUR L'URANIUM

1841. Recherches sur le poids atomique de l'uranium. (*Comptes rendus*, tome XII, p. 735.)
1841. Recherches sur l'uranium. (*Comptes rendus,* tome XIII, p. 417.)
1842. Recherches sur l'uranium (2e mémoire). (*Comptes rendus*, tome XIV, p. 714. — *Annales de Chimie*, 3e série, tome 5, p. 5.)
1844. Recherches sur l'uranium (2e mémoire). *Comptes rendus*, tome XVIII, p. 682. — *Annales de Chimie*, 3e série, tome 12, p. 549.)
1846. Sur le poids atomique de l'uranium. (*Comptes rendus*, tome XXII, p. 487. — *Annales de Chimie*, 3e série, tome 20, p. 329.)
1856. Note sur la préparation de l'uranium. (*Comptes rendus*, tome XLII, p. 73.)
1868. Sur la préparation de l'uranium. (*Comptes rendus*, tome LXVII, p. 507. — — *Annales de Chimie*, 4e série, tome 17, p. 368.)

RECHERCHES SUR LES ALCOOLS ET LES ÉTHERS

1835. Mémoire sur l'esprit-de-bois et les divers composés éthérés qui en proviennent (en commun avec Dumas). (*Annales de Chimie*, 2e série, tome 58, p. 5.)
1836. Nouvelles combinaisons du méthylène (en commun avec Dumas). (*Annales de Chimie*, 2e série, tome 61, p. 193.)
1836. Recherches sur la nature de l'éthal, tendant à prouver que c'est un corps analogue à l'alcool (en commun avec Dumas). (*Comptes rendus*, tome II, p. 403. — *Annales de Chimie*, 2e série, tome 62, p. 5.)
1837. Sur le carbométhylate de baryte (en commun avec Dumas). (*Comptes rendus*, tome IV, p. 433.)
1837. Sur le carbovinate de potasse (en commun avec Dumas). (*Comptes rendus*, tome IV, p. 563.)
1838. Sur les carbovinates, les carbométhylates et la véritable constitution du sucre de canne (en commun avec Dumas). (*Comptes rendus*, tome VI, p. 217.)

RECHERCHES DIVERSES

1834. Sur la distillation du benzoate de chaux. (*Annales de Chimie*, 2e série, tome 56, p. 59.)
1835. Recherches de chimie organique sur l'huile de cannelle, l'acide hippurique et l'acide sébacique (en commun avec Dumas). (*Annales de Chimie*, 2e série, tome 57, p. 305.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1835. Sur un hydrate d'essence de térébenthine (en commun avec Dumas). (*Annales de Chimie*, 2e série, tome 57, p. 334.)

1836. Action du chlore, du brome et de l'iode sur certains sels à acides organiques. (*Comptes rendus de l'Académie*, tome II, p. 158.)

1836. Sur un nouvel acide résultant de l'action du brome sur le benzoate d'argent. (*Comptes rendus*, tome III, p. 9.)

1837. Note sur la nature du camphre ordinaire (en commun avec Dumas). (*Comptes rendus*, tome IV, p. 696.)

1839. Recherches sur l'acide ulmique. (*Comptes rendus*, tome IX, p. 125. — *Annales de Chimie*, 2e série, tome 73, p. 208.)

1840. Recherches sur la composition de l'acide phosphorique cristallisé. (*Comptes rendus*, tome X, p. 693. — *Annales de Chimie*, 2e série, tome 73, p. 286.)

1840. Troisième mémoire sur les types chimiques (en commun avec Dumas). (*Annales de Chimie*, 2e série, tome 74, p. 5.)

1846. Sur la composition des sels d'antimoine. (*Comptes rendus*, tome XXIII, p. 709. — *Annales de Chimie*, 3e série, tome 20, p. 283.)

1846. Sur la composition du coton fulminant. (*Comptes rendus*, tome XXIII, p. 1085.)

1847. Note sur un procédé propre à déterminer d'une manière rapide la quantité d'azote contenue dans les substances organiques. (*Comptes rendus*, tome XXIV, p. 530.)

1861. Sur les produits qui résultent de l'action simultanée de l'air et de l'ammoniaque sur le cuivre. (*Comptes rendus*, tome LIII, p. 1102. — *Annales de Chimie*, 3e série, tome 63, p. 343. — *Bulletin de la Société*, 2e série, tome VIII, p. 550.)

RECHERCHES DE CHIMIE APPLIQUÉE AUX ARTS ET A L'AGRICULTURE

FABRICATION DE L'ACIDE SULFURIQUE

1844. Sur la théorie de la fabrication de l'acide sulfurique. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, tome XIX, p. 420. — *Annales de Chimie* 3e série, tome 12, p. 263.)

1844. Réponse à une réclamation de priorité de M. Baudrimont sur ce sujet. (*Comptes rendus*, tome XIX, p. 515.)

RECHERCHES SUR LES MÉTAUX ET LES ALLIAGES

1844. Sur un moyen d'obtenir certains métaux parfaitement purs. (*Comptes rendus*, tome XIX, p. 670.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1844. Réponse à une réclamation de priorité faite à ce sujet par M. Jacquelain. (*Comptes rendus*, tome XIX, p. 924.)

1854. Sur un nouveau fourneau à moufle (en commun avec M. Levol). (*Bulletin de la Société d'Encouragement*, 2e série, tome I, p. 430.)

1864. Sur les alliages d'argent et de zinc. (*Comptes rendus*, tome LVIII, p. 645. — *Annales de Chimie*, 4e série, tome 2, p. 430. — *Bulletin de la Société*, 2e série, tome XI, p. 291.)

1873. Sur les alliages employés pour la fabrication des monnaies d'or. (*Comptes rendus*, tome LXXVI, p. 1441. — *Bulletin de la Société*, 3e série, tome I, p. 229.)

1889. Sur la composition des alliages monétaires. (*Annales du Conservatoire des Arts et Métiers*, nouvelle série, tome I, p. 1.)

RECHERCHES SUR LA VERRERIE

1846. Sur la composition de quelques verres fabriqués en Bohême. (*Comptes rendus*, tome XXII, p. 547.)

1867. Sur des nouveaux procédés de gravure du verre par l'acide fluorhydrique. (*Bulletin de la Société*, 2e série, tome, XIV, p. 607.)

1874. Sur la cristallisation du verre. (*Comptes rendus*, tome LXXVIII, p. 386. — *Annales de Chimie*, 5e série, tome Ier, p. 559. — *Bulletin de la Société*, 3e série, tome Ier, p. 342.)

1876. De la composition du verre et du cristal chez les anciens. (*Comptes rendus*, tome LXXXIII, p. 1129. — *Annales de Chimie*, 5e série, tome 13, p. 271. — *Bulletin de la Société*, 3e série, tome IV, p. 64.)

RECHERCHES SUR LA COMPOSITION DES EAUX

1855. Étude sur la composition des eaux, 1er mémoire. (*Comptes rendus*, tome XL, p. 1121. — *Annales de chimie*, 3e série, tome 44, p. 257.)

1857. Étude sur la composition des eaux, 2e mémoire. Eau du puits de Grenelle. (*Comptes rendus*, tome XLIV, p. 193. — *Annales de Chimie*, 3e série, tome 51, p. 367. — *Bulletin de la Société*, 2e série, tome IV, p. 222.)

1864. Étude sur la composition des eaux, 3e mémoire. Recherche des matières organiques. (*Comptes rendus*, tome LVIII, p. 729. — *Annales de Chimie*, 4e série, tome 3, p. 213. — *Bulletin de la Société*, 2e série, tome XI, p. 542.)

RECHERCHES SUR LES SUCRES

1837. Observations sur le sucre de canne et sur un nouvel acide provenant de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'action des alcalis sur le sucre d'amidon. (*Comptes rendus*, tome V, p. 26.)

1838. Recherche sur la nature et la propriété chimique des sucres. (*Comptes rendus*, tome VI, p. 232. — *Annales de Chimie*, 2e série, tome 67, p. 113.)

1839. Sur la composition du saccharate de plomb. (*Comptes rendus*, tome VIII, p. 530. — *Annales de Chimie*, 2e série, tome 73, p. 103.)

1846. Sur un nouveau procédé saccharimétrique. (*Comptes rendus*, tome XXII, p. 936. — *Bulletin de la Société*, tome 45, p. 194 et 289.)

1851. Sur les combinaisons du sucre avec la chaux. (*Comptes rendus*, tome XXXII, p. 333.)

1852. Réponse à une réclamation de priorité de la part de M. Rousseau. (*Comptes rendus*, tomes XXXII, p. 462.)

1851. Sur la composition des sucres bruts. (*Comptes rendus*, tome XXXII, p. 421.)

1858. Sur les combinaisons du sucre avec la chaux. (*Annales de Chimie et de Physique*, tome 54, p. 377, 3e série.)

1864. Note sur le sucrate de chaux. (*Comptes rendus*, tome LIX, p. 930.)

1879. Sur quelques propriétés du glucose. (*Comptes rendus*, t. LXXXIX, p. 918. — *Bulletin de la Société*, 3e série, tome VI, p. 621.)

1880. Sur le levulosate de chaux. (*Comptes rendus*, tome XC, p. 153.)

1880. Sur la saccharine. (*Comptes rendus*, tome XC, p. 1141. — *Bulletin de la Société*, 3e série, tome VII, p. 465.)

RECHERCHES SUR LA BETTERAVE

1838. Recherches sur la betterave à sucre. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, tome VII, p. 943.)

1875. Sur les matières salines que la betterave emprunte au sol et aux engrais. (*Comptes rendus*, tome LXXX, p. 133. — *Annales de chimie*, 5e série, tome V, p. 128. — *Bulletin de la Société d'Encouragement à l'industrie nationale*, 3e série, t. II, p. 624.)

1875. Sur les substances minérales contenues dans le jus de betterave et sur la potasse qu'on en extrait. (*Comptes rendus*, tome LXXX, p. 219. — *Bulletin de la Société*, 3e série, tome II, p. 624.)

RECHERCHES SUR LA CANNE A SUCRE

1839. Sur la composition de la canne à sucre. (*Comptes rendus*, t. IX, p. 349.)

1840. Réponse à une réclamation de priorité présentée par M. Avequin. (*Comptes rendus*, tome X, p. 250.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

RECHERCHES SUR LES ÉLÉMENTS MINÉRAUX DES PLANTES

1867. Sur la répartition de la potasse et de la soude dans les végétaux. (*Comptes rendus*, tome LXV, p. 729. — *Annales de Chimie*, 4e série, tome 12, p. 430. — *Bulletin de la Société*, 2e série, tome XIV, p. 711.)

1869. Observation sur une note de M. Cloëz relative à la composition des salins de diverses plantes. (*Comptes rendus*, tome LXVIII, p. 571.)

1869. Observation sur une note de M. Velter sur l'utilisation du sel marin en agriculture. (*Comptes rendus*, tome LXVIII, p. 502. — *Annales de Chimie*, 4e série, tome 18, p. 353.)

1869. Sur la répartition de la potasse et de la soude dans les végétaux. (*Comptes rendus*, tome LXIX, p. 1269. — *Annales de Chimie*, 4e série, tome 23, p. 406. — *Bulletin de la Société*, tome XVII, p. 290.)

1871. Sur la nature du sol des polders de la Vendée. (*Comptes rendus*, tome LXXIII, p. 1072. — *Annales de Chimie*, 4e série, tome 23, p. 417. — *Bulletin de la Société*, 2e série, tome XVIII, p. 500.)

1873. Sur la répartition de la potasse et de la soude dans les végétaux. (*Comptes rendus*, tome LXXVI, p. 1113. — *Annales de Chimie*, 4e série, tome 30, p. 218. — *Bulletin de la Société*, 2e série, tome XX, p. 612.)

RECHERCHES SUR LES VERS A SOIE

1851. Études chimiques et physiologique sur les vers à soie. (*Comptes rendus*, tome XXXIII, p. 490.)

1852. Études chimiques et physiologiques sur les vers à soie (2e mémoire). (*Comptes rendus*, tome XXXIV, p. 278.)

1858. Note sur la composition de la peau des vers à soie. (*Comptes rendus*, tome XLVII, p. 1034. — *Annales de Chimie*, 3e série, tome 58, p. 83.)

1865. Études chimiques et physiologiques sur les vers à soie (3e mémoire). (*Comptes rendus*, tome LXI, p. 866. — *Annales de Chimie*, 4e série, tome 12, p. 445. — *Bulletin de la Société*, 2e série, tome XIII, p. 155.)

RECHERCHES DIVERSES

1836. Mémoire sur la composition chimique du lait d'ânesse. (*Comptes rendus*, tome III, p. 414. — *Annales de Chimie*, 2e série, tome 62, p. 432.)

1840. Moyen de remplacer l'huile d'olive par l'acide oléique dans la préparation des laines (en commun avec M. Alcan). (*Bulletin de la Société*, tome 39, p. 477.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1841. Sur l'emploi de l'acide oléique au graissage des laines (en commun avec M. Alcan). (*Bulletin de la Société*, tome 40, p. 439.)

1843. Recherches sur la composition chimique du thé. (*Comptes rendus*, tome XVII, p. 107. — *Annales de Chimie*, 3e série, tome II, p. 129.)

1846. Rapport présenté à la Chambre de Commerce de Paris sur l'exposition de Vienne. (*Bulletin de la Société*, tome 45, pp. 245, 291, 414.)

1849. Sur la composition des blés. (*Comptes rendus*, tome XXVIII, p. 182. — *Annales de Chimie*, 3e série, tome 29, p. 5.)

1857. Note sur un fragment de bois antique provenant du quai de Carthage. (*Comptes rendus*, tome XLIV, p. 933. — *Annales de Chimie*, 3e série, tome 52, p. 303.)

1861. Traitement des résidus d'or et d'argent provenant des opérations photographiques. (*Bulletin de la Société française de Photographie*, tome VII, p. 63.)

1876. De l'action que l'acide borique et les borates exercent sur les végétaux. (*Comptes rendus*, tome LXXXIII, p. 686.)

1884. Note sur le sulfure de carbone et l'emploi de sa dissolution dans l'eau pour le traitement des vignes phylloxérées. (*Comptes rendus*, tome XCXIX, p. 587. — *Bulletin de la Société*, 3e série, tome XI, p. 495.)

PUBLICATIONS

1838. Recherches sur l'analyse et la composition chimique de la betterave à sucre.

1846. Rapport adressé à MM. les Membres de la Chambre de Commerce de Paris sur l'Exposition des produits de l'industrie autrichienne ouverte à Vienne le 15 mai 1845.

1862. Douze leçons sur l'art de la verrerie. (*Extrait des Annales du Conservatoire des Arts et Métiers.*)

1877. Le verre, son histoire, sa fabrication.

1882. Traité de chimie analytique appliquée à l'agriculture.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

GRAND PRIX DE LA SOCIÉTÉ

RAPPORT *fait par* M. CH. DE COMBEROUSSE *sur les* TITRES DE M. BENJAMIN NORMAND AU GRAND PRIX DE LA SOCIÉTÉ.

Prix de 12000 francs.

MESSIEURS,

On a dit, — pardonnez-moi cette expression familière, — que la machine à vapeur *jouissait de son reste*.

La houille, en effet, est déterminée dans sa quantité actuelle, et la masse qu'elle nous offre diminue de jour en jour pour satisfaire à tous les besoins de la civilisation moderne. Elle ne se renouvellera plus, le globe terrestre s'éloignant toujours davantage des conditions géologiques qui ont donné naissance au précieux combustible.

La terre, il est vrai, n'a pas été encore sondée à ce point de vue dans toutes ses parties. On trouvera d'autres couches puissantes; on reculera ainsi le moment où la houille aura disparu ou ne sera plus accessible. Au lieu de deux cents ans, on atteindra quatre ou cinq cents ans comme terme fatal : c'est la vie de quinze ou vingt générations, c'est-à-dire une minute.

Nous avons confiance dans le génie humain, d'autres découvertes surgiront, un autre *modus vivendi* s'établira. On n'en doit pas moins considérer cette échéance forcée avec une certaine inquiétude.

Tout ce qui concerne les progrès de la machine à vapeur a donc, à l'heure où nous sommes de la vie terrestre, une importance capitale. Tous ceux qui, par leurs efforts, parviennent à économiser la puissance accumulée ou le potentiel confié autrefois par le soleil à la houille; tous ceux qui, suivant l'expression de notre éminent Président, s'opposent à son *gaspillage* et restreignent de plus en plus sa consommation pour le même effet utile, doivent être regardés comme de véritables bienfaiteurs de l'humanité.

On peut ranger à juste titre parmi eux le savant ingénieur dont il nous faut retracer rapidement la laborieuse carrière.

Charles-Benjamin Normand est né au Havre, le 25 janvier 1830. Il était le fils de l'habile constructeur de navires de cette ville et le frère aîné de M. Augustin Normand qui continue encore aujourd'hui, avec une grande distinction, les traditions de la maison paternelle.

Benjamin Normand ne passa par aucune école spéciale. Il fut élevé à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'anglaise, associé, à partir de quinze ans, dans le bureau des études et l'atelier, aux travaux de son père. Tout en consacrant chaque jour quelques heures à son instruction générale, il devint ainsi un praticien expérimenté à un âge où l'on est encore habituellement sur les bancs des écoles supérieures, quand on suit un autre système.

La meilleure preuve de ses progrès étonnamment rapides est fournie par l'invention, à vingt-deux ans, de ses trois types de machines à scier les bois de membrure et les bordages destinés à la construction des navires.

L'un de ces types, appliqué au sciage des bois de membrure suivant leur courbure et leur diminution d'épaisseur, est un véritable chef-d'œuvre cinématique.

Les trois machines, correspondant aux trois opérations à faire subir aux bois de construction employés dans la marine, figurèrent à l'Exposition universelle de 1855, et valurent à leur jeune auteur la médaille d'or, alors beaucoup plus rare qu'aujourd'hui. Tous les établissements de la marine militaire française se hâtèrent d'en faire usage, ainsi que les grandes exploitations privées. Il en fût de même en Espagne, en Hollande, en Italie et au Brésil. Le *Times* ne manqua pas, au moment de l'Exposition, d'appeler l'attention des ingénieurs du Royaume-Uni sur les machines de Benjamin Normand. Et nos émules ou nos rivaux n'ont pas l'habitude de se tromper sur la portée de nos découvertes ou de nos inventions.

La fortune du jeune ingénieur était assurée dès le début, si le fer n'était venu, presque à la même époque, détrôner et remplacer le bois dans la construction maritime comme partout ailleurs.

Par la nature même de ses travaux, Benjamin Normand devait être attiré vers les perfectionnements à apporter aux machines de navigation. Les brevets qu'il prit le 3 juin et le 26 juin 1856 indiquent ses nouvelles préoccupations : elles ne devaient plus le quitter.

Après le succès remporté à l'Exposition de 1855, il étudia pendant trente-deux ans la machine à vapeur dans tous ses détails et sous toutes ses faces. La longue liste de ses améliorations ou de ses inventions témoigne de son ardeur, de sa perspicacité, des ressources de son esprit ingénieux et subtil. En lisant les mémoires qu'il rédigea pour exposer ses conceptions, on est frappé de l'étendue de ses connaissances théoriques et de la netteté de ses déductions. Il n'a pas attendu l'âge pour mûrir.

Nous ne pouvons énumérer cette longue série de travaux. Nous considérerons seulement les deux œuvres maîtresses de Benjamin Normand.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On sait en quoi consiste la machine de Woolf qui date de 1804. Dans cette machine, la vapeur, à la pression de 3 ou 4 atmosphères, agit à pleine pression dans un petit cylindre, se rend ensuite dans un cylindre beaucoup plus grand où elle opère sa détente, et, de là, est évacuée au condenseur.

Malgré ses avantages sur les autres types, la machine de Woolf, considérée comme moteur maritime, présente à bord un grave inconvénient. Les deux pistons se trouvant à chaque instant en des points semblables de leurs courses, il y a des positions où la machine ne peut partir.

On a donc été conduit à commander les pistons des deux cylindres juxtaposés par des manivelles calées à angle droit, afin d'avoir dans l'impulsion du couple moteur toute la régularité nécessaire, et on a donné à ces cylindres des distributions de vapeur absolument indépendantes.

C'est ainsi qu'est né le type compound qui n'est qu'une amélioration, ou, plutôt, qu'une généralisation du premier.

Mais le point le plus délicat est celui-ci : La vapeur qui sort du petit cylindre n'est pas immédiatement reçue dans le grand, comme dans les anciennes machines de Woolf; elle se rend dans un réservoir spécial, qu'elle abandonne dans les conditions jugées les plus favorables, pour agir par détente dans le grand cylindre.

Ce réservoir intermédiaire et la manière dont y est traitée la vapeur, joue le premier rôle au point de vue d'une bonne utilisation.

D'après de récentes recherches, il paraît bien qu'on a construit autrefois des machines compound. Nous avons parcouru un brevet pris à ce sujet par la maison André Kœchlin, de Mulhouse, le 23 juillet 1834. Il s'y trouve une faute d'impression bien curieuse, car on y lit précisément :

« Il est *inutile* d'employer entre les deux cylindres une *espèce* de réservoir de vapeur...

Mais le reste de la phrase vient corriger ce lapsus.

«... Il en résulte moins de secousses et plus de régularité pour le mouvement; dans ce cas, on pourrait parfois placer ce réservoir dans la cheminée pour profiter de la chaleur de la fumée, et élever ainsi la température et la tension de la vapeur. »

Ces premières machines furent, dans tous les cas, peu répandues; et ce n'est qu'à partir de 1856 que Benjamin Normand, en France, et John Elder, en Angleterre, en construisirent de nouvelles, sans aucun doute très supérieures.

Si l'on veut bien se rappeler que Woolf lui-même ne fit qu'appliquer en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1804 un principe énoncé par Hornblower dès 1776, on reconnaîtra tout le mérite de Benjamin Normand qui arriva du premier coup à la perfection relative dans la création de ses machines compound.

Il fit la première application de son système au Havre, sur le bateau *le Furet* de Rouen, de 24 chevaux. Il remplaça ensuite, sur l'*Éclair*, du Havre, de 70 chevaux, et sur l'*Albert*, de Dunkerque, de 100 chevaux, l'un des cylindres oscillants des machines de Penn qui y fonctionnaient, par un autre cylindre de même course et de moindre diamètre, recevant seul la vapeur de la chaudière. De ce cylindre, la vapeur se rendait dans un réservoir intermédiaire où elle était séchée et légèrement surchauffée, pour prévenir autant que possible toute condensation pendant sa détente dans l'ancien grand cylindre de la machine. La transformation effectuée donna d'excellents résultats.

Les expériences faites à cette époque sur le *Furet*, et dont les ingénieurs de la marine rendirent compte dans le numéro du *Mémorial du Génie maritime*, du mois de février 1861, montrèrent les grands avantages du nouveau moteur sur la machine à détente dans un seul cylindre. Pendant les dix années qui suivirent, Benjamin Normand construisit ou transforma 25 machines marines pour dix-sept armateurs ou compagnies.

Le développement des machines compound commença par être plus rapide en Angleterre; mais il semble y avoir compté un certain nombre d'insuccès, tandis que Benjamin Normand n'eut à enregistrer que des victoires.

Si l'on fut un peu en retard en France, c'est que, dès 1863, l'illustre Dupuy de Lôme, qui avait si merveilleusement transformé notre marine militaire, fit essayer sur le *Loiret* une machine à trois cylindres égaux, de son invention. Cette machine n'était qu'une machine compound où le cylindre central était le petit cylindre et où le grand cylindre dédoublé était formé des deux cylindres extrêmes alimentés par un réservoir intermédiaire en communication avec le cylindre central. A partir de 1867, presque toutes les machines de la marine militaire furent construites suivant ce type.

Malgré la régularité et la douceur de ses mouvements, le type Dupuy de Lôme était plus compliqué et plus lourd. Il donnait bien une économie de 15 p. 100 sur le combustible, mais le rendement de puissance subissait une diminution plus élevée. On est donc revenu, en général, au type compound ou Benjamin Normand à deux cylindres.

En 1872, l'infatigable constructeur fit breveter la machine à *triple expan-*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sion; sa première machine de ce type (1) paraît avoir été celle du *bateau-omnibus* n° 30 de la Seine qui, commencée en 1870, ne pût être, à cause de la guerre, terminée qu'en 1871. La disposition à trois cylindres juxtaposés, correspondant chacun à un coude de l'arbre moteur, et évacuant, le premier où se fait l'admission au second cylindre, le second au troisième, et celui-ci au condenseur, se présente tout naturellement lorsqu'on veut essayer la triple détente.

On ne peut, pour cette importante création, opposer aucun précédent à Benjamin Normand, et elle lui appartient tout entière. Il en fit une seconde application en 1873, dans les ateliers Nillus, au Havre, sur le *Montezuma;* puis, trois autres en 1874, sur le *Manuel Diabo,* l'*Albert* et la *Gabrielle.* Il construisit successivement 12 machines de ce type qui tend à se répandre. Ce n'est qu'en 1874 que John Elder plaça sur le *Propontis* la première machine anglaise à triple expansion.

Les essais ont prouvé que la machine à triple détente est préférable à la machine à double expansion et procure des avantages très notables, surtout lorsqu'on aborde les pressions élevées. Dans les premières machines de Benjamin Normand, admirablement combinées, les chaudières n'étaient chargées qu'à $4^{kg},50$. Aujourd'hui, avec les progrès réalisés dans la construction des générateurs, on peut être beaucoup plus hardi.

Nous terminerons ici cet exposé. Après une vie de travail continu, Benjamin Normand est mort à Rouen, le 25 janvier 1888, le jour même où il accomplissait sa cinquante-huitième année.

Toutes ses recherches ont tendu à concentrer la machine marine, à diminuer par cela même les déviations possibles des différents axes, à simplifier les organes du moteur tout en perfectionnant leur jeu, à l'alléger par conséquent et à permettre l'accroissement des vitesses en conservant une égale sécurité. Il a cherché par tous les moyens la plus parfaite utilisation du combustible, et il a pu arriver sur ce point capital à des économies extrêmement sérieuses, qui augmentent avec les pressions adoptées.

Le nom de Benjamin Normand occupera donc, à bon droit, une grande place dans l'histoire de la machine à vapeur moderne. C'est l'opinion réfléchie de tous les constructeurs qui s'occupent spécialement des machines de navigation et, en première ligne, des ingénieurs qui appartiennent au corps renommé du génie maritime.

(1) Voir le Rapport de M. MALLET au *Congrès international de mécanique appliquée, en* 1889.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La Société d'Encouragement a pensé, Messieurs, qu'un ensemble de travaux remarquables poursuivis, sans trêve ni repos, pendant plus de trente-six ans; qu'une vie consacrée à la fois aux méditations du savant et du chercheur, et à l'exécution si souvent pénible et entravée d'inventions multiples, méritaient une récompense exceptionnelle. Elle décerne donc, à M. Charles-Benjamin Normand, le grand prix de la Société pour tous les progrès que les machines marines doivent à cet ingénieur si estimé.

Cette récompense, déposée sur une tombe, sera une consolation pour toute la famille de Benjamin Normand, qu'elle honore dans son chef. La veuve, qu'il a laissée avec quatre enfants encore bien jeunes, y trouvera spécialement un allégement à ses soucis; et le nom de l'inventeur porté dignement par deux générations d'habiles constructeurs, consacré par ses œuvres sur toutes nos côtes du Nord et de l'Ouest, revivra peut-être dans son fils.

Signé : Ch. de Comberousse, *rapporteur*.

PRIX HENRI GIFFARD

Rapport *fait par* M. le général Sebert, *au nom du Comité des arts économiques, sur les* titres de M. Ferdinand Carré au prix Henri Giffard.

Prix de 6 000 francs.

La Société d'Encouragement doit distribuer pour la première fois en 1890 le prix de 6 000 francs fondé en 1888 par Henri Giffard pour être décerné à la personne qui aura rendu des services signalés à l'industrie française.

Nous proposons de décerner ce prix à M. Ferdinand Carré, dont les travaux sur la production artificielle du froid et sur la fabrication des crayons destinés à l'éclairage électrique ont eu une influence considérable sur notre industrie.

C'est en 1857, il y a par conséquent 33 ans, que M. Carré prit un premier brevet pour la production artificielle du froid à l'aide de machines de compression, c'est-à-dire à l'aide de machines aspirantes et foulantes agissant sur des liquides volatils pour en provoquer mécaniquement l'évaporation et la condensation.

Sa première machine faisait usage d'éther et elle lui valut une médaille d'or de notre Société.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En 1859, il fit breveter les appareils dits à affinité, dont le type est l'appareil à gaz ammoniac.

Ce brevet comprenait, en même temps, des machines industrielles très étudiées dans tous leurs détails.

En 1862, un appareil de ce genre figurait à l'Exposition de Londres. Cet appareil fit l'objet d'un rapport favorable à l'Académie des Sciences, qui vota l'insertion de sa description dans le recueil des savants étrangers.

C'est de cette époque, c'est-à-dire du début des travaux de M. Carré, que datent les premières applications industrielles des procédés de production artificielle du froid.

Il avait, en effet, successivement perfectionné ses machines dans tous leurs détails, en créant les différents organes essentiels nécessaires pour assurer la marche régulière des opérations et pour obtenir notamment la conservation des liquides volatils, organes dont les principes se retrouvent aujourd'hui dans la plupart des machines industrielles de ce genre.

Il avait réussi à remplacer la marche intermittente des premières machines par une machine continue et avait pu ainsi, dès 1861, réaliser une première application de ses procédés à la précipitation des sultates de soude des eaux mères des marais salants.

On opérait avec des appareils produisant 50 000 à 100 000 calories négatives à l'heure et dont la puissance correspondait à une production de 500 à 1 000 kilogrammes de glace dans le même temps.

Ces machines ont été appliquées presque immédiatement : à la fabrication artificielle de la glace, à celle des carafes frappées, à la production du froid, à la fabrication de la bière et, plus récemment, à la conservation des viandes.

En 1863, M. Carré s'est préoccupé d'obtenir de très basses températures, et a construit des machines à compression de gaz ammoniac, sans intervention d'eau, semblables à celles dont l'usage s'est beaucoup répandu, sous des noms divers.

En 1876, il prit de nouveaux brevets pour des perfectionnements à des appareils réfrigérants, notamment pour permettre de les employer à la mer et de les utiliser à la conservation des viandes par *congélation*, au lieu de se borner, comme précédemment, à la réfrigération dessiccante ou momification.

Enfin, en 1886, M. Carré apporta de nouveaux perfectionnements aux appareils domestiques à ammoniaque, et ces perfectionnements ont été récompensés par une médaille d'or à l'Exposition de 1889.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C'est un appareil Carré que MM. Mignon et Rouart ont installé à la Morgue pour la conservation des cadavres. Les appareils installés aux glacières du Bois de Boulogne fonctionnent depuis vingt-deux ans, et ceux installés en 1862 aux salines de Giraut pour la fabrication du sulfate de soude sont également encore en service.

M. Carré a, par ces travaux sur la production artificielle du froid, été ainsi le promoteur d'une véritable industrie nouvelle dont les applications sont aujourd'hui nombreuses et importantes.

M. Carré a provoqué également, par ses travaux et ses recherches, la création de l'industrie de la fabrication des charbons destinés à l'éclairage électrique, fabrication sans laquelle les développements pris par ce genre d'éclairage n'eussent pu être réalisés.

La fabrication des charbons nécessaires pour la production de la lumière électrique s'effectuait encore en 1868 par les procédés indiqués par Foucault pour le découpage dans les charbons de cornues, procédés qui ne pouvaient fournir que des charbons irréguliers et d'un prix élevé.

A cette époque, M. Carré fit connaître, dans une note adressée à l'Académie des Sciences, un mode de production de ces charbons qui fit disparaître une partie des inconvénients de ces procédés.

Plus tard, en se préoccupant des moyens de rendre la fabrication plus économique, il a imaginé le mode de fabrication à la filière pour lequel il prit un brevet en 1876, et il perfectionna successivement tous les détails de cette fabrication, de façon à assurer la régularité et la bonté des produits.

Ces perfectionnements ont porté tant sur la composition de la pâte charbonneuse et sur le choix du liquide agglutinant que sur l'utilisation de procédés ingénieux pour le chauffage, le séchage et l'imprégnation des charbons à chaud, avec l'intervention du vide et de la pression.

C'est grâce à ces procédés et à ces perfectionnements que l'emploi des bougies Jablochkoff fut rendu possible, ce qui permit de donner à l'éclairage électrique l'élan dont nous avons été témoins vers l'année 1878 et, dès le début, la vente des charbons fabriqués par étirage prit une extension considérable.

Pour modifier la couleur de l'arc et éviter les projections de particules incandescentes des couches superficielles, M. Carré fut conduit successivement à imaginer les charbons creux, munis d'une âme de composition différente, puis un procédé d'imprégnation du charbon au moyen de sels divers et d'enlèvement de ces sels des couches extérieures par dissolution.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de façon à ne conserver que le cœur imprégné. Des brevets de 1878 et 1886 concernent ces perfectionnements; il put aussi obtenir des charbons à lumière rouge.

Les charbons cannelés, dont l'emploi s'est surtout répandu en Angleterre, sont aussi de l'invention de M. Carré et font l'objet d'un brevet de 1886.

Malheureusement, par suite de l'absence de brevets pris à l'étranger, tous les procédés de fabrication des crayons de charbon imaginés par M. Carré ont pu être exploités sans entraves par l'industrie étrangère et l'inventeur n'a pu tirer qu'un profit restreint de ses propres travaux.

Mais les services rendus à l'industrie par M. Ferdinand Carré, aussi bien en ce qui concerne la fabrication des charbons qu'en ce qui concerne la production artificielle du froid, sont unanimement connus, et en attribuant le prix Giffard à cet inventeur ingénieux, à ce travailleur infatigable, la Société d'Encouragement ne fera que consacrer le jugement de l'opinion publique.

Signé : Général Sebert, *rapporteur.*

GRANDE MÉDAILLE DU COMMERCE

Rapport *fait par* M. E. Cheysson, *au nom du Comité du commerce, sur les* titres de la Société de géographie commerciale de Paris a la grande médaille a l'effigie de Chaptal.

Messieurs,

La Société décerne, chaque année, sur la proposition de l'un des six Comités du Conseil, une médaille en or destinée à récompenser « les travaux qui ont exercé la plus grande influence sur les progrès de l'industrie française ». Le tour de chaque Comité revient ainsi tous les six ans. Cette année, c'est à celui du Commerce qu'il appartient de faire des propositions pour l'attribution de la grande médaille, portant l'effigie de Chaptal.

Les progrès de l'industrie française sont étroitement liés à ceux du commerce. « Comme l'a fait justement remarquer notre confrère, M. Gustave Roy, à l'inauguration de l'école des Hautes Études commerciales (4 décembre 1881), « ce n'est pas tout de fabriquer, il faut vendre ». L'industriel aura beau prodiguer le talent et les sacrifices pour améliorer l'outillage de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

son atelier et pour augmenter son rendement, il n'aboutira qu'à des catastrophes, s'il ne sait pas écouler ses produits.

Cette question des débouchés prend de nos jours d'autant plus d'importance, que la surproduction se généralise davantage avec la grande industrie, que la concurrence devient plus acharnée et plus universelle, enfin que tous les pays, comme à l'envi, se hérissent de barrières douanières toujours plus hautes pour se réserver leur marché national.

Les peuples producteurs étouffent chez eux et cherchent à se répandre au dehors. Partout ils se heurtent à des portes qui ne veulent pas s'ouvrir et à des compétitions ardentes. De là cette poussée vers les pays neufs, et, par exemple, cette curée de l'Afrique dont chacun veut avoir sa part, ne serait-ce que pour empêcher le voisin de se l'approprier.

En présence de cette préoccupation si vive et si générale, il nous a semblé que notre devoir était de nous en inspirer dans l'attribution de la médaille Chaptal, c'est-à-dire de viser principalement les services rendus à l'industrie française pour notre expansion commerciale et la conquête de nouveaux débouchés.

Une fois orientées dans cette voie, nos recherches nous ont immédiatement mis en face de ces nombreux explorateurs qui, au péril de leur vie, ne nous ont pas seulement révélé les ressources que des pays jusque-là inconnus nous offraient comme producteurs de matières premières et comme consommateurs de nos produits, mais encore ont frayé la voie à notre commerce et à notre influence.

Nous aurions eu quelque peine à faire un choix entre ces vaillants pionniers, même en nous en tenant aux six années écoulées depuis 1883, tant est patriotique et généreuse l'émulation de nos missionnaires scientifiques pour affronter les dangers que leur opposent une nature encore indomptée et des hommes plus redoutables encore. Ils savent qu'ils servent la France, et cette pensée soutient leur courage au milieu des fatigues, des privations, des luttes de toute sorte. Ils passent, et le commerce les suit. Comment n'être pas pénétré de reconnaissance envers ces héros qui sont, trop souvent, des martyrs? Mais aussi, comment distinguer l'un d'eux à l'exclusion de tous ses frères d'armes?

Pour sortir d'embarras, il nous a semblé que le meilleur parti était de rendre hommage à la fois à tous ces mérites en décernant la récompense, non à tel ou tel d'entre eux, mais à une collectivité qui en fût comme la personnification.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tel est le parti adopté pour l'attribution de la dernière médaille du commerce en 1883 et par des motifs qui sont encore de mode aujourd'hui : « Les progrès accomplis dans l'intérêt du commerce, disait le rapporteur d'alors, M. Charles Lavollée, ne représentent pas au même degré que ceux de la science ou de l'industrie le succès d'un effort individuel; ils résultent souvent d'un effort collectif, du concours intelligent des volontés et des ressources qui se rencontrent dans les associations. »

C'est en s'inspirant de ces mêmes considérations que le Comité de commerce, désireux de récompenser les explorateurs qui ont ouvert ou préparé le nouveaux débouchés à notre industrie, propose de décerner, en 1889, la grande médaille Chaptal à la Société de géographie commerciale de Paris.

D'abord simple branche de la Société de géographie, cette Société s'est détachée du tronc en 1873 pour se constituer à l'état indépendant et mieux répondre ainsi au développement croissant des problèmes qui touchent à la géographie commerciale. Elle a été reconnue d'utilité publique en 1884 et compte aujourd'hui 160 membres fondateurs, 1 400 titulaires, soit près de 1 600 membres, sans parler de ses nombreux correspondants dispersés à la surface du globe. Elle a figuré avec honneur dans toutes les expositions et dans tous les congrès de géographie.

L'article 1er de ses statuts définit, dans les termes suivants, le but assigné à son activité :

« La Société de géographie commerciale de Paris est instituée pour concourir au développement des entreprises commerciales de la France sur tous les points du globe. Elle propage les connaissances relatives à la géographie commerciale; elle provoque ou encourage les voyages qui peuvent ouvrir de nouveaux débouchés; elle étudie les voies de communication existantes ou à à créer; elle signale les richesses naturelles et les procédés manufacturiers utilisables par le commerce et l'industrie; elle s'occupe de toutes les questions relatives à la colonisation et à l'émigration. »

Tel est le vaste programme que la Société s'est tracé dès ses débuts et qu'elle tient à honneur de remplir fidèlement. Ainsi que le disait le 1er octobre 1888 le dévoué secrétaire général, M. Gauthiot, qui depuis douze ans incarne la Société et la dirige avec le président de la fondation, M. Meurand, directeur honoraire des consulats et des affaires commerciales au ministère des Affaires Étrangères, « la Société n'a qu'un but : c'est l'exécution du programme porté à l'article 1er de ses statuts, exécution qui fait d'elle un centre d'études où savants et négociants viennent apporter et chercher de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sûres informations, un foyer où tous les hommes qui auront besoin de la géographie commerciale ou qui voudront contribuer à son développement pourront se rencontrer, se reconnaître, et se donner un mutuel appui ».

Pour atteindre ce but et réaliser ce programme, la Société a plusieurs modes d'action. Elle tient par mois de nombreuses séances de sections, où l'on travaille sans bruit et dans l'intimité, et une séance générale où, devant un grand auditoire, les explorateurs viennent rendre compte de leurs travaux. Au siège social, une bibliothèque déjà considérable et un musée commercial qui comprend plus de cinq mille échantillons fournissent de précieux élements d'études à tous ceux qui ont besoin de les consulter. La Société guide et patronne les personnes qui se rendent dans les colonies et à l'étranger; elle leur fait connaître les ressources de chaque pays, leur épargne les tâtonnements et les incertitudes des premiers pas et les accrédite auprès de ses correspondants. Elle se tient sans cesse en rapport avec les explorateurs qui vont en avant-garde, publie de leurs nouvelles dans son *Bulletin*, et leur ménage au retour une tribune qui fait connaître leurs découvertes et une réception sympathique qui est déjà une récompense de leurs services. En outre, pour les plus distingués d'entre eux, elle dispose de médailles qui sont fort recherchées et qu'on distribue dans une séance solennelle.

Il nous semble intéressant d'énumérer ici quelques-uns des noms inscrits au livre d'or de la Société, pour services rendus à l'expansion commerciale de la France, soit par des explorations, soit par des ouvrages, soit par des entreprises coloniales.

Médaille Berge. — M. G. Revoil. Travaux sur Obock et la côte de la mer Rouge.

M. Coudreau. — Exploration et utilisation de la Guyane française.

M. Humblot. — Création d'une culture spéciale et essais industriels aux îles Comores.

M. Paul Leroy-Beaulieu, de l'Institut. — Travaux sur l'Algérie et la Tunisie.

M. Pavie, consul à Louang-Prabang. — Extension du commerce et de l'influence française dans la vallée du Mékong.

M. le capitaine Binger. — Voyage dans le territoire de Grand-Bassam et du haut Niger.

Pour les autres médailles (*Dupleix, Caillié, Crevaux* et *La Pérouse*), citons seulement :

M. Georges Rolland. Création des oasis de l'Oued-Rir.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. de Lannoy de Bissy. Grande carte d'Afrique au 2 000 000e.

M. l'abbé Desgodins. Industrie et commerce au Thibet.

M. Daireaux. La République Argentine.

Chaffanjon. L'Orénoque.

Dr Labonne. L'Islande.

La Société réunit un fonds destiné à aider par des dons d'argent et des instruments les personnes qui peuvent contribuer à la diffusion de nos produits. Déjà, sur ce fonds, elle a encouragé des voyages en Indo-Chine, dans l'Amérique méridionale et en Asie Mineure. Grâce à un donateur généreux, elle a ouvert un concours pour un manuel de géographie commerciale, lui affectant un prix de 2 000 francs. Elle attribue tous les ans des prix de géographie commerciale aux écoles primaires supérieures de la ville de Paris.

L'idée qui a présidé à la fondation de la Société et l'œuvre accomplie nous paraissent répondre de tous points à l'institution de la grande médaille du Commerce. Aussi notre Compagnie n'a-t-elle pas hésité à décerner cette médaille portant l'effigie de Chaptal à la Société de géographie commerciale de Paris comme un haut témoignage d'estime pour les services déjà rendus au commerce et comme un encouragement pour ceux qu'il est en droit d'en attendre dans l'avenir.

Signé : E. Cheysson, *rapporteur*.

GRANDE MÉDAILLE DES ARTS MÉCANIQUES

Rapport *fait par* M. Lecœuvre, *au nom du Comité des arts mécaniques, sur les* titres de M. Pierre-André Frey a la grande médaille de Prony.

Messieurs,

C'est au Comité des arts mécaniques que revient, cette année, la mission de vous présenter un candidat à la grande médaille de Prony. Je vous propose d'attribuer cette haute récompense à M. Pierre-André Frey.

En 1836, M. Frey a fondé à Belleville un atelier de construction de machines qu'il a successivement agrandi et qu'il dirige encore.

A peine installé dans l'établissement qu'il a créé, il s'est occupé de la mise à exécution d'une machine de son invention destinée à la fabrication à froid des clous dits *pointes de Paris*. Dès son apparition, elle a été appréciée à sa juste valeur par tous les maîtres de forge qui en ont fait usage. Quoique

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cette invention ait déjà plus de cinquante ans d'existence, c'est encore ce système qui donne les meilleurs résultats, bien qu'on ait cherché, à plusieurs reprises, à lui faire concurrence.

Aux expositions de 1839-1844-1849 et 1855, M. Frey y a fait figurer des machines à vapeur qui ont été très remarquées par les divers jurys des récompenses, à cause de leur simplicité et des dispositions rationnelles de leurs organes. Il est fâcheux qu'à partir de notre première exposition universelle et internationale, il ait ralenti peu à peu la construction des machines à vapeur, parce qu'avec l'esprit inventif qu'il possède au plus haut degré, il serait arrivé à maintenir la bonne réputation qu'il s'était acquise à juste titre dans ce genre de machines.

C'est grâce à son activité, à son énergie et à ses qualités d'inventeur pratique que les annexes de l'exposition de 1855 furent prêtes en temps voulu.

Les grandes machines à travailler le bois n'existaient pas. M. Frey se trouva dans la nécessité de créer et d'improviser pour ainsi dire un assortiment important de machines à travailler le bois, telles que : scieries circulaires, scieries à lames sans fin, scieries alternatives à plusieurs lames, machines à raboter, machines à faire les tenons et mortaises, etc. Ces divers outils ont façonné en trois mois tous les bois nécessaires à la construction de bâtiments couvrant une surface considérable.

C'est seulement à partir de cette époque que date la construction des appareils mécaniques à travailler le bois si perfectionnés actuellement et dont certainement M. Frey a été l'initiateur.

M. Frey a créé un outillage complet pour la fabrication des wagons en bois et plus tard pour celle des wagons en fer. Cet outillage et celui tout spécial à la fabrication des ressorts fonctionnent dans la plupart des ateliers de nos compagnies de chemins de fer.

C'est à M. Frey qu'on est redevable de l'invention d'un système de scierie locomobile pour l'exploitation des bois en forêt. Cette création, qui a paru pour la première fois à l'exposition de Londres de 1862, a été particulièrement appréciée par M. le baron Seguier, qui n'a pas manqué de faire ressortir, dans le rapport du jury, les avantages pratiques d'une pareille invention.

M. Frey est le premier qui ait eu l'idée d'obtenir à l'aide du laminoir des objets qu'on fabriquait auparavant à l'aide de machines à frapper. Ce système, qui a été imaginé et appliqué par lui, sert maintenant sur une grande échelle à la fabrication des couverts, des ressorts, des sabres-baïon-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nettes, etc.; on comprend facilement l'avantage économique qu'il y a à opérer de la sorte.

C'est encore M. Frey qui, après avoir imaginé une machine simple et commode pour tailler les fraises de formes variées, a construit en France les premières machines à fraiser spéciales qui n'avaient au début que des dimensions restreintes. C'est également à son initiative qu'on est redevable de machines à fraiser très puissantes pouvant façonner des pièces métalliques très volumineuses et qui après le fraisage ne demandent pour ainsi dire plus d'ajustage. Plusieurs de ces dernières machines, l'une d'elles pesant 20 000 kil., fonctionnent, depuis 1866, dans les ateliers du chemin de fer du Nord où elles rendent journellement les plus grands services.

Tels sont les titres principaux qui ont engagé le Comité des arts mécaniques à présenter M. Frey pour l'obtention de la médaille de Prony. Nous espérons que le conseil de la Société d'Encouragement consentira à ratifier notre choix.

En lui recommandant notre candidat, nous tenons à dire que M. Frey a marché de pair avec nos regrettés collègues MM. François Carré, M.-J. Farcot et Eugène Pihet. Comme eux, il n'a fréquenté aucune école spéciale et il ne doit qu'à lui-même les connaissances pratiques qui lui ont permis de doter son pays d'inventions importantes, sans compter celles qu'il tient en réserve.

Signé : LECŒUVRE, *rapporteur*.

GRANDE MÉDAILLE DES ARTS ÉCONOMIQUES

RAPPORT *fait par* M. MASCART, *au nom du Comité des arts économiques, sur les* TITRES DE M. GRAMME A LA GRANDE MÉDAILLE D'AMPÈRE.

Quelques mois après la découverte de Faraday sur la production des courants électriques par le déplacement relatif des aimants et des conducteurs, Pixii construisit à Paris, sous la direction d'Ampère, la première machine dans laquelle le travail mécanique fournissait le courant que depuis Volta on était obligé de demander à l'énergie disponible des affinités chimiques.

Le principal obstacle que l'on a rencontré dès le début consistait dans la nécessité de redresser, par un organe spécial, l'alternance naturelle des cou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rants induits pour leur donner la même direction dans le circuit extérieur. Les étincelles violentes qui éclataient sur ce commutateur ne tardaient pas à le mettre hors d'usage.

Sauf pour quelques applications particulières, telles que l'éclairage à arc, où les courants de sens inverses ne présentent pas d'inconvénient, la difficulté paraissait insurmontable. Il se fit donc une véritable révolution dans cette industrie, aujourd'hui si importante, lorsque M. Gramme imagina, en 1869, une machine dans laquelle la prise des courants sur l'anneau mobile se faisait pour ainsi dire en un point neutre, sans production d'étincelles, c'est-à-dire sans perte de travail et sans altération des pièces frottantes.

Si la découverte existait déjà en principe dans les travaux de Paccinotti, non seulement à l'insu de M. Gramme, mais presque à l'insu du monde scientifique, elle n'avait pas été comprise et les nombreux mémoires publiés ensuite dans tous les pays pour expliquer le jeu imprévu de l'anneau Gramme témoignent assez de l'étonnement qu'il a provoqué. On doit ajouter aussi que les hommes compétents témoignèrent d'abord une méfiance qui n'était pas de nature à encourager l'inventeur.

Il était d'ailleurs bien mal armé pour entrer dans la lutte industrielle. Nous n'offusquerons pas la modestie de M. Gramme en rappelant qu'il était ouvrier rampiste, qu'il est venu à Paris en qualité de menuisier et qu'il savait seulement lire, écrire et compter, avec quelques notions de dessin acquises à Liège pendant ses rares moments de loisir. Comment faire accepter une idée nouvelle quand on est si malhabile à l'exposer et quand elle paraît en contradiction avec l'opinion courante? Les meilleurs juges s'y seraient trompés. Un homme compétent entre tous, Bréguet, reçut l'inventeur avec sa bonté habituelle et lui donna la somme nécessaire pour le prix du premier brevet, mais sans lui laisser grande illusion sur l'avenir de sa machine.

Dix ans plus tard, à l'Exposition internationale d'électricité, en 1881, les constructeurs des deux mondes apportaient à Paris des machines munies de l'anneau Gramme. Ce même organe absorbait le travail de 4 000 chevaux-vapeur à l'Exposition de 1889 pour l'éclairage des jardins et des galeries. Nous devons ainsi à M. Gramme que la première machine à courants alternatifs et la première machine à courants continus aient toutes deux été construites dans notre pays.

Ce sont là d'immenses services rendus à l'industrie en général et à l'industrie française en particulier, que la Société d'Encouragement tenait à honneur de reconnaître dignement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour donner à cette récompense une valeur particulière, le Conseil a décidé qu'une médaille, à l'effigie d'Ampère, serait frappée cette année, à titre exceptionnel, et décernée à M. Gramme.

La Société a pensé qu'elle pouvait ainsi rendre hommage à l'immortel créateur de l'électrodynamique et qu'en plaçant un tel souvenir entre les mains de M. Gramme, elle lui donnait le témoignage le plus élevé de son admiration.

Signé : MASCART, *rapporteur.*

PRIX FOURCADE

RAPPORT *fait par* M. FOURCADE, *au nom du Comité des arts chimiques, sur le* PRIX FOURCADE FONDÉ PAR LES EXPOSANTS DE LA CLASSE 47 A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1878, POUR LES OUVRIERS DES FABRIQUES DE PRODUITS CHIMIQUES.

Prix de 800 francs.

En 1889, le prix Fourcade n'a pas été décerné. Le candidat apte à le recevoir paraissait être Louis Courtel, ouvrier en produits chimiques de la maison Bardot (fabrique de Vaugirard), après quarante-trois ans de services dans cette maison ; mais il est mort avant d'avoir reçu cette récompense.

A son défaut, nous estimons qu'il y a lieu de décerner le prix de 1889 à son frère Jacques Courtel, aussi ouvrier en produits chimiques dans la même maison, après une trentaine d'années consécutives de bons et loyaux services, présenté par M. Bardot comme un travailleur modèle et un ouvrier accompli, atteint de deux infirmités graves, et ayant perdu un œil à son poste de travail. Néanmoins, et malgré sa situation précaire, cet ouvrier a pris à sa charge une petite nièce orpheline.

Jacques Courtel habite rue des Bergers, 58, à Paris-Grenelle.

Pour le prix de l'année 1890, nous proposons qu'il soit décerné, après quarante et un ans de bons services dans la même maison, à Jean-Louis Gavarry, ouvrier, présenté par la maison Roure-Bertrand fils, fabrique d'essence et de parfumerie, à Grasse (Alpes-Maritimes).

La Société, dans sa séance du 28 décembre 1883, a déjà décerné une médaille à cet ouvrier.

Signé : A. FOURCADE, *rapporteur.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PRIX D'ABOVILLE

RAPPORT *fait par* M. CHARLES LAVOLLÉE, *au nom du Comité du commerce, sur le* CONCOURS POUR LE PRIX D'ABOVILLE.

Prix de 4000 francs.

Le général d'Aboville a légué à la Société d'Encouragement une somme de 10000 francs, qui a été divisée en trois prix, pour un « manufacturier qui aura employé à son service, pendant une période déterminée, des ouvriers estropiés, amputés ou aveugles, et qui, par ce moyen, les aura soustraits à la mendicité ».

Le premier de ces prix a été décerné, en 1885, à la Société des ateliers d'aveugles. Le deuxième, suivant la décision du conseil d'administration, doit être décerné cette année. Le total de ce prix à répartir s'élève à 4 000 francs.

Dans beaucoup de grandes usines qui emploient un personnel considérable, les patrons s'ingénient pour donner des emplois faciles et peu fatigants à un certain nombre d'ouvriers devenus invalides ou infirmes en conservant à ceux-ci une partie de leur salaire, qui les soustrait à la mendicité.

Si louable que soit cette conduite de chef d'industrie, la donation faite par M. le général d'Aboville ne paraît pas pouvoir s'y appliquer. Aucun de ces patrons ne s'est d'ailleurs présenté au concours ouvert par la Société.

A défaut d'industriels ayant organisé des ateliers spécialement destinés à l'emploi d'ouvriers estropiés, amputés ou aveugles, le Conseil d'administration a cru demeurer fidèle à la généreuse pensée du donateur en accueillant les demandes formées par les institutions qui font surtout œuvre de charité, au profit des faibles et des infirmes. C'est bien d'ailleurs une pensée charitable qui a inspiré la fondation du prix.

Dans cet ordre d'idées, le Conseil a distingué d'abord l'ouvroir et l'imprimerie des Sœurs aveugles de Saint-Paul, établis à Paris, rue Denfert-Rochereau, 88. Cette œuvre a été fondée en 1850. Elle prend les filles aveugles depuis l'âge de quatre ans ; elle les élève, les instruit, leur apprend un état ou les emploie dans une imprimerie qui compose les livres et les journaux destinés aux aveugles. Elle compte un effectif de plus de cent enfants ou jeunes filles. Les services qu'elle rend sont incontestables et consacrés par une durée suffisante pour être utilement récompensés. Ajoutons qu'elle se présente à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nous sous le patronage de M. Maurice de la Sizeranne, si compétent pour tout ce qui concerne le travail des aveugles, et avec la recommandation très instante de M. Maxime du Camp, membre de l'Académie française, qui l'a particulièrement remarquée dans le cours des études qu'il a entreprises sur la charité parisienne et qu'il poursuit avec autant de cœur que de talent. Les résultats obtenus, appuyés de tels témoignages, justifient le prix de 2 000 francs que la Société décerne à l'œuvre des Sœurs aveugles de Saint-Paul.

Les 2000 francs formant le reste du prix sont partagés entre la Société marseillaise des ateliers d'aveugles et l'OEuvre de la Providence des infirmes Sainte-Élisabeth de Lyon.

La Société marseillaise compte près de dix années d'existence. Elle entretient des ateliers où travaillent les aveugles, apprentis ou adultes, ainsi qu'un magasin où se vendent les produits. Elle est subventionnée par le Conseil général des Bouches-du-Rhône ainsi que par le Conseil municipal : elle a pour donateurs ou souscripteurs annuels les habitants notables de Marseille, témoins de son dévouement secourable à la plus cruelle des infirmités. Un prix de 1000 francs lui est décerné.

L'œuvre des infirmes Sainte-Élisabeth a été fondée à Lyon en 1844. Elle recueille en ce moment 150 jeunes filles, estropiées ou infirmes, dont les deux tiers environ sont employées dans les ateliers métallurgiques de la maison Teste fils, Pichat, Moret et C^ie^, où trois salles leur sont exclusivement réservées. La maison Teste a obtenu en 1867 une médaille d'honneur de la Société de protection des apprentis, et en 1870 une médaille d'argent de la Société d'Encouragement, à raison de facilités qu'elle procure au travail des infirmes. Elle ne concourt pas pour le prix d'Aboville ; mais d'accord avec M. Buffaud, notre collègue, membre correspondant du Conseil à Lyon, qui a bien voulu nous transmettre des renseignements et son avis, elle signale l'utilité d'une récompense ou d'une subvention pour l'OEuvre de Sainte-Elisabeth, à laquelle est allouée une somme de 1 000 francs.

Une demande de participation au prix d'Aboville a été adressée au Conseil en faveur d'un atelier fondé à Illiers, près Chartres (Eure-et-Loir), pour recevoir, à titre d'ouvrières, les élèves non musiciennes, sortant de l'Institution nationale des aveugles. Cet atelier ne date que de 1886 ; il ne compte qu'une dizaine d'ouvrières. L'œuvre est assurément des plus recommandables : mais elle est trop récente et elle fonctionne dans des proportions encore trop restreintes pour être, quant à présent, admise au concours.

Les trois établissements, entre lesquels se partage le prix à décerner

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cette année, inscriront avec reconnaissance le nom du général d'Aboville sur la liste des donateurs qui secondent leurs efforts pour faire l'alliance du travail et de la charité.

Signé : CH. LAVOLLÉE, *rapporteur*.

PRIX MELSENS

RAPPORT *fait par* M. LE GÉNÉRAL SEBERT, *au nom du Comité des arts économiques, sur les* TITRES DE M. J. MORIN AU PRIX FONDÉ PAR Mme VEUVE MELSENS.

Prix de 600 francs.

Mme Ve Melsens, en mémoire de son mari, notre regretté correspondant, a fait don en 1887, à la Société d'Encouragement, des fonds nécessaires pour permettre de distribuer tous les trois ans un prix de 600 francs destiné à récompenser l'auteur d'une application de la physique ou de la chimie à l'électricité, à la balistique ou à l'hygiène.

Ce prix doit être distribué pour la première fois cette année.

Le Comité des arts économiques propose de l'attribuer à M. Jules Morin dont les travaux sont bien connus dans le monde savant.

M. Jules Morin, qui, malgré une cécité déjà ancienne et de cruels malheurs de famille, continue à consacrer toute son énergie à de nombreuses recherches, s'est fait connaître, dès l'année 1844, par d'ingénieux travaux qui ont, à diverses reprises, mérité les récompenses de l'Institut ou de notre Société.

Il a imaginé et construit en 1852 un appareil électro-médical d'induction qui est cité dans tous les ouvrages classiques et qui a été utilisé dès l'origine dans les établissements de l'Assistance publique.

Il a construit en 1858 un appareil électro-médical, à courant continu, qui a obtenu un succès analogue.

Il a établi, en 1872, un nouveau modèle de pile constante à sulfate de cuivre et, en 1874, une pile applicable aux usages télégraphiques qui présentaient toutes deux des qualités sérieuses.

D'autre part, il a en 1861 et 1870 fait connaître des procédés d'inflammation des mines par l'électricité qui ont été l'objet d'examen de la part de commissions de l'Institut.

Ces travaux rentrent dans la catégorie de ceux que doit récompenser le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

prix Melsens et sont suffisants pour justifier l'attribution de ce prix à M. Morin, mais ce ne sont pas les seuls travaux auxquels cet inventeur ait attaché son nom.

Nous citerons encore ses recherches sur les baromètres et thermomètres enregistreurs, la construction d'une machine à voter pour les assemblées législatives, son invention d'un dynanomètre de rotation, le concours qu'il a prêté à la construction des machines d'éclairage électrique de différents types et à la construction des piles secondaires Planté, etc., ainsi que ses travaux sur les régulateurs de pression du gaz d'éclairage.

Cette énumération rapide montre combien M. J. Morin est digne de la récompense que la Société d'Encouragement lui accorde aujourd'hui.

Signé : Général SEBERT, *rapporteur*.

PRIX D'ARCHITECTURE ET DU GÉNIE CIVIL

RAPPORT *fait par* M. SCHLEMMER, *au nom du Comité des constructions et des beaux-arts, sur le* PRIX FONDÉ PAR LES EXPOSANTS DE LA CLASSE 65 A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1867 POUR LE GÉNIE CIVIL ET L'ARCHITECTURE.

Médaille d'or.

Le prix quinquennal d'architecture et du génie civil, médaille d'or de la valeur de 500 francs, fondé en 1867 par les exposants de la classe n° 65, *pour récompenser un progrès remarquable dans le matériel des constructions et du génie civil,* a été décerné à M. Hersent en 1880 pour la première fois, et en 1885 à M. Eiffel, sur les rapports qui ont été faits, au nom du Comité des arts mécaniques, sur la coupole de l'observatoire de Nice, et, au nom du Comité des beaux-arts et des constructions, sur les ponts portatifs du système de M. Eiffel.

Un rapport qui a été fait à votre Conseil cette année, par M. Schlemmer, au nom du Comité des constructions et des beaux-arts, a appelé son attention sur les procédés employés par la Compagnie de Fives-Lille pour le levage et le montage des charpentes métalliques du palais des Machines à l'Exposition universelle de 1889.

Votre Conseil, en approuvant les conclusions de ce rapport, a considéré, comme constituant un progrès remarquable, les dispositions ingénieuses des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

échafaudages et l'élégante simplicité des moyens d'action qui ont permis d'élever, à bras d'hommes, et de mettre en place à une grande hauteur des arcs métalliques de 115 mètres de portée et pesant environ 200 tonnes, en décomposant ceux-ci en quatre tronçons seulement, le tout avec une parfaite sécurité et une surprenante rapidité d'exécution. Il vous propose en conséquence, Messieurs, de décerner le prix d'architecture et du génie civil, en 1890, à M. Lantrac, ingénieur en chef des ponts et charpentes de la Compagnie de Fives-Lille.

Signé : SCHLEMMER, *rapporteur*.

PRIX DE L'INDUSTRIE COTONNIÈRE

RAPPORT *fait par* M. ED. SIMON, *au nom du Comité des arts mécaniques, sur le* PRIX PROPOSÉ POUR LE PERFECTIONNEMENT DE L'INDUSTRIE COTONNIÈRE.

Prix de 4 000 francs.

Le prix de quatre mille francs, fondé à la suite de l'Exposition universelle de 1867, par MM. les exposants de la classe 27, sur la proposition de notre collègue, M. Gustave Roy, devait être décerné, tous les six ans, « à l'auteur d'un progrès important ou d'une découverte utile dans l'industrie cotonnière ».

Soit que les conditions à remplir eussent éloigné les candidats, soit que le programme même du prix fût insuffisamment connu, il n'a été prélevé jusqu'ici sur les sommes disponibles qu'une fraction de prix, soit 2 000 francs, allouée, en 1883, à titre d'encouragement à l'un des lauréats de ce jour.

Par contre, l'Exposition universelle de 1889 a mis en évidence des mérites divers, qui ont paru également importants au Conseil de notre Société et qui l'ont déterminé à puiser dans la réserve de la fondation trois prix de 4 000 francs, décernés l'un à M. *Joseph Imbs,* l'autre à M. *Augustin Vimont,* le troisième aux *établissements de blanchiment, de teinturerie et d'impression, de Thaon.*

Les rapports publiés au *Bulletin* sur les travaux de M. Imbs (1) et de M. Vimont (2) nous dispensent de rappeler en détail les progrès accomplis par ces

(1) Voir rapport de M. Ed. Simon sur la *peigneuse,* le *banc d'affinage* et le système de *laminage sous chapeau,* pour coton, de M. J. Imbs. (*Bulletin* de mai 1890, p. 287.)

(2) Voir rapport de M. Ed. Simon sur le *métier continu à filer le coton* (*chaîne et trame*), de M. Vimont. (*Bulletin* de juin 1890, p. 355.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

inventeurs. Tous ceux qui s'intéressent au développement des industries textiles savent avec quelle persévérance M. Imbs a réalisé le difficile problème de la substitution du peignage au cardage des cotons courts, avec quelle ardeur il a abordé ensuite le perfectionnement de certaines machines préparatoires.

L'œuvre de M. Vimont n'est pas moins appréciée. En lui attribuant un des trois prix, la Société d'Encouragement récompense un labeur de 46 années, pendant lesquelles ce travailleur infatigable a lutté sans cesse pour faire adopter par l'industrie de la laine cardée, puis par la filature du coton, le principe rationnel de ses métiers continus; la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale tient compte aussi des médiocres résultats honorifiques et pécuniaires recueillis, au cours de cette longue carrière, par l'inventeur dont les recherches ingénieuses et les moyens féconds ont surtout profité à des imitateurs étrangers.

La distinction dont la Société de Thaon est l'objet, se justifie à un autre point de vue; nous ne saurions mieux faire que d'emprunter au rapport de M. Gustave Roy les considérations ci-après qui la motivent : « Lorsqu'en 1871, « l'Alsace fut perdue pour la France, l'industrie cotonnière se trouva dans le « plus grand embarras; Mulhouse était le centre de cette industrie. Autour « de cette ville manufacturière s'étaient groupées les établissements destinés « à donner aux tissus de coton les dernières façons qui sont exigées de la « consommation... Il ne nous restait que les tissages établis en deçà des « Vosges, sans qu'il nous fût possible de blanchir, de teindre et d'apprêter « leurs produits.

« Sous l'empire de la nécessité, une Société se forma au capital de « 3 500 000 francs : on en confia la direction à M. Lederlin.

« Les commencements furent des plus difficiles; bientôt le capital social « se trouva insuffisant; d'un autre côté, les premiers essais ne rendaient pas « ce que l'on était en droit d'espérer, on était bien près du découragement.

« On a lutté, on a persévéré. L'usine de Thaon revient aujourd'hui à près « de 7 millions; les produits qui en sortent ont acquis toute la perfection « désirable.

« C'est un service considérable rendu à l'industrie cotonnière. »

Ajoutons, avec M. Roy, que l'usine de Thaon, où sont occupés 800 ouvriers, prélève à leur profit une part de 5 pour 100 sur les bénéfices nets, que le personnel est doté de toutes les institutions justement chères aux industriels alsaciens : écoles, société coopérative de consommation, fourneau

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

économique, bains, caisse de retraites, et que la Société de Thaon se montre ainsi soucieuse des intérêts matériels et moraux de ses collaborateurs.

Signé : Édouard Simon, *rapporteur.*

PRIX DES ARTS CHIMIQUES

Rapport *fait par* M. Z. Roussin, *au nom du Comité des arts chimiques, sur le* prix relatif a l'utilisation des résidus de fabrique.

Prix de 1000 francs.

Les industries chimiques sont peut-être de leur nature plus aptes que toutes les autres à recevoir des perfectionnements et à réaliser des économies notables par l'utilisation des nombreux résidus qu'elles créent chaque jour dans leurs usines. Par des réactions intelligentes, transformer en produits utilisables des matières sans valeur, insalubres ou tout au moins encombrantes, ou bien, au sein des masses liquides contaminées ou trop diluées, régénérer avec économie l'agent chimique principal pour le faire rentrer d'une manière méthodique et continue dans le cycle de la fabrication : c'est, sous une forme en apparence modeste, créer des ressources nouvelles et récupérer à peu de frais une partie du capital engagé.

La Société d'Encouragement s'est de tout temps pénétrée de l'importance de ces vues et n'a cessé d'indiquer aux industriels et aux chimistes un ordre aussi fécond de recherches. C'est dans ce but qu'elle a créé et maintenu depuis longtemps un prix de 1 000 francs destiné à récompenser l'inventeur d'un procédé industriel pour l'utilisation des résidus de fabrique.

Un seul concurrent, M. Martinon, chimiste et secrétaire de la Société des sciences industrielles de Lyon, a répondu à cet appel pour l'année 1889.

Le travail de M. Martinon a pour objet la récupération de l'étain contenu dans les eaux de lavage de la soie traitée par le bichlorure d'étain.

Tous les chimistes savent que la soie trempée dans une solution concentrée de bichlorure d'étain, puis convenablement tordue ou essorée, et finalement lavée à grande eau, fixe sur sa fibre et retient énergiquement une notable proportion de bioxyde d'étain. Une faible partie de bichlorure est décomposée par l'eau au profit de la fibre et le reste se dilue dans les eaux de lavage qui ont provoqué la fixation. Ces eaux de lavage se chargent ainsi

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'une notable quantité de sel d'étain qui reste noyé dans une masse considérable de liquide. Pour donner une idée de cette dilution nécessaire, il suffira de dire que 100 kilogrammes de soie exigent en moyenne pour leur lavage 10 mètres cubes d'eau.

M. Martinon est parvenu à extraire économiquement et à régénérer une partie importante de l'étain perdu dans ces grandes masses d'eau de lavage. Par l'addition d'un lait de chaux, une agitation convenable et un repos de quelques heures, il obtient un dépôt blanc d'oxyde d'étain aisé à recueillir et qu'il est ensuite facile soit de redissoudre dans l'acide chlorhydrique, en reconstituant de la sorte le bichlorure primitif, soit de traiter au creuset pour en retirer l'étain à l'état métallique. On récupère de la sorte 50 p. 100 de l'étain employé.

Quelques chiffres donneront une idée suffisante de l'importance de ce procédé. La maison seule de MM. Bouvet, Ramel, Savigny et Giraud, teinturiers à Lyon, emploie journellement 1 000 kilogrammes de bichlorure d'étain pour la charge de la soie. Ces mille kilogrammes contiennent environ 200 kilogrammes d'étain métallique sur lesquels le procédé de M. Martinon permet d'en récupérer 100 kilogrammes. Dans une lettre que MM. Bouvet, Ramel, etc., ont écrite à votre rapporteur en août 1888, ils estiment qu'à Lyon seulement l'économie réalisée par cette méthode n'est pas inférieure annuellement à la somme de 300 000 francs.

En conséquence, le Comité des arts chimiques, reconnaissant que le procédé de régénération de l'étain exposé ci-dessus satisfait complètement aux conditions du programme tracé par la Société, décide que le prix de 1 000 francs, fondé pour l'utilisation des résidus de fabrique, sera décerné à M. Barthélemy Martinon, chimiste à Lyon.

Signé : Z. Roussin, *rapporteur.*

PRIX DES ARTS CHIMIQUES

Rapport *fait par* M. Le Chatelier, *au nom du Comité des arts chimiques, sur le* prix relatif a l'utilisation des résidus de fabrique.

Prix de 1 000 francs.

Les laitiers de haut fourneau sont de tous les résidus de fabrique ceux dont la production est la plus abondante, et dont l'utilisation présente par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

suite le plus grand intérêt. On a réussi à l'étranger, depuis quelques années déjà, à fabriquer avec ces laitiers des ciments se rapprochant des Portlands artificiels, mais présentant sur ces derniers l'avantage important d'avoir un prix de revient moitié moindre. C'est seulement depuis l'installation de l'usine de M. Henry à Donjeux que l'on a admis en France d'une façon définitive la possibilité d'obtenir avec les laitiers des produits hydrauliques convenables et c'est par ses publications que l'on a été définitivement édifié sur les conditions de cette fabrication, notamment sur l'influence capitale de la trempe.

A la suite des résultats obtenus par l'usine de Donjeux dont les produits ont été immédiatement classés à côté des véritables ciments Portland, une usine similaire a été créée dans le Nord-Est de la France; d'autres sont aujourd'hui en création dans le centre et le Sud-Ouest. M. Henry a donc par son initiative rendu un réel service à l'industrie française en introduisant dans notre pays la fabrication du ciment de laitier. En conséquence, la Société d'Encouragement lui décerne le prix de 1 000 francs qu'elle avait proposé pour l'utilisation des résidus de fabrique.

Signé : H. Le Chatelier, *rapporteur.*

PRIX DES ARTS CHIMIQUES

Rapport *fait par* M. Ad. Carnot, *au nom du Comité des arts chimiques, sur le* prix relatif a la fabrication d'acier ou fer fondu doué de propriétés spéciales utiles par l'incorporation de corps étrangers.

Prix de 2 000 francs.

La fabrication des aciers chromés a pris une grande importance dans l'industrie métallurgique depuis quelques années. L'introduction de proportions convenables de chrome a permis d'obtenir des alliages de grain extrêmement fin et d'une résistance très remarquable, dont on fait des outils de toute nature, des cuirasses résistant à la balle, et des obus capables de traverser les blindages en fer et en acier d'une très grande épaisseur.

Berthier avait, le premier, en 1821, essayé et recommandé l'emploi du chrome, et il avait, dès cette époque, donné la formule du traitement, que l'on pratique aujourd'hui, consistant à fabriquer des alliages riches en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chrome, que l'on introduit en proportions voulues dans les aciers cémentés ou fondus.

Boussingault a vu, en 1867, un haut fourneau donnant de la fonte chromée, à Medellin, dans la province d'Antioquia (Amérique méridionale). M. Rolland a signalé, comme se faisant en 1872, à Brooklyn (États-Unis de l'Amérique du Nord), la fabrication d'aciers au chrome au moyen de ferrochromes, c'est-à-dire d'alliages de chrome et de fer.

Mais c'est à M. Brüstlein, ingénieur-directeur des usines Jacob Holtzer à Unieux (Loire), que l'on doit, à dater de 1875, l'étude expérimentale des aciers au chrome et la fabrication courante et industrielle de ces produits qui, d'ailleurs, ne sont pas restés le monopole des établissements Jacob Holtzer, mais se préparent également très bien aujourd'hui dans plusieurs de nos grandes aciéries françaises.

Le Comité des arts chimiques a pensé qu'il y avait lieu de récompenser le principal initiateur de cette branche de la métallurgie et d'attribuer à M. Brüstlein 2000 francs sur le prix institué « pour la fabrication courante d'un acier ou fer fondu doué de propriétés spéciales utiles par l'incorporation d'un métal étranger ».

Signé : A. Carnot, *rapporteur.*

PRIX DES ARTS CHIMIQUES

Rapport *fait par* M. Ad. Carnot, *au nom du Comité des arts chimiques, sur le* prix relatif a une publication utile a l'industrie métallurgique.

Prix de 500 francs.

M. Hallopeau a rendu aux métallurgistes français un réel service en leur permettant d'étudier, dans leur propre langue, les remarquables travaux publiés en anglais, il y a quelques années, par l'un des métallurgistes les plus éminents de notre temps, sir Lowthian Bell.

Peu de temps après la fondation, en 1868, de la grande Société technique, connue sous le nom d'*Iron and Steel Institute,* sir Bell, qui en avait été l'un des promoteurs, publia, dans le journal de cette Société, en 1871 et 1872, une série d'articles de la plus haute importance, intitulés : *Phénomènes chimiques de la production de la fonte.* Dans ces articles, il fit connaître les résultats de ses recherches personnelles et des expériences souvent longues

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et coûteuses faites par lui-même ou sous sa direction dans son usine de Clarence, près de Middlesbrough. Il fit paraître plusieurs autres mémoires dans le journal de la Société chimique de Londres et dans d'autres publications de sociétés techniques anglaises et américaines.

Ces travaux lui valurent, en 1874, la première médaille de l'*Iron and Steel Institute,* médaille qui est décernée chaque année à l'auteur de l'invention la plus remarquable, ou du plus important mémoire, concernant la métallurgie du fer.

L'ouvrage intitulé *Principes de la fabrication du fer et de l'acier,* publié en Angleterre en 1884 et traduit en français en 1888, offre aux lecteurs la série des mémoires de sir Lowthian Bell, particulièrement ses études originales sur les hauts fourneaux, et, dans la suite, ses appréciations sur les diverses méthodes d'élaboration du fer et de l'acier.

L'étude des réactions qui se passent dans le haut fourneau offre un intérêt tout particulier, parce qu'elle a été l'objet des expériences directes et des méditations prolongées de l'auteur. Un chapitre est consacré à l'examen des phénomènes calorifiques et des actions mutuelles de l'oxyde de carbone et du carbone lui-même sur le peroxyde de fer, de l'acide carbonique sur le fer et sur le carbone, un autre à la théorie de l'emploi de l'air chaud. Plus loin, M. Bell établit l'influence des diverses natures de minerais et les diverses qualités de coke sur la consommation de combustible nécessaire pour produire une tonne de fonte; puis il s'occupe de la composition des fontes obtenues à l'air froid et à l'air chaud, de l'état du carbone contenu, de l'existence et de l'influence des autres éléments : silicium, soufre, phosphore, manganèse, etc.

Un chapitre fort important traite des changements qui s'effectuent dans la composition des charges qui descendent dans le haut fourneau et dans celle du courant gazeux ascendant. Il discute la cause du dépôt de carbone pulvérulent qui s'effectue dans des régions où la température ne dépasse guère 400°. Il signale la présence constante des cyanures de potassium et de sodium dans le courant ascendant et il indique leur action probable; il donne enfin de nombreuses analyses des gaz et des fumées qui les accompagnent.

Dans les chapitres suivants, l'auteur fait une comparaison des différents combustibles au point de vue des quantités de chaleur qu'ils fournissent dans les hauts fourneaux; il analyse les effets produits par le charbon de bois, par le coke et par la houille crue; il détermine le rôle que peuvent jouer l'hydrogène et les composés hydrogénés; il s'occupe de l'ammoniaque

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

produite dans les hauts fourneaux et de son utilisation possible. A cette occasion, il examine l'utilisation à faire des sous-produits de la distillation de la houille dans la fabrication du coke, et il discute quelques expériences sur l'emploi du gaz à l'eau.

Les trois derniers chapitres ont pour objet : la production du fer malléable dans les *bas-foyers,* en prenant spécialement pour type le système du Lancashire; l'emploi des *feux de finerie* pour enlever au métal la majeure partie du silicium et du phosphore sans l'appauvrir trop en carbone; le travail du *puddlage* et l'emploi des garnissages en oxyde de fer pour la sole à puddler; les effets du puddlage mécanique, puis les résultats obtenus avec le four rotatif de Danks et celui du Creusot, qui paraît avoir une supériorité véritable.

L'intérêt de ces perfectionnements du puddlage a d'ailleurs sensiblement diminué par suite de la substitution graduelle et rapide du métal fondu au métal puddlé; les avantages du métal fondu et homogène sont incontestables pour les rails, dont la durée devient double de ce qu'elle était avec le fer puddlé; ils apparaîtront de plus en plus pour les autres usages.

L'étude des méthodes récentes pour la fabrication du métal fondu et l'élimination des corps qui sont associés au fer dans la fonte, forme le dernier chapitre technique de l'ouvrage de M. Bell.

Il parle d'abord de l'invention capitale de Bessemer, mais en faisant remarquer qu'elle n'était d'abord applicable qu'à des fontes de qualités spéciales et devait nécessiter l'introduction en quantités croissantes de minerais étrangers dans la Grande-Bretagne; puis il examine les circonstances qui influent sur l'élimination du phosphore et rend justice aux prévisions de Grüner, le savant professeur de métallurgie de l'École des Mines de Paris, qui déclarait impossible de déphosphorer le métal en présence d'une scorie trop siliceuse (30 p. 100 de silice ou davantage) et annonçait que l'on n'y pourrait réussir qu'avec une scorie essentiellement basique. Quelques procédés d'épuration se sont fondés sur ce principe, à Clarence, à Essen; mais ils ont disparu devant la mise en pratique du *procédé Bessemer avec garnissage basique,* dans l'invention duquel Snelus (en 1872), puis Rickards, enfin Thomas et Gilchrist (depuis 1878) ont joué le rôle principal. M. Bell compare les quantités de chaleur produites par les combustions intermoléculaires dans les opérations d'affinage acide et basique et il en conclut à la nécessité d'une plus grande quantité de chaleur à fournir, et, par suite, d'une plus grande quantité de fer à oxyder pour l'affinage basique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il étudie ensuite le procédé de *fabrication de l'acier sur sole* au moyen des appareils Siemens-Martin avec association du fer à la fonte, suivant l'idée émise, il y a plus de cent cinquante ans, par Réaumur, et il signale les résultats obtenus avec le système Pernot.

Dans la note qu'il a placée en tête de la traduction de l'ouvrage, M. Hallopeau continue en quelque sorte l'histoire récente de la fabrication du métal homogène. Il appelle particulièrement l'attention sur le *fer fondu soudable* et sur le petit convertisseur Robertqui, faisant arriver latéralement le vent, n'a plus besoin des fortes pressions nécessitées par le convertisseur Bessemer et peut être installé dans des usines d'importance secondaire.

Sans nous prononcer ici sur les mérites de l'invention de M. Robert qui doit être l'objet d'un rapport spécial devant la Société d'Encouragement, nous terminerons en répétant que la traduction française de l'ouvrage de M. Lowthian Bell sera véritablement utile à nos métallurgistes, en leur faisant mieux connaître les idées et les expériences pratiques de l'éminent métallurgiste anglais.

Le Comité des arts chimiques a jugé que cet ouvrage répondait, dans une mesure satisfaisante, au but dans lequel a été institué un prix divisible pour les différentes publications utiles à l'industrie chimique ou métallurgique. Il a l'honneur de proposer à la Société d'Encouragement d'attribuer un prix de 500 francs à M. Hallopeau.

Signé : A. Carnot, *rapporteur*.

PRIX DES ARTS CHIMIQUES

Rapport *fait par* M. Le Chatelier, *au nom du Comité des arts chimiques, sur le* prix proposé pour une étude scientifique des propriétés des divers produits hydrauliques.

Prix de 3 000 francs.

M. Deval, conducteur des Ponts et Chaussées, chargé, sous la direction de M. Salle, ingénieur des ponts et chaussées, du laboratoire du service municipal de la Ville de Paris, a présenté à la Société d'Encouragement un mémoire rempli de données numériques très intéressantes sur les essais à l'eau chaude. Il découle de ces chiffres des conséquences très nettes en ce qui concerne les ciments à prise lente.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les ciments Portland de fabrication normale sont classés dans le même ordre par les essais faits à chaud et les essais faits à froid. Les écarts ne sont pas supérieurs à ceux qui résultent des erreurs d'expérience.

Les produits renfermant de la chaux libre qui, dans les essais faits à froid, ont un durcissement initial assez rapide et sont par suite assez bien classés, sont au contraire rejetés extrêmement loin par les essais faits à chaud.

Enfin les produits renfermant des matières hydrauliques peu actives et d'un durcissement lent gagnent notablement au classement fait à chaud. À froid, ces composés ne jouant aucun rôle dans le durcissement initial se comportent simplement comme un sable inerte dont la présence diminue la résistance initiale.

Les mêmes conclusions doivent vraisemblablement s'étendre aux chaux hydrauliques et ciments de laitier, mais sur ces produits les expériences de M. Deval ont été trop peu nombreuses pour permettre à elles seules de formuler aucune conclusion précise.

Par ces recherches de longue haleine, M. Deval a jeté un nouveau jour sur les méthodes d'essai des produits hydrauliques. La Société d'Encouragement lui accorde, en l'engageant à continuer cette étude, une somme de mille francs à prélever sur les trois mille francs proposés pour le prix.

Signé : H. Le Chatelier, *rapporteur*.

PRIX DES ARTS ÉCONOMIQUES

Rapport *fait par* M. Rousselle, *au nom du Comité des arts économiques, sur les résultats du* concours relatif a l'invention d'un appareil susceptible d'annoncer a distance la présence des trains en marche.

Prix de 3 000 francs.

La Société d'Encouragement a mis au concours, en 1884, l'invention d'un appareil automatique susceptible d'annoncer à distance, d'une manière sûre et régulière, le passage d'un train de chemin de fer sur un point déterminé. De nombreux concurrents ont immédiatement produit des travaux intéressants et cependant, en 1885, le prix n'a pas été décerné et le concours a été prorogé jusqu'en 1887, la valeur du prix étant portée de 2000 à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3000 francs. Plus tard, en 1887, une nouvelle prorogation a eu lieu et le terme du concours a été fixé à 1889, le prix étant toujours de 3000 francs.

Ces ajournements successifs ont été motivés par ce fait que le plus grand nombre des appareils décrits par les concurrents n'avaient pas été soumis à l'expérience et que, pour les appareils, en très petit nombre, qui avaient été appliqués, l'expérience n'avait été ni assez complète ni assez prolongée pour que l'on pût, en toute sûreté, apprécier la valeur des systèmes. Le Comité des arts économiques a considéré qu'en matière d'exploitation des chemins de fer l'emploi d'un engin qui n'est pas excellent peut devenir la cause des accidents les plus graves; que, dans cet ordre d'idées, le mérite d'une invention ne saurait être apprécié par une simple description, même lorsqu'elle est accompagnée par des dessins ; que l'application peut seule en déceler les avantages et les inconvénients et qu'il faut une expérience prolongée pendant un long temps et dans des conditions climatériques diverses, pour que l'on puisse, avec sûreté, arrêter son opinion.

Les concurrents se sont présentés au nombre de cinquante; un grand nombre d'entre eux a soumis au jury des idées nouvelles, ingénieuses et quelquefois fort séduisantes; mais il ne s'est trouvé que deux concurrents qui aient su obtenir des compagnies de chemins de fer des expériences assez complètes pour être à peu près concluantes : ce sont MM. de Baillehache et Clémandot, ce dernier membre de notre Société.

M. de Baillehache a imaginé d'isoler un contre-rail qu'il place sur le point d'où le train en marche doit faire partir le signal et de relier, à l'aide d'un fil, ce contre-rail au poste où le signal est reçu. Ce poste contient une pile et une sonnerie.

Lorsqu'un train vient à passer, les essieux établissent la communication entre les deux rails et il se forme un circuit qui, après avoir suivi le fil joignant les deux postes, revient par la terre et se trouve fermé par les essieux du train. La sonnerie résonne et non seulement elle décèle la présence du train, mais encore elle permet à un observateur exercé d'en apprécier la vitesse et de compter le nombre des voitures. Un complément très utile et même nécessaire, à nos yeux, de ce système est un fil de contrôle qui ferme le circuit lorsqu'au poste récepteur, l'on appuie sur le bouton d'un commutateur. L'agent peut ainsi vérifier à tout moment si l'appareil est en état de fonctionner.

Le système de M. Clémandot, qui a l'important avantage de dispenser de l'emploi de toute pièce mobile pour établir le circuit, est basé sur la différence de résistance électrique entre deux files de rails d'une voie selon qu'un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

train les réunit par l'intermédiaire de ses roues et de ses essieux ou que la voie est libre. Au point d'où doit partir le signal, M. Clémandot installe sur les accotements une pile et un électro-aimant. Au poste récepteur se trouvent un relais constitué par une seconde pile et un électro-aimant; une sonnerie est établie en dérivation. Deux fils relient entre eux les deux postes. Dans l'état ordinaire, un courant continu suit toute l'étendue du circuit. Lorsqu'un train vient à passer, les armatures des électro-aimants se déplacent et le courant unique est remplacé par deux courants locaux, dont l'un, au poste de départ, est fermé par les essieux du train et dont l'autre, au poste d'arrivée, passe par la sonnerie en dérivation et fait tinter cette sonnerie.

Les deux appareils dont nous venons de donner une description succincte ont été soumis à des expériences prolongées. Les appareils à courants discontinus de M. de Baillehache ont été essayés aux gares d'Asnières et de Clichy, sur le réseau de l'Ouest; à Châteauroux et à la gare de Paris, sur le réseau d'Orléans. L'appareil à courant continu de M. Clémandot a été mis en expérience à la station du Raincy, sur le réseau de l'Est. Ces essais, qui ont duré plusieurs années, ont donné des résultats fort intéressants. Doit-on conclure que le problème, mis au concours, est aujourd'hui résolu? Le Comité des arts économiques ne l'a pas pensé. Les deux procédés soulèvent, en effet, de sérieuses objections dont quelques-unes se rapportent à la sûreté de l'exploitation. Cependant MM. de Baillehache et Clémandot ont étudié leurs appareils avec une telle compétence et avec tant de soin; ils les ont soumis à l'expérience avec une telle persévérance qu'il est permis d'espérer que leurs efforts ne seront pas perdus et qu'avec le concours des Compagnies, nos chemins de fer seront bientôt dotés d'engins nouveaux qui faciliteront l'exploitation et diminueront encore les chances d'accidents.

Pour ces motifs, la Société d'Encouragement ne décerne pas le prix qu'elle a institué en 1884 et en 1887; mais elle en distribue une partie à MM. de Baillehache et Clémandot pour témoigner hautement de la valeur qu'elle attache à leurs habiles recherches.

M. de Baillehache recevra 1000 francs et M. Clémandot 1500 francs. La supériorité est attribuée à M. Clémandot, parce qu'au point de vue de la sécurité, son système présente de meilleures garanties. Il est incontestable que cette considération doit l'emporter sur toutes les autres.

Signé : ROUSSELLE, *rapporteur.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PRIX DES ARTS ÉCONOMIQUES

RAPPORT *fait par* M. MASCART, *au nom du Comité des arts économiques, sur le* PRIX PROPOSÉ POUR UN APPAREIL PERMETTANT DE TRANSMETTRE A GRANDE DISTANCE LA PRESSION D'UN GAZ OU D'UNE VAPEUR.

Prix de 2 000 francs.

Trois mémoires ont été adressés à la Société pour répondre aux conditions indiquées par ce programme. Deux d'entre eux méritent une attention particulière et sans qu'il soit possible d'entrer dans le détail des procédés d'exécution, il nous suffira d'en indiquer le principe.

L'appareil présenté par MM. Richard frères comprend deux organes principaux, un transmetteur et un récepteur reliés par quatre fils ou seulement trois fils.

Les indications du baromètre, qu'il soit à mercure ou métallique, se traduisent par un curseur, généralement une aiguille mobile sur un cadran. Ce curseur est compris entre les deux branches d'un cavalier qui communiquent séparément avec les deux systèmes de fils conducteurs. Lorsque le curseur se déplace et vient à toucher la branche droite du cavalier, un signal est transmis à l'appareil récepteur qui marche dans un sens déterminé. En même temps le récepteur commande un courant qui agit à son tour sur le cavalier et le ramène en face de l'aiguille sans contact latéral. Un déplacement du curseur vers la branche gauche du cavalier provoque le mouvement du récepteur en sens contraire, jusqu'au retour du cavalier dans sa position neutre.

Le jeu du récepteur est réglé par une roue à quatre dents que font marcher trois électro-aimants dont les armatures sont au sommet d'un triangle équilatéral. Si ces armatures entrent successivement dans les creux de la roue suivant un ordre déterminé 1, 2, 3, 1, 2, le mouvement a lieu vers la droite ; il est renversé pour l'ordre inverse des contacts 1, 3, 2, 1. Cette disposition ingénieuse permet de multiplier les indications sur le transmetteur et d'en varier la marche à volonté sans que le récepteur cesse jamais de suivre tous les mouvements de l'aiguille.

L'appareil est d'ailleurs bien étudié dans tous ses détails, bien construit, et une épreuve déjà longue permet d'assurer qu'il fournit aujourd'hui une excellente solution du problème.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous devons signaler aussi le projet de M. Corblin. L'appareil n'a pas été construit avec soin ni soumis à une étude attentive, mais le mémoire de l'auteur renferme une idée ingénieuse qui pourra porter ses fruits.

L'extrémité du curseur attaché à un instrument de nature quelconque se déplace sur le rayon d'un disque circulaire, en se rapprochant ou s'éloignant du centre.

Le disque, qui est isolant, porte une série de rayons conducteurs de même largeur, dont l'ouverture angulaire est constante, mais qui se trouvent plus ou moins éloignés l'un de l'autre suivant leur distance au centre.

Si le disque tourne avec une vitesse uniforme et connue, le curseur peut fermer un courant chaque fois qu'il rencontre l'un des rayons et l'intervalle des contacts permet de connaître à une distance quelconque au moyen de deux fils et même d'un seul fil, quelle est à chaque instant l'indication de l'instrument.

Quoique l'étude présentée à la Société par M. Corblin soit très incomplète, elle paraît néanmoins mériter un encouragement.

Le Comité des arts économiques a donc l'honneur de vous proposer :

1° D'accorder le prix proposé à MM. Richard frères ;

2° D'adresser des félicitations à M. Corblin pour son projet.

Signé : E. MASCART, *rapporteur.*

PRIX D'AGRICULTURE

RAPPORT *fait par* M. LAVALARD, *au nom du Comité d'agriculture, sur le* CONCOURS POUR LE PRIX RELATIF A L'ÉTABLISSEMENT D'UN CARNET AGRICOLE.

Prix de 2000 francs.

Le programme des prix et médailles de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale attribue un prix de 2000 francs pour un carnet agricole aide-mémoire.

Le carnet agricole doit pouvoir se vendre 1 fr. 50, 2 francs au plus, et être aisément portatif. Ce doit être une sorte d'almanach agricole. Il comprendra sous forme de tableaux et de formules simples tous les renseignements dont l'agronome aussi bien que le cultivateur, le statisticien comme l'administrateur, peuvent avoir besoin au point de vue des engrais, de l'ali-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mentation du bétail, des industries agricoles, des ressources du pays, de la législation douanière, des transports des denrées agricoles, des semences, de l'enseignement agricole, etc., etc.

Le Comité d'agriculture, en créant ce prix, avait voulu que les agriculteurs puissent avoir à leur disposition une sorte d'almanach qui, sans cesse remanié, sans cesse tenu à jour, porterait chaque année à leur connaissance les résultats des découvertes et des progrès réalisés en agriculture.

Il a été décidé que le prix pourrait être décerné en 1890, et six candidats se sont présentés pour ce concours. Ce sont :

MM. Éloire, à Caudry (Nord) ;
Seguin, à Limoges (Haute-Vienne) ;
Bergis, à Montauban (Tarn-et-Garonne) ;
Langlais, instituteur à Commez (Mayenne) ;
Cazelle, à la Loggia, Cap Brun, à Toulon (Var) ;
Ferté, à la Loge de Chouy (Aisne).

Je vais d'abord examiner le carnet de chacun des candidats, rechercher s'il a rempli les conditions du programme fixé, et enfin faire un classement des six concurrents.

M. Éloire, vétérinaire à Caudry (Nord), a envoyé deux volumes très compacts et contenant beaucoup d'excellents renseignements ; il reconnaît lui-même dans une préface qu'il ne serait pas possible d'établir ces volumes pour les vendre 2 francs, comme l'impose le programme du concours.

En effet, son travail est plutôt un véritable cours d'agriculture qu'un simple aide-mémoire. Il suffira d'énoncer les têtes de chapitres pour faire comprendre que M. Éloire a certainement dépassé le but.

Après avoir énuméré les travaux extérieurs de la ferme, les travaux intérieurs pour les douze mois de l'année, il laisse un certain nombre de feuillets blancs avec les dates des jours pour permettre d'inscrire ce qui se fait chaque jour. Ensuite il établit une véritable comptabilité avec des tableaux de bilan, des tableaux hebdomadaires et mensuels pour le travail des ouvriers, pour les animaux, pour la laiterie pour les céréales, pour les achats et les ventes, etc.

On trouve ensuite la liste des fonctionnaires du ministère de l'agriculture, de toutes les écoles, des haras et des dépôts d'étalons, les programmes des écoles, etc.

Les différentes législations concernant les vices rédhibitoires, la police sanitaire, la surveillance des étalons, et même la mobilisation de l'armée y figurent.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les races d'animaux, la culture de toutes les plantes y sont décrites d'une manière beaucoup trop étendue. Enfin les arrêtés ministériels relatifs aux transports par chemin de fer sur toutes les lignes du réseau français, et ceux concernant les douanes, occupent une grande partie de l'ouvrage.

La table des matières a été dressée par lettre alphabétique et comprend elle-même un très grand nombre de pages.

Comme nous l'avons dit au début, le carnet aide-mémoire de M. Éloire est plutôt un ouvrage très complet d'agriculture pratique. Il est fait avec le plus grand soin et indique que son auteur possède très bien tous les sujets qui concernent l'agriculture.

M. Étienne Seguin, propriétaire à Limoges (Haute-Vienne), a compris d'une autre façon l'établissement du carnet agricole aide-mémoire. Tout en reconnaissant l'utilité d'un carnet agricole imprimé, qui puisse permettre aux agriculteurs de se rendre facilement compte de leur exploitation, sans travail d'écriture, pour ainsi dire, il a cherché à donner sous une disposition simple et claire tous les renseignements utiles, concernant la comptabilité de la ferme.

Le carnet de M. Seguin ne contient aucun des renseignements qui peuvent être utiles à l'agriculteur; c'est une comptabilité qui peut s'appliquer à tous les genres d'exploitation directe, soit que le propriétaire régisse lui-même son domaine, soit qu'il ait un régisseur.

M. Seguin a appliqué cette comptabilité, qui est très simple et très rationnelle, à ses deux domaines d'Ayen, dans la Corrèze, et de Villeveyrac, dans l'Hérault; mais elle ne remplit nullement le programme tracé par la Société d'Encouragement.

M. Bergis, à Montauban (Tarn-et-Garonne), a envoyé une monographie concernant la culture des vignes américaines. C'est donc par erreur que ce propriétaire l'a adressée pour le concours qui nous occupe en ce moment.

M. Langlois, instituteur à Commez (Mayenne), a rédigé un carnet aide-mémoire, qui renferme tout simplement la nomenclature et l'ordre des travaux mensuels à exécuter à la campagne.

Il a pensé qu'il serait avantageux, et même indispensable pour le cultivateur, de connaître les travaux qu'il doit exécuter chaque mois. C'est ce qu'il a fait en y ajoutant quelques notions théoriques pour leur bonne exécution. Mais cet instituteur n'a pas compris non plus ce qu'on lui demandait. Il aurait pu mettre sous une forme beaucoup plus brève les conseils qu'il donne et surtout l'ordre des travaux qu'il fixe pour chaque mois, et y ajouter

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les formules qui sont si indispensables pour les fumures des terres, pour l'alimentation du bétail, etc.

M. Cazelles-Raymond, ouvrier viticulteur à la Loggia, Cap Brun, à Toulon (Var), a envoyé, comme M. Bergis, un carnet qu'il appelle viticole et qui ne s'occupe absolument que de la culture et des maladies de la vigne.

Enfin, M. Ferté, agriculteur à la Loge de Chouy (Aisne), est le seul, avec M. Éloire, qui ait compris les desiderata du Comité d'agriculture de la Société d'Encouragement. Seulement autant M. Éloire a été prolixe, en donnant trop de détails, autant M. Ferté a été bref, ne donnant la plupart du temps que les têtes de chapitres sans aucune explication.

S'inspirant de ce qui se fait dans les grands magasins du *Louvre* et du *Bon Marché*, M. Ferté imaginait un carnet à pages blanches portant les jours et séparées par des feuilles de buvard, sur lesquelles seraient imprimés des tableaux et des formules simples, dont la lecture aurait, malgré lui, rafraîchit la mémoire du cultivateur.

Il aurait, comme il dit, fait varier les descriptions des buvards, publiant les statistiques nouvelles, les inventions récentes, etc.

L'idée du carnet de M. Ferté est donc bonne, seulement il ne lui a pas donné le développement voulu, car si la Société en décidait l'impression, il faudrait le faire faire presque entièrement.

De tout ceci il résulte qu'aucun des concurrents n'a rempli d'une manière satisfaisante le programme indiqué par le Comité d'agriculture pour le prix de 2000 francs pour un carnet agricole aide-mémoire.

MM. Éloire et Ferté ont seuls compris le programme qui leur était imposé, mais ils n'y ont pas satisfait, le premier en donnant de trop grands développements, le second au contraire en se contentant seulement d'indiquer ce que pourrait être son travail.

Dans ces conditions, le Comité d'agriculture propose au Conseil de ne pas décerner le prix entier cette année, mais d'accorder à M. Éloire 500 francs et à M. Ferté 500 francs à titre d'encouragements.

L'étude à laquelle s'est livré votre rapporteur sur ces différents carnets le conduit à vous demander la modification du programme de ce prix.

Il pense que le carnet agricole aide-mémoire, mis au concours par la Société, ne devrait comprendre que les renseignements utiles à une région de la France, car si certains détails peuvent s'appliquer partout, il en est d'autres qui sont tout à fait spéciaux à certaines régions. Nous aurons expliqué notre pensée quand nous aurons dit que le carnet des régions du Nord, par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

exemple, ne doit s'occuper que des cultures spéciales à cette partie de la France, de même que les tarifs de chemins de fer, généraux, spéciaux ou fermes, ne sont pas les mêmes sur les différents réseaux. De cette façon, les détails seront beaucoup plus nets et d'une utilité bien plus grande pour les agriculteurs de chacune des régions de la France. C'est pourquoi nous demandons que les candidats soient invités à dresser leur travail en vue des conditions spéciales dans lesquelles ils se trouvent.

Signé : LAVALARD, *rapporteur*.

PRIX D'AGRICULTURE

RAPPORT *fait par* M. RISLER, *au nom du Comité d'agriculture, sur le* PRIX PROPOSÉ POUR LA MEILLEURE ÉTUDE SUR L'AGRICULTURE ET L'ÉCONOMIE RURALE D'UNE PROVINCE OU D'UN DÉPARTEMENT.

Prix de 2 000 francs.

Cette année les concurrents pour ce prix sont nombreux, quatre de ces concurrents nous ont présenté des travaux qui nous paraissent mériter de prendre part à vos récompenses. Ce sont :

L'Agriculture dans la Haute-Vienne, par J.-B. MARTIN. — Le département de la Haute-Vienne appartient presque tout entier à la région granitique du Plateau central. On a surnommé ce plateau la *Tête chauve* de la France parce qu'il est malheureusement très déboisé. La Haute-Vienne l'est un peu moins que la Creuse et la Corrèze ; elle a 12 p. 100 de sa surface en bois et forêts, tandis que la Creuse n'en a pas 7 ; mais elle a encore plus de 50 000 hectares de landes que l'on aurait grand avantage à replanter, si les droits ou habitudes de pâturage ne s'y opposent pas.

Les sources et les cours d'eau sont nombreux dans le département, et depuis longtemps les Limousins ont su capter les sources, les rassembler dans des réservoirs ou *pêcheries* et puis les employer pour arroser leurs prairies naturelles.

La culture des terres intermédiaires entre les prairies et les bois ou landes des hauteurs a fait de grands progrès depuis cinquante ans. Autrefois on ne pouvait y faire que du seigle, de l'avoine, du sarrasin, des pommes de terre, et le paysan complétait son alimentation avec les châtaignes. Grâce à l'emploi

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la chaux et depuis quelques années des phosphates, on a pu cultiver le trèfle et faire du blé de plus en plus. Si l'on continue à semer du seigle, c'est en partie pour vendre sa paille aux papeteries. La culture du topinambour prend de l'extension et fournit, avec la rave ou *rabioule* que l'on fait en récolte dérobée après le seigle, une précieuse nourriture d'hiver pour le bétail.

Par cette nourriture et par une intelligente sélection, la race des bêtes à cornes du Limousin est devenue une de nos races de boucherie et de travail les plus remarquables. Quant aux moutons, on croise ceux du pays ou de la Marche avec les southdowns.

M. J.-B. Martin nous a donné une description très complète et très exacte de tous ces progrès. Il a soin de signaler ceux qui restent encore à faire. Sa monographie est un travail qui sera utile aux agriculteurs du Limousin et qui mérite une de nos récompenses.

Étude sur l'agriculture et l'économie rurale du Pas-de-Calais, *par* ALBERT LARBALÉTRIER, *professeur à l'école d'agriculture du département*. — Dans cette étude, claire, bien ordonnée et assez complète, M. Larbalétrier nous donne des détails particulièrement intéressants sur les gisements de phosphates qui sont exploités dans le département du Pas-de-Calais (dans l'étage cénomanien, à Pernes, dans le grès vert aux environs de Boulogne et dans la craie près d'Orville), sur la culture de la betterave à sucre qui y joue un rôle si important, etc.

Étude sur l'agriculture et l'économie rurale du département du Rhône, *par* VALENTIN PELOSSE, *secrétaire adjoint de la chambre de commerce de Lyon*. — Ce travail est remarquable par les détails historiques, statistiques et économiques qu'il donne sur l'agriculture du département ; au point de vue technique, il est exact, mais peu original et peu approfondi. Il est agréablement écrit et il pourra offrir de l'intérêt aux économistes et aux gens du monde, mais il ne sera pas d'une grande utilité pour les agriculteurs.

Système de culture et assolement des terres fortes du département de la Haute-Garonne, *par* PAUL DIRAT, *propriétaire à Brignemont*. — Au lieu de se borner à l'assolement triennal de : 1) blé, 2) avoine ou maïs, 3) jachère, appuyé par quelques parcelles de prairies naturelles, M. Paul Dirat conseille avec raison de mettre environ 1/4 des terres en esparcette ou, si le fond est assez fertile, en luzerne, et de compléter les engrais par du superphosphate de chaux et du plâtre. Il appuie ce conseil de longs calculs sur la consommation des récoltes en azote et en matières minérales. Ce qui vaut mieux que tous ces calculs, c'est son expérience personnelle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'*Étude sur l'agriculture et l'économie rurale du département de la Loire, par* M. J.-B. Lonjon, *directeur d'école communale à la Baraillère, près Saint-Étienne,* n'est qu'un court résumé de la statistique agricole du département, sans détails sur les procédés de culture et sur les perfectionnements que l'on pourrait y faire, sans vues ou observations originales.

Le *Dernier Refuge de l'agriculture dans les Corbières, par* Paul Serres, *agriculteur-viticulteur à Talairan (Aude)*, est une dissertation sur la vigne qui ne manque pas d'originalité.

Essai de monographie agricole du département des Basses-Alpes, par M. A. du Puy-Montbrun. — Il y a dans ce mémoire beaucoup de travail et un certain nombre d'observations intéressantes, mais le tout est présenté sans ordre et mal digéré.

L'Agriculture et l'élevage des animaux domestiques dans le département de la Haute-Marne, par M. Théodore Bourrier. — Les 9/10 ou les 19/20 de ce travail forment une sorte de traité général d'agriculture et de zootechnie, compilation assez laborieuse qui remonte jusqu'à l'époque des Romains et peut plus ou moins s'appliquer à tous les pays, mais dans laquelle ce qui concerne spécialement le département de la Haute-Marne occupe peu de place et est très incomplet.

D'après cet examen, le Comité d'agriculture vous propose d'accorder un prix de 1 500 francs à M. J.-B. Martin pour son étude sur l'agriculture de la Haute-Vienne,

Un prix de 500 francs à M. Albert Larbalétrier pour son étude sur l'agriculture du Pas-de-Calais,

Une médaille d'argent à M. Valentin Pelosse pour son étude sur l'économie rurale du département du Rhône,

Et une médaille de bronze, à M. Paul Dirat.

Signé : Risler, *rapporteur.*

PRIX D'AGRICULTURE

Rapport *fait par* M. A. Müntz, *au nom du Comité d'agriculture, sur le* prix relatif a l'emploi de la tourbe en agriculture.

Prix de 600 francs.

En instituant un prix sur l'utilisation des tourbes françaises, la Société d'Encouragement a voulu provoquer des recherches ayant pour but de tirer

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

parti d'une source de richesses naturelles trop négligée jusqu'à présent.

La France contient de vastes étendues couvertes de tourbe, dont une faible partie est exploitée. Il est reconnu qu'outre son emploi comme combustible, la tourbe peut être utilisée à des usages agricoles divers ; par l'assainissement, par l'apport de phosphate et de calcaire, on peut transformer en terres de culture très productives les sols tourbeux primitivement stériles.

De plus, la tourbe apportée comme amendement à des sols pauvres en matières organiques agit sur ceux-ci comme un véritable fumier et en augmente considérablement la fertilité. Enfin, depuis un certain nombre d'années, on a reconnu que la tourbe forme une litière excellente, égale ou même supérieure aux meilleures litières de paille et, à ce point de vue, son emploi s'est généralisé. Malgré l'abondance des tourbes en France, nous sommes encore tributaires de l'étranger pour l'approvisionnement des tourbes litières que nous employons. Certaines régions du Nord de l'Europe, où l'on a donné à la préparation de la tourbe litière un grand développement, nous envoient de grandes quantités de ce produit. Un intérêt national de premier ordre s'attache à la mise en valeur et à l'exploitation de la tourbe qui couvre de vastes surfaces de la Bretagne, de la Picardie, du Jura et de beaucoup d'autres régions de la France.

M. A. de Mauroy, ingénieur civil des mines, est propriétaire d'un domaine situé aux environs de Troyes (Aube) ; la plus grande partie des terres se trouve en terrain crayeux pauvre, et quelques-uns étaient presque infertiles. Mais dans une partie de cette propriété existe une couche de tourbe dont M. de Mauroy a tiré parti pour l'amélioration de son domaine.

Il a commencé ses essais il y a douze ans déjà, étant ainsi un des premiers à entrer dans la voie de l'utilisation des tourbes ; il les a continués jusqu'aujourd'hui et son domaine est complètement transformé. Ses terres, auparavant de qualité très médiocre, ont acquis maintenant un grand degré de fertilité. Celles qui autrefois donnaient à peine 12 hectolitres de blé à l'hectare, en donnent à l'heure actuelle 26 hectolitres. Les pommes de terre qui donnaient 5 à 8000 kilogrammes en donnent maintenant 18000 kilogrammes. Les récoltes d'orge, d'avoine, de betterave, ont plus que doublé. Il y a donc là un résultat important, confirmé par une longue suite de cultures et un bel exemple à mettre sous les yeux des agriculteurs qui ont de la tourbe à leur disposition. Mais cette transformation merveilleuse ne s'est pas faite par le simple apport de tourbe aux terres de culture. C'est plutôt la manière de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'appliquer, avec intelligence et discernement, en lui permettant de produire les divers effets utiles dont elle est susceptible, qui a conduit M. de Mauroy à ces beaux résultats.

C'est ainsi que, commençant par l'assainissement de la tourbière au moyen de fossés à ciel ouvert, M. de Mauroy a utilisé la tourbe rejetée pour en faire de la litière et des composts, dans lesquels il a introduit du phosphate de chaux pour utiliser l'acidité de la tourbe à la production d'une sorte de superphosphate. C'est ainsi que, ne se bornant pas à distribuer la tourbe aux sols calcaires, il a apporté les terres calcaires sur le sol tourbeux, corrigeant ainsi, l'une par l'autre, ces deux terres auparavant presque improductives.

Cette transformation a été accomplie avec beaucoup de méthode et de jugement; elle peut servir de modèle dans des cas analogues.

M. de Mauroy a ainsi traité une partie très importante du programme proposé par la Société et son travail, quoique limité à une seule région et à un cas particulier, offre le plus haut intérêt. Le Comité d'agriculture, pour récompenser ces efforts intelligents et couronnés d'un si beau succès, vous propose d'accorder une somme de 600 francs à M. de Mauroy sur le prix institué pour l'utilisation des tourbes françaises en agriculture.

Signé : A. Müntz, *rapporteur.*

PRIX D'AGRICULTURE

Rapport *fait par* M. Risler, *au nom du Comité d'Agriculture, sur le* prix proposé pour la meilleure étude sur la constitution physique et la composition chimique comparées des terrains d'une des régions naturelles ou agricoles de la France.

Prix de 3000 francs.

Nous n'avons que 3 concurrents, mais leur qualité surpasse de beaucoup leur qualité.

1° *La Contribution à l'étude du sol d'Eure-et-Loir dans ses rapports avec la production agricole, par* M. Garola, *professeur départemental d'agriculture à Chartres*, peut être considérée comme un véritable modèle pour les travaux de ce genre. Non seulement M. Garola indique bien les formations géologiques auxquelles appartiennent les terres du département d'Eure-et-Loir

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et il a marqué sur une réduction photographique de la carte géologique les points où ont été recueillis les échantillons examinés, mais il nous donne une description détaillée des méthodes qu'il a employées pour leur analyse chimique, ce qui est essentiel pour que ces analyses puissent être bien interprétées par les agriculteurs, et leur donner des directions précises sur les engrais à employer, d'abord dans des essais comparatifs en petit, et puis en grand, quand les premières expériences auront donné des résultats favorables.

La moyenne des analyses de 7 terres de *limon des plateaux* du département d'Eure-et-Loir a donné à M. Garola :

	p. 100.
Graviers et gros débris organiques	1,57
Calcaire	0,40
Argile	3,23
Sable impalpable	26,92
Sable	67,75

C'est un sol facile à travailler, de là l'emploi des jeunes chevaux de 2 ans et demi à 4 ans qui se développent et gagnent de la valeur tout en payant leur nourriture par leur travail.

Sauf dans les parties où le sous-sol de calcaire de Beauce peut être mélangé au sol par les labours profonds, il est bon d'avoir recours au marnage, suivant la pratique courante de la Beauce.

Pour ces mêmes terres, l'analyse chimique a donné en moyenne :

Matière organique	1,76	
Azote	0,139	
Acide phosphorique	0,066	de 0,033 à 0,080
Potasse	0,165	de 0,108 à 0,274
Chaux	0,770	de 0,112 à 0,854 et plus.
Magnésie	0,117	de 0,060 à 0,185

Beaucoup d'acide phosphorique, peu d'azote, telle doit être, dit M. Garola, la règle de la fumure en Beauce, déduite de l'analyse du sol et de sa sanction pratique. Si M. Garola s'était également occupé de l'acide sulfurique, je suis porté à croire, d'après mes propres analyses, qu'il en aurait trouvé peu, ou même souvent point du tout, et il aurait pu ajouter à ces règles qu'il faut employer de préférence l'acide phosphorique à l'état de superphosphate et le mélanger avec un poids au moins égal de plâtre.

Dans le *conglomérat* ou *argile à silex*, le sous-sol est souvent si compact que la culture est difficile et beaucoup de ces terres sont restées ou devraient rester boisées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sur 66 terres analysées, M. Garola en a trouvé dans cet argile à silex :

17 ares	0,09	p.	100	d'azote.
4 ares	0,09	à	0,1	—
25 ares	0,1	à	0,149	—
20 ares	plus de		0,150	—

La plupart de ces terres contiennent encore moins d'acide phosphorique et de chaux que celle du limon. Un certain nombre d'entre elles ne contiennent pas même assez de potasse et de magnésie.

Après avoir cité et discuté les chiffres donnés par ses analyses, M. Garola donne les résultats des expériences qu'il a faites dans les mêmes sols avec les engrais chimiques, expériences qui confirment et souvent complètent les renseignements que la pratique peut obtenir de l'analyse chimique.

L'Étude géologique et agronomique du canton de Montmarault, département de l'Allier, *par* M. MARCEL VACHER (accompagné d'une carte géologique de ce canton), embrasse des étendues moins grandes, et des conditions de sol moins variées que celle du département d'Eure-et-Loir par M. Garola, mais elle n'en est pas moins un chef-d'œuvre, comme méthode scientifique dans l'étude, clarté et précision dans l'exposition et valeur pratique dans les résultats.

Le canton de Montmarault est situé dans l'arrondissement de Montluçon, sur la limite septentrionale du Plateau central de la France. Au centre, un plateau élevé, englobant plus de la moitié du canton, est formé de granite. Au sud-est de ce plateau, on trouve une bande de gneiss qui passe insensiblement au micaschiste et, au nord-ouest, les grès argileux du bassin houiller de Bézenet, Doyès et Montvicq. Parmi les granites, il faut distinguer le granite à petits grains, et le granite à gros grains qui contient plus de feldspath, et par conséquent, plus de potasse, qui se décompose plus facilement, et donne des terres plus fertiles que le premier.

La valeur vénale de l'hectare est :

Dans le terrain granitique.	Pour les terres labourables.	1400	francs.
	Pour les prés.	3000	—
Dans le gneiss.	Pour les terres labourables.	1200	francs.
	Pour les prés.	2800	—
Dans le terrain permo-carbonifère.	Pour les terres labourables.	1000	francs.
	Pour les prés.	2000	—

Toutes ces terres sont naturellement pauvres en chaux, et encore plus pauvres en acide phosphorique.

Le croirait-on? L'usage de la chaux, comme amendement, n'a com-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mencé à s'y répandre qu'il y a trente à quarante ans, quand les routes ont été améliorées, les chemins de fer construits jusqu'à Montluçon, et les houillères voisines mises en exploitation régulière. Dès lors le trèfle a pu remplacer les genêts et les bruyères; on a pu cultiver du froment au lieu de seigle et, tout en améliorant la qualité des prairies, améliorer également le bétail; peu à peu la race charolaise s'est substituée aux animaux sans race bien définie, petits, difficiles à engraisser, mais rustiques et durs au travail, que l'on élevait dans les brandes.

Depuis quelques années, un nouveau progrès s'introduit dans le pays avec les phosphates; les expériences faites par les agriculteurs qui sont à la tête de ce mouvement, et surtout par M. Marcel Vacher, donnent des résultats tellement décisifs qu'elles ne tarderont pas à devenir la pratique générale.

En voici quelques-uns :

RENDEMENT DU BLÉ A L'HECTARE. — A. EN TERRAIN GRANITIQUE LÉGER

Variétés de blé.	Chaulage et fumure ordinaire.	Chaulage 500k de superphosphate 15000k de fumier.	Chaulage 500k de superphosphate 15000k de fumier 150k de nitrate de soude.
Blé bleu.	21 hect.	23 hect.	30 hect.
Blé Victoria	18 —	22 —	29 —
Bordeaux..	20 —	24 —	29 —
Rouge d'Écosse. . .	16 —	20 —	25 —
Square head. . . .	17 —	33 —	34 —

Sur les prairies acides, M. Marcel Vacher n'emploie pas de superphosphates, mais des phosphates des Ardennes simplement pulvérisés à raison de 1000 kilos à l'hectare la première année. La deuxième année, il répand du compost fait avec des curures de fossés, etc., mêlés à un poids égal de chaux; puis il sème un peu de graines de graminées et de légumineuses. La troisième année, 800 kilos de phosphate des Ardennes, et 200 kilos de nitrate de soude. Ce traitement, joint à l'arrachage des haies trop larges, et à la régularisation d'un cours d'eau qui traverse les prairies, a triplé la quantité de foin récolté, mais en même temps la valeur nutritive de ce foin a doublé, en sorte, que ces améliorations ont permis de nourrir six fois plus de bétail sur la même surface.

3° *Les Terrains agricoles de la Gironde*, *par* M. F. VASSILLIÈRE, *professeur départemental à Bordeaux*, nous a présenté un travail sur les *terrains agricoles de la Gironde*, accompagné d'analyses, qu'il a en partie faites lui-même, et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de cartes à 1 pour 40 000 indiquant la répartition exacte des diverses natures de sols. Il se termine par des conseils très pratiques sur les améliorations à faire, et les engrais à employer dans ces différents terrains.

Cette étude sera utile aux agriculteurs de la Gironde, mais elle n'est pas, comme le mémoire de M. Garola, irréprochable au point de vue scientifique, et elle ne donne pas, comme celui de M. Vacher, les résultats d'expériences précises sur l'emploi des engrais.

D'après cela, le Comité d'agriculture a l'honneur de proposer d'accorder :

Un prix de 1 500 francs à M. Garola ; 1 000 francs à M. Marcel Vacher ; 500 francs à M. Vassillière.

Signé : RISLER, *rapporteur.*

PRIX DU COMMERCE

RAPPORT *fait par* M. E. CHEYSSON, *au nom du Comité du commerce, sur le* PRIX PROPOSÉ POUR UNE ÉTUDE ÉCONOMIQUE D'UN CENTRE INDUSTRIEL EN FRANCE.

Prix de 2000 francs.

La Société d'Encouragement a mis au concours l'*Étude économique d'un centre industriel en France*, en attachant un prix de 2000 francs à ce concours.

Dans l'institution de ce prix, la Société s'est inspirée de la tendance de plus en plus marquée qui porte l'attention publique vers les études locales circonscrites, vers les monographies. Quand on veut voir trop de choses à la fois, on les voit toutes mal : il vaut mieux n'en voir qu'une et la voir bien. Les tableaux d'ensemble, les généralisations ambitieuses manquent trop souvent de précision. C'est en serrant de près un fait déterminé, choisi avec tact comme type, qu'on peut le connaître à la fois dans son intimité et sa profondeur. De là, le succès des monographies de famille, qui n'en sont plus à faire leurs preuves ; de là, celui que nous croyons réservé à des études d'un centre industriel, d'une exploitation, comme celles qu'a voulu provoquer et récompenser la Société d'Encouragement par ce nouveau concours.

La monographie d'atelier a sa place marquée à côté de celle de famille. Si le foyer est le domaine des phénomènes sociaux, l'atelier est celui des phénomènes économiques. En vain l'on ira longuement s'asseoir au foyer de l'ouvrier, analyser sa vie jusque dans les moindres détails de son budget :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'on n'y trouvera que par une sorte de choc en retour plus ou moins confus ces grandes questions de protection et de libre échange, de courants commerciaux, d'organisation de travail, d'institutions de prévoyance, de concurrence, de débouchés qui préoccupent à si bon droit l'attention publique et en particulier la Société d'Encouragement.

Si l'on veut se mettre en contact avec ces phénomènes, il faut les suivre à l'atelier, dans le centre industriel, où l'on peut les prendre à l'état de réalité vivante et pour ainsi dire sur le fait. Tel est précisément le principe qui a décidé la Société à ouvrir pour cette étude un concours, qui a donné lieu à la présentation de deux mémoires soumis à son examen.

L'industrie du moulinage de la soie à laquelle est consacré le mémoire n° 1 est implantée dans les montagnes du Vivarais depuis plus de deux siècles; elle y fait vivre en partie une population sobre et morale, qui se contente de salaires modiques (en moyenne moins de 20 sous par jour); elle a gardé de vieilles traditions qui ont disparu ailleurs, et elle traverse en ce moment, par suite de la concurrence de l'étranger et surtout de l'Italie, une crise dangereuse, à laquelle l'auteur du mémoire n° 1 ne voit d'autre remède que le relèvement des droits de douane.

Bien que ce travail contienne de bonnes parties et de curieux détails, il a paru trop écourté et incomplet pour mériter le prix du concours. C'est une esquisse intéressante : ce n'est pas le tableau que nous demandions à nos concurrents.

Avec le mémoire n° 2, au contraire, nous sommes en face d'un travail considérable, de plus de 300 pages, qui a étudié le sujet sous tous ses aspects et qui a satisfait les conditions du concours.

Il s'agit des concessions d'Anzin, de cette grande exploitation qui emploie près de 12 000 ouvriers à extraire plus de 2 millions et demi de tonnes par an.

Par quelles transformations successives a passé cette exploitation pour atteindre son ampleur actuelle; quels sont les rouages de son mécanisme, son organisation administrative et financière, ses progrès techniques et ses débouchés; comment se recrute et comment vit son personnel; quel régime a-t-on adopté pour le salaire; quels sont l'esprit des ouvriers, les institutions destinées à assurer leur bien-être, les rapports entre eux et la Compagnie : tel est le vaste programme que s'est tracé et qu'a su brillamment remplir l'auteur du mémoire n° 2.

Ce mémoire renferme les renseignements les plus abondants, trop abon-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dants peut-être, sur toutes les parties du sujet. On y sent une grande sûreté d'informations et l'on reconnaît que la direction de la Compagnie a ouvert libéralement ses ateliers à l'auteur : elle a eu raison, n'ayant qu'à gagner à se montrer telle qu'elle est au grand jour.

Grâce à cette libéralité, l'auteur a pu décrire fidèlement tous les détails de ce grand organisme. Après avoir insisté un peu longuement sur les détails techniques de l'exploitation, il entre dans des développements circonstanciés sur la situation des ouvriers, sur les salaires, sur les admirables institutions de prévoyance que la Compagnie d'Anzin a su organiser en faveur de son personnel et qui lui ont valu à la fois un grand prix à l'Exposition d'Économie sociale et une médaille du prix Audéoud décernée par l'Académie des sciences morales et politiques. Le mémoire est complet en ce qui concerne la description technique de ces institutions, qui assistent l'ouvrier du berceau à la tombe; mais, si l'on peut exprimer un regret, c'est que chacune d'elles n'ait pas été rapprochée des solutions adoptées ailleurs, de manière à mieux faire ressortir la philosophie critique de ce bel ensemble, dont toutes les parties s'enchaînent méthodiquement et sont parvenues à leur agencement ctuel par des progrès et des tâtonnements successifs.

Un curieux chapitre, consacré aux grèves et à la « psychologie de l'ouvrier », contient un essai de budget des recettes et des dépenses. C'est un pas timide dans une excellente voie. Au lieu de dresser ce budget sur des bases hypothétiques, comme l'avoue l'auteur, peut-être aurait-il mieux fait d'imiter les bons modèles et de reproduire les éléments réels relevés dans la vie d'une famille type.

C'est une lacune à combler, et qui le sera sans doute, si, comme nous l'espérons, ce travail doit être publié. Au prix de quelques retouches, il constituera un excellent spécimen de monographie d'atelier. Aussi la Société d'Encouragement attribue-t-elle aux auteurs du mémoire n° 2, MM. Georges Michel et Alfred Renouard, le prix de deux mille francs.

Signé : E. Cheysson, *rapporteur.*

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

Nos d'ordre.	NOMS DES LAURÉATS.	NOMS DES RAPPORTEURS nommés par les comités.	INVENTIONS OU PERFECTIONNEMENTS qui ont motivé les médailles.
	MÉDAILLES D'OR		
	MM.	MM.	
1	Association de Mulhouse pour prévenir les accidents de machines.		
2	Association des industriels de France contre les accidents du travail.	Lavollée.	Ensemble des travaux.
3	Association rouennaise pour prévenir les accidents de fabriques.		
4	Baltet (Charles).	Hardy.	Ouvrages sur l'horticulture.
5	Berlier.	Schlemmer.	Ensemble des travaux.
6	Camel.	Simon.	Appareils pour le filage de la soie.
7	Carpano.	Redier.	Ensemble des travaux.
8	Ducretet.	Raymond.	Ensemble des travaux.
9	Fumat.	Prunier.	Lampe de sûreté pour les mines.
10	Godillot (Alexis).	Brüll.	Foyers à combustion méthodique.
11	Hadfield.	Le Chatelier.	Acier manganèse.
12	Leroy (Isidore).	Cheysson.	Ensemble des travaux.
13	Lorilleux.	Plon.	Ensemble des travaux.
14	Parenty.	Brüll.	Ensemble des travaux.
15	Pellin.	Bardy.	Ensemble des travaux.
16	Reverchon.	Chatin.	Culture rationnelle des abeilles.
17	Robert (frères).	Armand-Dumaresq.	Cours de dessin et méthode d'enseignement.
18	Viala.	Thenard (baron).	Ensemble des travaux.
	MÉDAILLE DE PLATINE		
	M.	M.	
1	Mahon (frères).	Simon.	Machine à chiner.

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 D'ARGENT	
	MM.	MM.	
1	Barette.	Simon.	Fouleuse à mouvement alternatif.
2	Besnard.	Rousselle.	Lampes à pétrole.
3	Bourdil.	Prillieux.	Pulvérisateur pour le traitement du mildiou.
4	Bourdon.	Lecœuvre.	Enveloppes calorifuges en liège.
5	Chaize (frères).	Simon.	Interrupteur de courants électriques.
6	Charbonnaud.	Hirsch.	Système de distribution pour machine à vapeur.
7	Grangé.	Hirsch.	Condensateur de vapeur.
8	Guéret (frères).	Bardy.	Tirage de la bière par l'acide carbonique.
9	Hupé.	Rossigneux.	Tableau chromatique des couleurs.
10	Jouanny.	Biver.	Recueille-poussières.
11	Leris (l'abbé).	Comberousse (de).	Tableau mécanique.
12	Magna.	Tresca.	Treuil spiral à différentielle variable.
13	Maignen.	Prunier.	Filtre pour les eaux potables.
14	Mérelle.	Simon.	Machine-étireuse-broyeuse-échardonneuse.
15	Monet.	Plon.	Procédés de reproduction graphique pour l'imprimerie.
16	Mouchère.	Simon.	Machine à dévider et à peser les pelotes.
17	Nogué (Émile).	Bardy.	Collaborateur de M. Pellin.
18	Potain.	Prunier.	Poêle à gaz hygiénique.
19	Radiguet.	Simon.	Débrayeurs électriques.
20	Société des lièges.	Lecœuvre.	Enveloppes calorifuges en liège.
21	Trenta.	Redier.	Contrôleur de ronde.
		MÉDAILLES DE BRONZE	
	MM.	MM.	
1	Billaudel (Mlles).	Général Sebert.	Appareil cryptographique.
2	Dechandon.	Colonel Pierre.	Extracteur de cartouche.
3	Metenier.	Appert.	Four à chaleur concentrée.
4	Serrin.	Prunier.	Vide-tourie.

Les Secrétaires de la Société,
Ed. COLLIGNON. Aimé GIRARD.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DISTRIBUTION DES MÉDAILLES

DÉCERNÉES POUR LES INVENTIONS UTILES OU DES PERFECTIONNEMENTS DANS LES ARTS INDUSTRIELS

(*Extraits des Rapports des différents Comités.*)

(Voir le tableau I.)

MÉDAILLES D'OR

1. Association pour prévenir les accidents de fabrique, de Mulhouse (Président : M. ENGEL-GROS). — **2. Association des Industriels de France pour prévenir les accidents de fabrique** (Président : M. PÉRISSÉ). — **3. Association rouennaise pour prévenir les accidents de fabrique** (Président : M. DE COENE).

Les progrès de l'industrie manufacturière sont dus, en grande partie, aux inventions mécaniques. Mais ces progrès seraient trop chèrement achetés, s'ils devaient, d'autre part, avoir pour conséquence d'augmenter le nombre, ainsi que la gravité, des accidents du travail. Il est donc nécessaire que la science complète son œuvre en se préoccupant des périls auxquels les machines et les outils peuvent exposer les ouvriers et en étudiant avec une constante sollicitude les moyens de préservation et de sécurité dans les ateliers.

Les ingénieurs et les industriels français se sont conformés à cette obligation. Dès 1867, la Société industrielle de Mulhouse a organisé une association pour prévenir les accidents de fabrique. Sur un rapport présenté le 24 janvier 1868 au nom du Comité du commerce (1), le conseil de la Société d'Encouragement signalait le but utile et le fonctionnement déjà efficace de cette association dont les manufacturiers alsaciens, sous la présidence de M. Engel-Dollfus, venaient de prendre l'initiative. Cette association, présidée aujourd'hui par M. Engel-Gros, n'a cessé de s'étendre; limitée d'abord au rayon de Mulhouse, elle a porté successivement son action dans les deux départements de l'Alsace, puis dans le département des Vosges, où elle compte de nombreux affiliés qui contribuent à lui garder sa nationalité d'origine. C'est au titre français qu'elle a figuré à l'Exposition universelle

(1) Rapport de M. Ch. Lavollée sur un mémoire de la Société industrielle de Mulhouse relatif aux accidents de fabrique. *Bulletin* de février 1868, p. 77.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de 1889 et qu'elle a obtenu, dans la section XIII du groupe de l'Économie sociale, l'un des grands prix, c'est-à-dire la récompense la plus élevée.

L'exemple donné par l'industrie alsacienne méritait d'être suivi. Des associations analogues ont été organisées, notamment à Rouen en 1879 pour la région normande, et, en 1883, à Paris. Le conseil de la Société d'Encouragement a déjà saisi l'occasion de recommander ces deux associations. Un rapport du Comité du commerce, approuvé dans la séance du 10 juillet 1885 (1), signalé dès son début par l'Association parisienne, dont le Président, l'éminent et regretté Émile Muller, avait, dans une précédente séance, exposé l'organisation. Sous la présidence de M. Émile Muller et sous celle de M. Périssé, qui l'a dignement remplacé, l'Association parisienne a fait en peu d'années de grands progrès. Ses conseils, ses avis et le contrôle éclairé de ses ingénieurs n'ont pas tardé à être sollicités en dehors du département de la Seine. Elle a donc agrandi son champ d'action qui comprend aujourd'hui 22 départements, et elle a en conséquence modifié sa première dénomination devenue trop restreinte, en adoptant le titre de *Société des Industriels de France pour préserver les ouvriers des accidents du travail* (1887), titre sous lequel elle a obtenu à l'Exposition universelle de 1889 une médaille d'or dans la classe 52 (Mécanique générale).

Quant à la société rouennaise, qui opère de même dans les départements de la Normandie, nous lui avons décerné une médaille d'argent en 1886, comme premier encouragement. Les jurys de l'Exposition universelle de 1889, appréciant les progrès qu'elle a réalisés, lui ont accordé deux médailles d'or, l'une dans la classe 52, l'autre dans la section XIII du Groupe de l'Économie sociale.

Nous n'avons donc pas à justifier plus longuement les médailles d'or que la Société d'Encouragement est heureuse de décerner aux trois associations qui viennent d'être désignées. Elle aurait plutôt à expliquer comment aux témoignages déjà rendus par elle, aux récompenses obtenues des jurys de l'Exposition de 1889, elle croit utile d'ajouter un témoignage nouveau et la récompense la plus élevée dont elle dispose. C'est que l'on ne saurait accorder une trop grande publicité, une trop active propagande à l'institution humaine, prévoyante, économique, dont les associations de Mulhouse, de Paris et de Rouen offrent à l'industrie nationale les services et le bienfait. S'il est humain de s'appliquer à prévenir les accidents de travail, dans les ateliers comme partout ailleurs, l'intérêt bien entendu des chefs d'in-

(1) Rapport de M. Ch. Lavollée sur l'Association parisienne des industriels, etc. *Bulletin* d'août 1885, p. 395.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dustrie commande à ceux-ci d'atténuer, à force de prévoyance, la responsabilité, quelquefois très lourde et très coûteuse à laquelle les exposent les risques de la main-d'œuvre. Il y va de l'intérêt de tous, des patrons comme des ouvriers, du consommateur comme du producteur; car ce qui est économisé en indemnités pour mort ou blessure vient en diminution des frais généraux, et se traduit par une diminution du prix de vente ou par une augmentation des salaires. En ce moment, où se prépare une législation nouvelle sur les accidents de fabrique, législation dont les conséquences sont très incertaines et peuvent paraître inquiétants, il est plus que jamais nécessaire de déclarer la guerre aux accidents, d'y consacrer tous les efforts de la science et d'une bonne organisation. On peut estimer que 300 000 ouvriers environ, au service de la grande industrie, sont dès à présent sous l'égide des associations préservatrices. Il faut que ce chiffre s'augmente et que les petits ateliers, où les accidents ne sont pas moins fréquents, s'affilient comme les grandes usines. C'est pour cela que la Société d'Encouragement croit utile de répéter et de multiplier ses récompenses en vue d'une institution qui intéresse au plus haut degré l'industrie nationale.

4. Ouvrages de M. Ch. Baltet, à Troyes (Aube).

M. Ch. Baltet, dans son *Traité de la culture fruitière, commerciale et bourgeoise*, a présenté une étude sérieuse et éclairée des cultures qu'il a été voir dans les localités où elles sont réputées les mieux faites; il a donc rendu un réel service en cherchant à faire connaître et à propager les cultures qui contribuent pour une part considérable à l'alimentation publique. Son second ouvrage : *l'Art de greffer*, est aussi un livre des plus instructifs. Tous deux sont le résultat de longues études pratiques et dignes des éloges les mieux mérités. C'est pourquoi le Comité d'agriculture a proposé une médaille d'or pour M. Ch. Baltet.

5. Ensemble des travaux de M. Berlier, ingénieur à Paris.

Une médaille de platine a été décernée en 1882 à M. Berlier, ingénieur, membre de la Société, à la suite d'un rapport qui a été fait par M. Rousselle (1), au nom du Comité des arts économiques, sur le système de vidanges pneumatiques de cet ingénieur, système appliqué depuis 1882 à la caserne de la Pépinière et à plusieurs maisons voisines de l'église Saint-Augustin.

(1) Rapport de M. Rousselle sur le système de vidanges pneumatiques, de M. Berlier. *Bulletin* de janvier 1883, p. 9.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans la séance du 25 janvier 1889, M. Berlier a fait à notre Société une communication sur son projet de tramways tubulaires souterrains, à traction électrique, projet présenté par lui, le 1er septembre 1887, au Conseil municipal de Paris, avec une demande de concession. Cette communication a été rendue très claire et très intéressante par la présentation d'un modèle en relief représentant à l'échelle du 1/40e, d'une façon minutieusement exacte, une station et une portion du tube souterrain, avec la place qu'ils occupent sous la voie publique.

Votre Conseil, en approuvant dans la séance du 26 avril 1889 les conclusions du rapport qui lui a été fait par M. Schlemmer sur ce projet et sur cette communication, au nom du Comité des constructions et des beaux-arts (1), a pu, à l'exemple de ce qu'avaient déjà fait les ingénieurs de tous grades de la ville de Paris, le Conseil municipal et le préfet de la Seine, adresser ses félicitations à M. Berlier pour les soins, les sacrifices de temps et d'argent consacrés par lui à l'étude et à la formation du dossier tout à fait remarquable de son projet, mais il s'est trouvé empêché de la récompenser par l'octroi d'une de nos médailles, parce que, suivant une règle très sage et constamment appliquée, il réserve cette catégorie de récompenses aux progrès sanctionnés par la mise en pratique et par l'expérience, dans les œuvres comme dans les travaux.

Toutefois, votre Conseil a pensé qu'en prenant en considération l'ensemble des travaux de M. Berlier dont une partie se trouve avoir la sanction de la pratique, il devient possible, comme il a paru juste, de lui accorder une récompense au nom de la Société; il vous propose, en conséquence, de lui décerner cette année une médaille d'or, par rappel de la médaille de platine de 1882.

6. Filature de la soie, par M. L. Camel, à Vermont (Saône-et-Loire).

Plus une matière première a de valeur, plus il importe que les traitements manufacturiers nécessaires à sa transformation assurent un rendement économique. M. Léon Camel l'a compris ainsi, lorsqu'il a étudié, pour l'appliquer au dévidage des cocons, un *jette-bout* dont la filature recueille de grands avantages au triple point de vue de la régularité des produits, de la facilité du travail et de la diminution des déchets. La Société d'Encouragement reconnaît l'importance du service rendu à l'industrie séricicole en décernant une médaille d'or à M. Camel (2).

(1) Rapport de M. Schlemmer sur le projet de tramways tubulaires souterrains, de M. Berlier. *Bulletin* de juillet 1889, p. 369.

(2) Rapport de M. Édouard Simon sur les appareils à filer la soie, de M. Léon Camel. *Bulletin* d'avril 1890, p. 196.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

7. Machine à arrondir les dents de roues de montre, par M. CARPANO, à Cluses (Haute-Savoie).

La machine à arrondir les dents de roues de montre qu'a présentée M. Carpano (1) offre des sécurités qui évitent les nombreux accidents occasionnés par un travail rapide et les fraises qui l'accompagnent méritent une mention particulière. La perfection de cet outillage a paru digne d'être récompensée : pour cette raison, la Société décerne à M. Carpano une médaille d'or.

8. Instruments de physique, par M. DUCRETET, constructeur, 75, rue Claude-Bernard, à Paris.

M. Ducretet, membre de la Société, a fondé en 1864 un important établissement pour la construction des appareils de précision destinés à l'enseignement des sciences appliquées ainsi qu'à l'industrie.

Il a fait dans ces dernières années plusieurs communications à la Société sur des instruments conçus par lui ou sortant de ses ateliers. Dans une séance toute récente le 11 avril 1890, il nous a présenté une machine à induction de Wimshurst très puissante et remarquable et un dispositif ingénieux permettant de reproduire les belles expériences de M. Elihu Thomson sur les répulsions et rotations électro-dynamiques.

Il avait déjà obtenu une médaille d'argent pour un appareil à filtrer les huiles de graissage. Le Comité des arts économiques propose de lui décerner une médaille d'or pour l'ensemble de ses travaux et les services qu'il a rendus aux sciences et à l'industrie.

9. Lampe de sûreté, par M. FUMAT, ingénieur en chef de l'exploitation des mines de la Grand'Combe.

La lampe de sûreté à colonne de fumée et à modérateur automatique de tirage présentée par M. Fumat (2) a été étudiée avec soin et résiste d'une manière tout à fait exceptionnelle à l'action des courants d'air les plus rapides. Elle mérite une mention spéciale comme constituant un progrès sérieux dans l'éclairage des mines à grisou. En conséquence, le Comité des arts économiques accorde une médaille d'or à M. Fumat.

10. Foyer à combustion méthodique, par M. GEORGES ALEXIS-GODILLOT, ingénieur, 50, rue d'Anjou, à Paris.

M. Georges Alexis-Godillot, ingénieur à Paris, a combiné des foyers à combustion méthodique pour l'utilisation des combustibles pauvres. Il a pro-

(1) Rapport de M. Redier. *Bulletin* de février 1890, p. 67.
(2) Rapport de M. Prunier. *Bulletin* de juin 1890, p. 371.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

duit une solution heureuse et nouvelle en plusieurs points d'un problème important et déjà souvent étudié (1).

M. Godillot s'est attaché depuis cinq ans avec énergie et persévérance à réaliser l'application de son système à divers déchets sans valeur et même encombrants contenant jusqu'à 60 p. 100 d'eau. Il a réussi en plus de vingt occasions, à produire la vapeur avec économie dans des sucreries de canne, des tanneries et des fabriques d'extraits.

En raison de ces remarquables résultats et aussi de la clarté et de la précision avec lesquelles l'inventeur les a fait connaître, la Société d'Encouragement accorde une médaille d'or à M. G. A.-Godillot.

11. Acier-manganèse, par M. HADFIELD, directeur de Hecla Works.

M. Hadfield, directeur de Hecla Works, a présenté à la Société d'Encouragement un nouvel alliage de fer et de manganèse qui possède des propriétés très remarquables (2). Les alliages de ces deux métaux qui tiennent moins de 10 pour 100 de manganèse sont, comme on le sait depuis longtemps, extrêmement fragiles et impropres à tout usage. Mais en augmentant progressivement la teneur en manganèse, M. Hadfield a reconnu qu'entre 12 et 14 pour 100, il se produisait un changement radical dans les propriétés de l'alliage et que l'on obtenait un nouveau métal doué de qualités précieuses. Cet *acier-manganèse*, pour se servir du nom que lui a donné son inventeur, diffère à tous les points de vue de l'acier proprement dit. Avec une charge de rupture très élevée de 100 kilogr. par millimètre carré, il peut donner jusqu'à 50 pour 100 d'allongement, mais seulement lorsqu'*il a été trempé*.

La trempe a en effet sur lui une action toute spéciale, elle augmente à la fois sa résistance et son allongement de rupture et elle le fait d'une façon d'autant plus marquée que le refroidissement a été plus intense.

La Société d'Encouragement, sur la proposition de son Comité des arts chimiques, décerne à M. Hadfield une médaille d'or pour la découverte qu'il a faite d'un nouvel alliage de fer et de manganèse jouissant de propriétés et ne se rapprochant d'aucun des métaux fabriqués jusqu'ici par l'industrie.

12. Carte murale des chemins de fer de l'Europe, par MM. ISIDORE LEROY ET FILS, fabricants de papiers peints, 11, rue Château-Landon, à Paris.

MM. Isidore Leroy et fils ont présenté à la Société une carte des chemins de fer de l'Europe remarquable par ses dimensions et par le procédé employé

(1) Rapport de M. Brüll. *Bulletin* de juin 1889, p. 289.
(2) Rapport de M. Le Châtelier. *Bulletin* de janvier 1890, p. 22.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour l'exécuter. L'atelier d'où est sorti ce spécimen de leur fabrication est aussi remarquable par son agencement, par la manière dont il est dirigé et par tous les perfectionnements qui ont été successivement apportés par M. Isidore Leroy depuis 1854. Pour ces motifs et à tous ces titres, le Comité du commerce accorde à MM. Isidore Leroy et ses fils une médaille d'or.

13. Ensemble des travaux de M. LORILLEUX, manufacturier à Puteaux.

M. Lorilleux est bien connu pour les produits et les encres d'imprimerie qu'il fabrique et qui ont fait en 1879 l'objet d'un rapport à la Société. Après avoir réussi à substituer ses produits aux produits étrangers, il n'a cessé de poursuivre les perfectionnements et d'accroître sa production. Récemment il a présenté le *Traité de Lithographie* qu'il a fait paraître au moment de l'Exposition universelle et dans lequel il a retracé l'histoire d'une de nos industries graphiques les plus intéressantes (1).

La Société, appréciant l'utilité de cet ouvrage ainsi que l'importance des perfectionnements apportés à la fabrication des encres d'imprimerie, décerne à M. Lorilleux une médaille d'or.

14. Jaugeage des fluides, par M. PARENTY, ingénieur des tabacs.

Les travaux que M. H. Parenty, ingénieur des tabacs, poursuit depuis plusieurs années, méritent à divers titres les encouragements de la Société. Ils constituent une œuvre sérieuse et importante, ils ont conduit déjà à la construction d'une grande variété d'appareils dont plusieurs ont subi avec succès l'épreuve de la pratique (2).

Le but poursuivi par M. Parenty est la régulation, la lecture et l'enregistrement des pressions et des débits de tous les fluides pesants distribués par une canalisation.

Parmi les instruments qu'il a combinés nous rappellerons :

Le réservoir à niveau constant;

Le robinet à manomètre à écoulement réglé;

Les régulateur et partiteur d'irrigation;

Le jaugeur de cours d'eau;

Le compteur d'eau;

Les régulateur et compteur à gaz.

Il a présenté aussi une solution intéressante d'une question fort délicate et encore neuve : le jaugeage de la vapeur débitée par un conduit.

(1) Rapport de M. Plon. *Bulletin* de mai 1890, p. 281.
(2) Rapport de M. Brüll. *Bulletin* de mars 1890, p. 116.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cet ingénieur instruit et chercheur a su faire jaillir d'une idée très simple et fertile des conséquences utiles; il l'a appliquée, souvent avec bonheur, à un grand nombre de problèmes importants et difficiles.

La Société d'Encouragement accorde à M. Parenty une médaille d'or.

15. Instruments de physique, par M. Ph. Pellin, constructeur, 21, rue de l'Odéon, à Paris.

M. Ph. Pellin a présenté à la Société divers instruments récemment construits par lui, et parmi lesquels on peut citer les suivants (1) :

Un appareil inexplosible pour la fabrication de l'oxygène dans les laboratoires;

Un appareil à perle de magnésie pour l'éclairage microscopique;

Un réfractomètre à lentille creuse système Piltschikoff;

Un réfractomètre à double prisme de A. Dupré;

Un spectroscope binoculaire;

Le Comité des arts économiques a examiné avec beaucoup de soin tous ces appareils et a pu apprécier l'habileté et la précision qui ont été apportées à leur construction.

M. Ph. Pellin, ingénieur de l'École Centrale, associé puis successeur de Jules Duboscq, a su maintenir la réputation de la maison au niveau élevé où l'avait porté son habile et regretté prédécesseur, dont il a su également conserver les traditions d'urbanité.

La Société a suivi avec attention les progrès accomplis par M. Pellin dans l'ensemble de sa fabrication; elle tient à prouver à cet intelligent artiste qu'elle a en haute estime l'aide qu'il prête aux savants dont il est l'auxiliaire utile et souvent le collaborateur dévoué, et elle lui donne une haute marque de satisfaction en lui décernant une médaille d'or.

16. Améliorations apportées à la culture des abeilles, par M. Reverchon, à la Bauche (Savoie).

Les améliorations apportées à la ruche par M. Reverchon et les avantages réels qu'elle offre tant pour la commodité et la sécurité des apiculteurs que pour le produit maximum du travail des abeilles qu'elle assure, ont paru dignes des encouragements de la Société (2).

En conséquence, le Comité d'agriculture accorde une médaille d'or à M. Reverchon.

(1) Rapports de M. Prunier. *Bulletin* d'octobre et de novembre 1888, p. 555 et 617.
(2) Rapport de M. Chatin. *Bulletin* de mai 1890, p. 297.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

17. Cours de dessin et méthode d'enseignement de MM. ROBERT frères, 8, rue Saint-Claude, Paris.

Le Comité des constructions et des Beaux-Arts demande pour MM. Robert frères, sculpteurs et professeurs de dessin à l'école de dessin des fabricants de bronze, une médaille d'or pour leur excellente méthode mise à la portée des élèves appliquée à l'étude comparée des différents styles d'ornement et d'architecture et pour les excellents résultats qu'ils ont obtenus dans leur école (1).

18. Ensemble des travaux de M. VIALA, professeur de viticulture, à Montpellier

M. Viala, ancien professeur de viticulture à Montpellier, maintenant professeur à l'Institut agronomique, a été chargé en 1886 par le gouvernement d'une mission en Amérique, pour rechercher les plants résistant au phylloxera et s'adaptant au sol calcaire de notre climat.

Cette question des plus délicates est de la plus haute importance pour la reconstitution d'un grand nombre de nos vignobles détruits par le phylloxera, et principalement dans les vins fins qui se trouvent généralement en sols calcaires.

Dans l'ouvrage de M. Viala publié à la suite de son voyage : « Une mission en Amérique », il ne traite pas seulement la question d'adaptation au sol, mais nous renseigne d'une façon très complète sur l'ampéliographie et l'aire géographique de chaque cépage étudié par lui dans le Nouveau Monde; une carte géologique à la main, il nous indique toutes les conditions possibles sur l'exposition, les températures extrêmes, la nature des terrains où ces cépages poussent le plus rigoureusement.

Grâce à ce remarquable travail fait avec autant de science que de méthode, on a pu essayer en France et avec les plus grandes chances de succès les cépages que M. Viala nous a indiqués; presque toutes les tentatives ont réussi et nous avons lieu d'espérer que le succès se continuera : il a donc fait faire un pas en avant à la question si difficile, mais si importante pour notre pays, de la reconstitution des vignobles.

M. Viala a publié en outre sur la viticulture plusieurs ouvrages qui rendent les plus grands services, sans compter ses nombreux travaux scientifiques.

(1) Rapport de M. Armand-Dumaresq. *Bulletin* d'avril 1890, p. 193.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MÉDAILLE DE PLATINE

1. Machines à chiner, par MM. MAHON frères, à Roubaix.

Depuis 1867, chaque Exposition universelle, à Paris, fournit l'occasion à MM. Mahon frères de faire connaître un nouveau progrès dans l'outillage dont ils se sont fait une spécialité. Ces perfectionnements successifs ont permis à l'industrie du tissage d'accroître la variété des effets produits par le *chinage* des fils et simultanément de diminuer les prix de revient (1).

La médaille de platine attribuée à MM. Mahon frères est la juste récompense des résultats obtenus.

MÉDAILLES D'ARGENT

1. Fouleuse à mouvement alternatif, par MM. BARETTE frères, à Romilly-sur-Andelle (Eure).

MM. Barette frères ont apporté à la construction des machines à fouler les lainages une modification qui permet d'éviter de graves défauts dans l'apprêt de ces étoffes (2). L'ingéniosité des moyens adoptés et les bons résultats obtenus justifient la médaille d'argent décernée collectivement à MM. Pierre et Amédée Barette.

2. Éclairage intensif au pétrole, par M. BESNARD, 28, rue Geoffroy-Lasnier, à Paris.

Les lampes-phares de M. Besnard sont propres à l'éclairage des vastes salles de réunions et des voies publiques, elles donnent une vive lumière et ne répandent aucune odeur. Considérant que les efforts ingénieux et persévérants de ce constructeur ont amené des résultats sérieux et utiles, le Comité des arts économiques décerne à M. Besnard une médaille d'argent.

3. Pulvérisateur pour le traitement de la vigne, par M. BOURDIL.

M. Bourdil a présenté un nouveau pulvérisateur qui a une force de projection très grande et qui est d'une très grande simplicité : il permet par

(1) Rapport de M. Ed. Simon. *Bulletin* de mars 1890, p. 131.
(2) Rapport de M. Ed. Simon. *Bulletin* de septembre 1889, p. 465.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

conséquent de traiter les vignes plus rapidement qu'avec les appareils ordinaires (1). La nouveauté de l'idée d'après laquelle est construit ce pulvérisateur, la puissance de son effet et la facilité avec laquelle il permet l'emploi de bouillies fort épaisses ont paru dignes d'intérêt au Comité d'agriculture qui accorde à M. Bourdil une médaille d'argent.

4. Enveloppe calorifuge en liège, par M. J. BOURDON, 39, rue de Paradis, à Paris.

M. J. Bourdon est l'inventeur d'un nouveau système de calorifuge en liège pour tuyaux de conduite de vapeur. Il consiste à débiter le liège en bandes, à les coller sur de la toile caoutchoutée et à les enrouler en hélice autour des tuyaux de conduite. Une seconde bande en toile caoutchoutée recouvre les joints.

Les expériences ont démontré pratiquement qu'avec une enveloppe de ce système, l'économie de combustible est assez considérable pour qu'on puisse, en quelques mois, amortir les frais d'acquisition et de pose du calorifuge en liège.

La Société d'Encouragement décerne pour cette invention une médaille d'argent à M. J. Bourdon.

5. Interrupteur automatique appliqué aux transmissions électro-motrices, par MM. CHAIZE frères, à Saint-Étienne (Loire).

MM. Chaize frères, désireux d'aider au maintien de l'organisation familiale du tissage à Saint-Étienne, ont trouvé d'ingénieuses combinaisons pour appliquer économiquement la force motrice électrique dans les petits ateliers (2).

Ces solutions, contrôlées par de longues expériences pratiques, méritent l'appui de la Société d'Encouragement qui, pour la seconde fois, inscrit MM. Chaize frères au nombre de ses lauréats (3).

6. Appareil de distribution de vapeur, par M. CHARBONNAUD, 18, rue du Grand-Gord, à Ivry-sur-Seine.

M. Charbonnaud a présenté à la Société un système de distribution de vapeur qu'il a inventé; l'obturateur est en forme de robinet à clef oscillantte; l'appareil est intéressant par l'ingéniosité de la disposition et des détails de

(1) Rapport de M. Prillieux. *Bulletin* de décembre 1889, p. 747.
(2) Rapport de M. Lecœuvre. *Bulletin* de mai 1890, p. 285.
(3) Rapport de M. Ed. Simon, *Bulletin* de janvier 1890, p. 19.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

construction (1). La Société, sur la proposition du Comité des arts mécaniques, décerne à M. Charbonnaud une médaille d'argent pour son système de distribution de vapeur.

7. Condenseur à eau régénérée, par M. GRANGÉ, ingénieur, 30, rue de la Quintinie, à Paris.

M. Grangé est l'inventeur d'un système de condensation de vapeur, permettant de réduire dans une forte mesure la quantité d'eau à consommer pour faire marcher les machines à condensation (2). L'appareil se distingue des autres systèmes similaires par un agencement fort ingénieux du condenseur et des pompes qui le desservent. Sur la proposition du Comité des arts mécaniques, la Société décerne à M. Grangé une médaille d'argent pour son condenseur à eau régénérée.

8. Appareils destinés au tirage de la bière, par MM. GUÉRET frères, constructeurs, 72, boulevard de la Gare, à Paris.

MM. Guéret ont inventé un dispositif ingénieux pour l'application de l'acide carbonique au tirage de la bière qui remédie aux inconvénients et à l'imperfection des pompes à bière. Cet appareil ne présente aucun danger et peut rendre des services utiles ; il peut aussi, au moyen de dispositifs additionnels, se prêter à la mise en bouteille de la bière ou être appliqué au filtrage des vins.

Pour ces raisons, le Comité des arts économiques, reconnaissant tout l'intérêt qui s'attache à ces appareils, propose pour MM. Guéret frères une médaille d'argent.

9. Table chromatique des couleurs, par M. HUPÉ, artiste tapissier, à la Manufacture des Gobelins.

La table chromatique imaginée par M. Hupé est remarquable en ce qu'elle donne la solution d'un problème scientifique longtemps cherchée et qu'elle fournit à l'industrie un guide précieux et sûr dans ces résultats. C'est à ce titre que le Comité des constructions et des beaux-arts a demandé pour M. Hupé une médaille d'argent.

10. Recueille-poussières, par M. JOUANNY.

M. Jouanny, fabricant de papiers peints, est l'inventeur d'un appareil pour recueillir les poussières de toute espèce (3) qui se produisent dans beau-

(1) Rapport de M. Hirsch. *Bulletin* de mars 1890, p. 113.
(2) Rapport de M. Hirsch. *Bulletin* de juin 1890, p. 353.
(3) Rapport de M. Biver. *Bulletin* de mai 1889, p. 256.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

coup d'ateliers, et qui sont une des plus fréquentes causes d'insalubrité.

La Société d'Encouragement, appréciant la nouveauté de la disposition, qui paraît susceptible d'utiles applications, décerne à M. Jouanny une médaille d'argent.

11. Tableau mécanique, par M. L'ABBÉ LÉRIS, à Saint-Pierre-de-Milhac (Tarn-et-Garonne).

M. l'abbé Léris, aujourd'hui curé de Saint-Pierre-de-Milhac (Tarn-et-Garonne), est l'auteur d'un *Tableau mécanique*, qui a figuré à l'Exposition universelle du Champ-de-Mars.

L'auteur y a travaillé au moins dix ans, fabricant lui-même les pièces nécessaires, parfois les outils dont il a dû se servir. Le résultat obtenu présente d'heureuses combinaisons cinématiques et semble très supérieur aux tableaux analogues qui proviennent de la Suisse et de la Forêt Noire (1).

La Société d'Encouragement a voulu reconnaître le mérite de l'œuvre en accordant à l'auteur une médaille d'argent.

12. Treuil différentiel, par M. MAGNA.

M. Magna a présenté à la Société d'Encouragement une presse susceptible de nombreuses applications et basée sur le principe bien connu du treuil différentiel. Cet appareil a été l'objet d'un rapport favorable et le Comité des arts mécaniques propose de décerner à M. Magna une médaille d'argent.

13. Filtre pour eaux potables, par M. MAIGNEN (2), avenue de l'Opéra, à Paris.

Le filtre Maignen est une application heureuse de données antérieurement connues ; il paraît destiné à rendre principalement des services pour les usages domestiques où il offre de nombreux avantages pour les habitations isolées et les campagnes. Il fonctionne sans pression et présente sous un petit volume une surface filtrante considérable.

Pour ces raisons, le Conseil accorde à M. Maignen une médaille d'argent.

14. Machine étireuse-broyeuse-échardonneuse, par M. Fulgence MÉRELLE, à Roubaix.

La machine brevetée par M. Mérelle pour l'échardonnage des laines constitue un progrès notable sur les moyens antérieurs (3). La Société d'En-

(1) Rapport de M. de Comberousse. *Bulletin* de février 1890.
(2) Rapport de M. A. Tresca. *Bulletin* de juin 1889, p. 301.
(3) Rapport de M. Ed. Simon. *Bulletin* de février 1890, p. 68.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

couragement le reconnaît en décernant à l'inventeur une de ses médailles d'argent.

15. Ouvrages sur la typographie, par M. MONET, directeur de l'imprimerie d'Issy.

M. Monet est l'auteur de plusieurs ouvrages intéressant la typographie : il a présenté autrefois le *Manuel du conducteur des machines typographiques*, qui a fait l'objet d'un rapport à la Société ; dans un ouvrage récent, il traite des *Procédés de reproductions graphiques appliqués à l'imprimerie*, qui présente un réel intérêt pratique et qui est appelé à rendre d'incontestables services (1).

Le Conseil accorde à M. Monet une médaille d'argent.

16. Machines à dévider, peser et faire les pelotes, par M. L. MOUCHÈRE, à Angoulême.

L'électricité, longtemps négligée par la filature et le tissage, a trouvé en M. Mouchère un adepte fervent. Ce constructeur a su, dans d'élégantes machines à dévider, à peser et à façonner les pelotes, tirer un excellent parti de l'agent électrique pour donner à la pesée des fils une précision inconnue jusqu'alors (2). La solution intéresse également la moralité commerciale et l'économie industrielle : aussi le Conseil de la Société d'Encouragement n'a-t-il pas hésité à décerner la médaille d'argent à M. Mouchère.

17. Collaboration aux travaux de M. Ph. Pellin, M. E. NOGUÉ, à Paris.

M. Émile Nogué, attaché à la maison Duboscq depuis de très longues années, est bien connu de la Société d'Encouragement ; c'est un praticien habile qui sait prêter à ses chefs un concours aussi actif qu'intelligent lorsqu'il s'agit de faire des démonstrations expérimentales, publiques, des projections, etc.

La Société d'Encouragement, appréciant ces qualités et désirant récompenser le dévouement dont a fait preuve M. Nogué, lui décerne une médaille d'argent à titre de collaborateur de la maison J. Duboscq-Pellin.

18. Poêle à gaz, par M. POTAIN, constructeur à Paris.

Le poêle à gaz présenté par M. Potain (3) se distingue surtout des appareils similaires en ce que les gaz de la combustion sont renvoyés à l'extérieur. Il

(1) Rapport de M. Plon. *Bulletin* d'avril 1889, p. 229.
(2) Rapport de M. Ed. Simon. *Balletin* de février 1890, p. 72.
(3) Rapport de M. Prunier. *Bulletin* de juillet 1889, p. 390.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est commode et salubre et constitue un progrès réel au point de vue hygiénique dans la question du chauffage des appartements; aussi la Société accorde à M. Potain une médaille d'argent.

19. Débrayeurs électriques, par M. RADIGUET, 20, rue du Tage, à Paris.

Les appareils à débrayage électrique, primitivement brevetés par MM. Radiguet et Lecène, valurent à ces inventeurs, en 1870, une médaille de bronze de la Société d'Encouragement.

Depuis lors M. Radiguet, resté seul en possession des brevets antérieurs, n'a cessé de perfectionner et de compléter les premiers appareils spécialement construits pour métiers à tricot (1). L'industrie de la bonneterie a trouvé en M. Radiguet un collaborateur fort utile, dont notre Société tient à consacrer le succès en lui décernant une médaille d'argent.

20. Enveloppe calorifuge en liège, par la SOCIÉTÉ DES LIÈGES APPLIQUÉS A L'INDUSTRIE, 13, rue du Delta, à Paris.

La Société des lièges appliqués à l'industrie a inventé un nouveau système de calorifuge pour tuyaux de conduite de vapeur (2). Il consiste en une série de douves étroites en liège qu'on maintient autour des tuyaux de vapeur à l'aide de fil de fer galvanisé.

Les expériences ont démontré pratiquement qu'avec une enveloppe de ce système l'économie de combustible est assez considérable pour qu'on puisse amortir en quelques mois les frais d'acquisition et de pose du calorifuge en liège.

La Société d'Encouragement décerne, pour cette invention, une médaille d'argent à la Société des lièges appliqués à l'industrie.

21. Contrôleur de rondes, par MM. TRENTA FRÈRES, constructeurs, 6, quai Claude-Bernard, à Lyon.

MM. Trenta ont inventé un contrôleur à rondes qui, s'il n'offre pas la simplicité des appareils employés jusqu'à ce jour, est un progrès en ce qu'il offre toutes les garanties désirables, quoiqu'il ne s'applique qu'à des conditions spéciales à cause de son prix élevé (3). Le contrôle se fait au moyen de cartes délivrées par l'appareil à un moment donné; elles sont gravées à chaque poste par le surveillant au moyen d'un timbre sec, puis reportées à

(1) Rapport de M. E. Simon. *Bulletin* de mai 1889, p. 253.
(2) Rapport de M. Lecœuvre. *Bulletin* de mai 1890, p. 285.
(3) Rapport de M. Redier. *Bulletin* d'octobre 1889, p. 581.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'appareil qui enregistre l'heure de rentrée. Toutes ces fonctions compliquées ont été édifiées d'une façon simple et solide, et, au point de vue de l'exécution, le travail est très remarquable.

Aussi le Comité des arts mécaniques décerne-t-il à MM. Trenta une médaille d'argent.

MÉDAILLES DE BRONZE

1. Appareil cryptographique, par Mesdemoiselles BILLAUDEL.

Les demoiselles Billaudel ont présenté à la Société d'Encouragement un appareil cryptographique disposé sous la forme d'une boîte garnie de réglettes qui permet de faciliter l'écriture et la lecture d'une correspondance chiffrée, tout en donnant de sérieuses garanties pour la conservation du secret (1).

La Société accorde à cet appareil ingénieux une médaille de bronze.

2. Extracteur de cartouches, par M. DÉCHANDON, armurier à Saint-Étienne (Loire).

M. Déchandon, armurier, a présenté un extracteur ou *éjecteur* automatique de cartouches, destiné aux fusils de chasse, à canons basculants et à percussion centrale (2).

Ce système, qui agit à volonté sur une seule ou sur les deux cartouches, peut s'appliquer à tous les fusils existants de différents modèles, à canons basculants et à percussion centrale.

D'après l'avis de chasseurs expérimentés, les avantages de cet extracteur sont très réels et méritent d'être signalés au public.

En conséquence, le Comité des arts mécaniques propose de décerner à M. Déchandon une médaille de bronze.

3. Four à chaleur concentrée, par M. MÉTENIER, à Moulins (Allier).

Par des modifications simples et peu coûteuses apportées à un grand nombre de fours employés pour la cuisson de la porcelaine et des grès cérames, M. Métenier, céramiste à Moulins (Allier), a contribué à améliorer la fabrication de ces produits au point de vue de la qualité et du prix (3) : le Comité des constructions et des beaux-arts demande pour M. Métenier une médaille de bronze.

(1) Rapport de M. Sebert. *Bulletin* de juillet 1889, p. 394.
(2) Rapport de M. Pierre. *Bulletin* de juin 1889, p. 298.
(3) Rapport de M. Appert. *Bulletin* de mars 1890, p. 136.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

4. Vide-tourie, par M. SERRIN.

Le vide-tourie de M. Serrin constitue un appareil très pratique et peu dispendieux qui permet à un homme seul de manœuvrer de grandes quantités d'un liquide quelconque (1). Aussi le Comité des arts économiques propose d'accorder à M. Serrin une médaille de bronze.

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 et de marque de l'intérêt avec lequel elles ont été accueillies.

Ces médailles sont remises à :

MM. FOUQUÉ, membre de l'Institut, séance du 8 mars 1889. — Communication du bleu égyptien.

CORNU, membre de l'Institut, séance du 14 juin 1889. — Communication sur la synchronisation des horloges.

MAILLARD, inspecteur général des mines, séance du 28 juin 1889. — Communication sur l'emploi des explosifs dans les mines à grisou.

BECHMANN, ingénieur en chef des ponts et chaussées, séance du 10 mai 1889. — Communication sur les fontaines lumineuses.

WEYHER, directeur de la Société centrale de constructions mécaniques, séance du 22 février 1889. — Expériences sur les tourbillons.

GUSTAVE RICHARD directeur de la Société des constructions mécaniques spéciales, séance du 13 décembre 1889. — Communication sur les chaudières Fox.

JANET, ingénieur des mines, séance du 23 mai 1890. — Communication sur la fermeture des lampes de sûreté pour les mines.

(1) Rapport de M. Prunier. *Bulletin* de juillet 1890, p. 392.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

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	Mme ANCELIN, née Duquesne (Victorine-Louise.	45	Délisseuse à la *Société des papeteries du Marais et Sainte-Marie* (au Marais).
2	Mme veuve APPERT.	39	Contremaîtresse à la *manufacture de stéarinerie française*, à Saint-Denis.
3	Mme BALU, née Discazeau (Félicie Pauline).	44	Décalqueuse chez M. *Boulenger*, fabricant de faïence, à Choisy-le-Roi.
4	BALU (Pierre-Louis-Frédéric. .	43	Chauffeur chez M. *Boulenger*, fabricant de faïence, à Choisy-le-Roi.
5	BAURET (Sébastien).	39	Chef d'atelier chez M. *Boulenger*, fabricant de faïence, à Choisy-le-Roi.
6	BEURTON (Joseph).	42	Contremaître chez M. *Petitpont*, manufacturier, à Choisy-le-Roi.
7	BLANCHOT (Pierre).	44	Monteur chez M. *Balsan*, manufacturier, à Châteauroux.
8	BONTEMPS (François).	35	Ouvrier chez M. *Maës*, teinturier, à Clichy-la-Garenne.
9	BOUSSARD (Louis)	43	Mineur à la *Société des houillères et du chemin de fer d'Épinac*.
10	BREZILLON (Jean-François) . . .	50	Charron à la *Compagnie générale des Omnibus*, à Paris.
11	BROQUELET (Alfred).	36	Contremaître chez M. *Paillart*, typographe, à Abbeville.
12	BRUNIN (Cyprien).	55	Ouvrier emballeur chez MM. *Vandenberghe* et *Deledicque*, emballeurs, à Roubaix.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nos d'ordre.	NOMS ET PRÉNOMS.	ANNÉES DE SERVICE.	ÉTABLISSEMENTS AUXQUELS ILS APPARTIENNENT.
	MM.		
13	Chardin (Alexandre).	57	Contremaître chez M. *Gay*, entrepreneur de menuiserie, à Paris.
14	Cointereau (Jean-Louis). . . .	37	Planeur chez M. *Bridault*, planeur en métaux, à Paris.
15	Collet (Florent-Auguste). . . .	32	Ouvrier chez MM. *Guyard* et *Canary*, fabricants d'instruments de précision, à Paris.
16	Colmé (Félix)	43	Contremaître chez M. *Berendorf*, manufacturier, à Paris.
17	Costille (Jean-Baptiste). . . .	33	Chef de l'atelier de brochage, chez MM. *E. Plon, Nourit* et *Cie*, imprimeurs-éditeurs, à Paris.
18	Denizot (Charles).	45	Ouvrier cordonnier chez MM. *Rousset*, manufacturiers, à Blois.
19	Enout (Alexandre).	34	Chef monteur aux ateliers de la *Cie du chemin de fer d'Orléans*, à Orléans.
20	Étienne (Pierre).	39	Contremaître à la *Compagnie des forges* de Châtillon et Commentry.
21	Fagan (Émile).	40	Contremaître à l'*Établissement Malétra*, à Petit-Quevilly.
22	Féra (Calixte-Jean-Baptiste). . .	49	Emballeur chez M. *Boulenger*, fabricant de faïence, à Choisy-le-Roi.
23	Fontaine (Jean-Baptiste). . . .	38	Raboteur aux ateliers d'Oullins, *Compagnie des chemins de fer de Paris-Lyon-Méditerranée*.
24	Fontenay (Jules).	46	Chef magasinier chez M. *Boulenger*, fabricant de faïence, à Choisy-le-Roi.
25	Fremuller (Jean).	33	Chef d'atelier chez MM. *Gabelle* et fils, constructeurs, à Marseille.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nos d'ordre.	NOMS ET PRÉNOMS.	ANNÉES DE SERVICE.	ÉTABLISSEMENTS AUXQUELS ILS APPARTIENNENT.
	MM.		
26	Hennien (Alexandre-Antoine). .	36	Menuisier à la *Compagnie générale des Omnibus*, à Paris.
27	Hulot (Jean).	36	Ouvrier chocolatier chez MM. *Saintoin frères*, confiseurs, à Orléans.
28	Lafouge (Alexis).	44	Mineur à la *Société des houillères et du chemin de fer d'Épinac*.
29	Lamy (Pierre-Edme).	41	Ouvrier chez M. *Morane*, constructeur-mécanicien, à Paris.
30	Leroux (Joseph).	44	Contremaître à l'*Établissement Malétra*, à Petit-Quevilly.
31	Mme Marot née Dubru (Hortense-Françoise).	61	Papetière revoyeuse à la *Société des papeteries du Marais et Sainte-Marie*, au Marais.
32	Martin (Louis).	38	Chef d'équipe monteur aux ateliers de la *Compagnie des chemins de fer de l'Est*, à Épernay.
33	Morel (Louis).	37	Ouvrier à la *Société générale des Téléphones*, à Bezons.
34	Moutier (Adolphe-Augustin) . .	34	Chef d'équipe à la *Compagnie des chemins de fer de l'Ouest*, à Rouen.
35	Passereau (Antoine-Achille). .	44	Chef emballeur chez M. *Boulenger*, fabricant de faïence, à Choisy-le-Roi.
36	Péchon (Vincent-Louis). . . .	46	Emballeur chez M. *Boulenger*, fabricant de faïence, à Choisy-le-Roi.
37	Peignaud (François).	40	Chef monteur chez MM. *Piet et Cie*, ingénieurs-constructeurs, à Paris.
38	Piejus (Lucien-Philippe). . . .	37	Ouvrier chez MM. *Guyard* et *Canary*, fabricants d'instruments de précision, à Paris.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nos d'ordre.	NOMS ET PRÉNOMS.	ANNÉES DE SERVICE.	ÉTABLISSEMENTS AUXQUELS ILS APPARTIENNENT.
	MM.		
39	Pierron (Jean).	51	Contremaître chez MM. *Petitpont*, manufacturier, à Choisy-le-Roi.
40	Poulleau (Jacques).	43	Mécanicien à la *Société des houillères et du chemin de fer d'Epinac*.
41	Mme Preud'homme (Aline). . . .	41	Ouvrière à la *Société générale des Téléphones*, à Bezons.
42	Putrouilleau (Armand).	36	Charron à la *Compagnie générale des Omnibus*, à Paris.
43	Quénard (Louis).	37	Ouvrier à la *Société générale des Téléphones*, à Bezons.
44	Ragot (Jean-Baptiste)	52	Fondeur à la *Compagnie des forges de Châtillon et Commentry*.
45	Rebuffé (Désiré-Amable). . . .	56	Ouvrier chez M. *Brinon*, manufacturier, à Pussay.
46	Remy (Prosper)	50	Ajusteur à la *Société des papeteries du Marais et Sainte-Marie*, au Marais.
47	Rouillon (Louis).	31	Mécanicien chez MM. *Janvier* père et fils, manufacturiers, au Mans.
48	Salmon (Louis-Alexandre). . .	56	Conducteur de machines à vapeur, à la *Société des papeteries du Marais et Sainte-Marie*, au Marais.
49	Schiltz (Antoine).	38	Riveur à la *Société Chameroy*, à Paris.
50	Sertin (Hippolyte-François). .	46	Contremaître à la *Société des anciens établissements Cail*, à Paris.
51	Stépé (Michel)	44	Ouvrier chez M. *Paris*, manufacturier, au Bourget.
52	Mme Sysoir, née Delathe (Célina).	38	Modeleur à la *Société des anciens établissements Cail*, à Paris.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nos d'ordre.	NOMS ET PRÉNOMS.	ANNÉES DE SERVICE.	ÉTABLISSEMENTS AUXQUELS ILS APPARTIENNENT.
	MM.		
53	Sulfourt (Baptiste-Jules). . . .	28	Contremaîtresse chez MM. *Poure O'Kelly et Cie*, manufacturiers, à Boulogne-sur-Mer.
54	Toubin (François-Honoré) . . .	35	Métayer à Dournon.
55	Tourneau (François).	52	Employé au bobinage des fils à la câblerie, *Compagnie des forges de Châtillon et Commentry*.
56	Touzé (Eugène-Amédée). . . .	50	Serrurier chez M. *Fichet*, fabricant de coffres-forts, à Paris.
57	Troussel (Eugène)	39	Comptable chez MM. *Poure O'Kelly et Cie*, manufacturiers, à Boulogne-sur-Mer.
58	Voirel (Antoine)	63	Chef d'atelier au Muséum d'histoire naturelle, à Paris.

Les Secrétaires de la Société,

Ed. COLLIGNON. Aimé GIRARD.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MÉDAILLES

DÉCERNÉES AUX CONTREMAÎTRES ET OUVRIERS DES ÉTABLISSEMENTS MANUFACTURIERS ET AGRICOLES.

(Voir le tableau II.)

1. Mme Ancelin, née Duquesne (Victorine-Louise).

Mme Ancelin, née à Boissy-le-Châtel (Seine-et-Marne), le 10 décembre 1832, est entrée à l'usine de Sainte-Marie au Marais le 20 juin 1845, comme apprentie chiffonnière; elle est encore aujourd'hui délisseuse dans la même usine. Mme Ancelin a quarante-cinq ans de service et a constamment donné l'exemple de la régularité dans sa conduite et son travail; elle a formé de nombreuses apprenties.

2. Mme Vve Appert.

Mme Appert est entrée à titre d'apprentie en 1871 aux usines de la stéarinerie française, à Saint-Denis où elle a successivement occupé divers emplois avant celui de contremaîtresse qui lui a été confié à l'âge de seize ans. Ses chefs n'ont jamais eu qu'à se louer de sa conduite, de son travail et de son activité pendant trente-neuf ans : c'est une des ouvrières les plus méritantes des usines.

3. Mme Balu, née Discazeau (Félicie-Pauline).

Mme Balu, née à Montereau le 10 juin 1830, est entrée à la faïencerie de Choisy-le-Roi en 1844, où elle est employée actuellement comme décalqueuse. En tenant compte d'une interruption de vingt-deux mois, elle compte quarante-quatre années de service dans le même établissement, où elle s'est toujours fait remarquer par son travail et sa conduite, suivant en cela l'exemple de son père qui a travaillé dans la même usine pendant quarante ans. Elle est titulaire de la médaille d'honneur accordée par l'État en vertu du décret du 16 juillet 1886.

4. M. Balu (Pierre-Louis-Frédéric).

M. Balu, né à Choisy-le-Roi (Seine), le 25 janvier 1829, est entré en 1845 à la faïencerie de M. Boulenger où il est employé comme chauffeur. Malgré vingt-deux mois d'interruption dans cette usine, il compte quarante-trois ans de bons services. Il est titulaire d'une médaille de bronze de la Société française de Tempérance et de la médaille d'honneur accordée par l'État en vertu du décret du 16 juillet 1886.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

5. M. Bauret (Sébastien).

M. Bauret est né à Vandervanger (Prusse Rhénane), de parents français, le 5 avril 1824. Il est entré à la faïencerie de Choisy-le-Roi le 8 mai 1851, et occupe aujourd'hui l'emploi de chef d'atelier faïencier : il compte donc trente-neuf ans d'excellents services.

Pendant l'invasion de 1870-71, il a rendu de grands services à la ville d'Essonnes, ainsi qu'en témoigne un certificat délivré par le maire de cette ville. Il est titulaire d'une médaille de bronze de la Société française de Tempérance, d'une médaille de la Société de protection des apprentis et de la médaille d'honneur accordée par l'État en vertu du décret du 16 juillet 1886.

6. M. Beurton (Joseph).

M. Beurton, né en 1825, est entré à la fabrique de maroquinerie de Choisy-le-Roi, appartenant aujourd'hui à MM. Petit-Pont et Cie. Il occupe actuellement l'emploi de contremaître, se faisant toujours remarquer par sa conduite et son intelligence dans son travail. Il compte quarante-trois ans de service dans le même établissement.

7. M. Blanchot (Pierre).

M. Blanchot, né en 1817, est monteur au tissage à la manufacture de draps de M. Balsan à Châteauroux. Il a toujours été d'une conduite exemplaire, et il compte quarante-quatre ans de bons services.

8. M. Bontemps (François).

M. Bontemps, né à Saint-Martin-Laplace (Maine-et-Loire) en 1820, est entré en 1854 dans l'établissement des teintures de M. A. Rouquès ayant aujourd'hui pour raison sociale : Les fils de Guillaumet et G. Maës.

M. Bontemps, depuis trente-quatre ans, remplit ses fonctions avec zèle et ponctualité; c'est un employé fidèle, dévoué et intelligent, aussi apprécié de ses chefs que de ses camarades.

9. M. Boussard (Louis).

M. Boussard, âgé de cinquante-neuf ans, est mineur à la Société des houillères d'Épinac. Entré dans cette mine en 1847, il compte quarante-trois ans de service; il a toujours donné satisfaction à ses chefs par son travail et sa conduite.

10. M. Brezillon (Jean-François).

M. Brezillon, âgé de soixante-cinq ans, est employé comme charron à la Com

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pagnie des omnibus, à Paris. Il compte trente-six ans de bons services; c'est un employé très méritant.

11. M. Broquelet (Alfred).

M. Broquelet est entré à l'âge de dix ans, en 1840, comme apprenti dans l'atelier de typographie de M. Paillart à Abbeville. Il compte aujourd'hui cinquante ans de services exceptionnels dans cette maison où il est employé actuellement comme contremaître.

12. M. Brunin (Cyprien).

M. Brunin, âgé de soixante-douze ans, est entré dans la maison Fiévet, actuellement Vandenberghe et Deledicque, à Roubaix, le 25 novembre 1834. Depuis cinquante-cinq ans, il n'a cessé de se faire remarquer par sa bonne conduite, son assiduité au travail et son dévouement à ses maîtres.

13. M. Chardin (Alexandre).

M. Chardin, né le 18 mai 1819, à Paris, est entré comme apprenti menuisier, chez un des prédécesseurs de M. Gay, entrepreneur de menuiserie à Paris, le 1er avril 1833. Il compte donc actuellement cinquante-sept ans de services non interrompus dans la même maison où il est employé en qualité de contremaître. Par son honnêteté, sa droiture et son intelligence, il s'est concilié l'estime de ses patrons et des ouvriers. Il a obtenu, en 1884, sa première médaille décernée par la Chambre syndicale de la menuiserie et, en 1888, la médaille d'argent du mérite industriel.

14. M. Cointereau (Jean-Louis).

M. Cointereau, né au Mans le 28 novembre 1831, est entré en novembre 1852, chez M. H. Godard, planeur de métaux, prédécesseur de M. E. Bridault. Il est resté trente-sept ans dans cette maison, où il était, depuis dix ans, employé comme contremaître. Cet ouvrier travailleur a toujours donné une entière satisfaction à ses maîtres. M. Cointereau est actuellement décédé.

15. M. Collet (Florent-Auguste).

M. Collet est entré comme apprenti dans la maison Richer, actuellement Guyard et Canary, instruments de précision, en juin 1847. Depuis cette époque, il est resté dans cette maison sans autre interruption que celle occasionnée par son service militaire, donnant une entière satisfaction à ses chefs par son assiduité et son travail.

16. M. Colmé (Félix).

M. Colmé, né le 24 novembre 1839 à Paris, est entré comme ouvrier en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1857 dans la maison de construction Berendorf. Il a passé successivement par les fonctions de monteur, sous-chef et chef d'atelier qu'il occupe depuis 1879. Il compte trente-trois ans de services pendant lesquels il a toujours fait preuve de capacité, d'adresse et de zèle.

17. M. Costille (Jean-Baptiste).

M. Costille, né à Pennesières (Haute-Saône) le 2 juin 1828, est entré dans la maison Plon en 1857. Il occupe actuellement le poste de contremaître de l'atelier de brochage et compte trente-trois ans de bons services.

18. M. Denizot (Charles).

M. Denizot, âgé de soixante-huit ans, est entré chez MM. Rousset, manufacturiers à Blois où il est employé depuis trente ans comme ouvrier cordonnier; il compte de plus quinze ans de service militaire. Il s'est toujours montré employé capable, travailleur et dévoué.

19. M. Enout (Alexandre).

M. Enout est entré en 1855 à la compagnie du chemin de fer de Paris à Orléans, où il est aujourd'hui employé comme chef-monteur aux ateliers du matériel. C'est un ouvrier très dévoué, très tempérant, qui compte trente-quatre ans d'excellents services.

20. M. Étienne (Pierre).

M. Étienne, âgé de soixante-et-onze ans, est entré en 1851, comme ajusteur à l'usine de Saint-Jacques de Montluçon (Allier). Il est aujourd'hui contremaître de l'atelier d'entretien; il compte ainsi trente-neuf ans de bons services.

21. M. Fagan (Émile).

M. Fagan, âgé de cinquante-trois ans, est entré comme simple ouvrier en 1849, à l'usine de Petit-Quevilly, établissements Malétra. Par son travail, sa bonne conduite et son activité, il est devenu surveillant, et il remplit aujourd'hui le poste de contre-maître principal depuis dix ans. En 1856, il est parti pour faire son service militaire et a fait la campagne d'Italie. C'est un chef remarquable à tous les points de vue : par sa conduite, son intelligence et son activité; il compte quarante et un ans d'excellents services.

22. M. Féra (Calixte-Jean-Baptiste).

M. Féra, né le 11 novembre 1810 à Fontainebleau, est entré à la faïencerie

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de Choisy-le-Roi, en mai 1838, où il est aujourd'hui ouvrier emballeur. En déduisant trois ans d'interruption, il compte quarante-neuf ans de service dans le même établissement. Il est actuellement pensionnaire de la faïencerie. Il est titulaire d'un diplôme de la Société française de tempérance, ainsi que d'une médaille d'honneur accordée par l'État conformément au décret du 16 juillet 1886.

23. M. Fontaine (Jean-Baptiste).

M. Fontaine est entré dans les ateliers de MM. Parent et Schaken en mai 1852, à Oullins, et en 1861 est passé à la Compagnie des chemins de fer de Paris-Lyon-Méditerranée, lors de la reprise de cette usine. Employé comme raboteur, il s'est toujours fait remarquer pendant trente-huit ans par son exactitude, sa conduite exemplaire et sa parfaite honorabilité.

24. M. Fontenay (Jules).

M. Fontenay, né le 20 mai 1834 à Choisy-le-Roi (Seine), est entré à la faïencerie, le 20 mai 1844, où il est encore occupé aujourd'hui comme chef-magasinier de biscuit. Il compte quarante-six ans de services. Il est actuellement pensionnaire de la faïencerie et est titulaire de la médaille d'honneur accordée par l'État conformément au décret du 16 juillet 1886.

25. M. Fremüller (Jean).

M. Fremüller est entré dans les ateliers de construction B. Gabelle et fils, en qualité d'ouvrier ajusteur, le 10 février 1857. Il est passé contremaître, puis chef d'atelier, poste qu'il occupe aujourd'hui avec intelligence. Il compte ainsi trente-trois ans de bons et loyaux services dans le même établissement.

26. M. Hennien (Alexandre-Antoine).

M. Hennien, âgé de cinquante-sept ans, est employé en qualité de menuisier depuis 1854 à la Compagnie générale des Omnibus à Paris. Il compte trente-six ans de bons services.

27. M. Hulot (Jean).

M. Hulot est entré, le 19 septembre 1853, chez MM. Saintoin frères, à Orléans; ouvrier chocolatier, il compte trente-cinq ans de bons services.

28. M. Lafouge (Alexis).

M. Lafouge, âgé de soixante-deux ans, est ouvrier mineur, aux houillères

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'Épinac. Il a toujours donné satisfaction à ses chefs par son travail et sa conduite; il compte quarante-trois ans de service.

29. M. LAMY (Pierre-Edme).

M. Lamy est né à Paris, en 1822; il est entré dans la maison de constructions mécaniques Morane, le 1er mai 1849, en sortant du service militaire; depuis cette époque, il n'a pas cessé son travail, se montrant toujours laborieux, honnête et assidu. Il compte quarante et un ans de service.

30. M. LEROUX (Joseph).

M. Leroux, âgé de soixante-quatre ans, est occupé dans les usines des établissements Malétra, depuis 1845. Devenu contremaître, ses chefs n'ont eu qu'à se louer de son travail et de sa conduite pendant ses quarante-quatre années de service.

31. Mme Vve MAROT, née DUBRU (Hortense-Françoise).

Mme Marot, née à Jouy-sur-Morin (Seine-et-Marne) le 1er novembre 1817, est entrée comme apprentie à l'usine du Marais, le 1er août 1829, où elle travaille encore comme papetière-revoyeuse. Elle a constamment donné l'exemple de la régularité dans sa conduite et son travail, pendant soixante et un ans et a formé de nombreuses apprenties.

32. M. MARTIN (Louis).

M. Martin, né à Épernay le 11 avril 1832, employé à la Compagnie des chemins de fer de l'Est depuis le 17 février 1852, est actuellement chef d'équipe monteur au dépôt d'Épernay. Il compte trente-huit ans de service pendant lesquels il s'est toujours distingué par son zèle et son assiduité au travail; sa conduite et sa moralité sont exemptes de tout reproche.

33. M. MONTIER (Adolphe-Augustin).

M. Montier est entré à la Compagnie de l'Ouest, le 18 septembre 1855, en qualité de menuisier et est actuellement chef d'équipe du petit entretien à la gare de Rouen (R. D.). Pendant trente-cinq ans, il s'est constamment fait remarquer pour son exactitude, son zèle, son activité.

34. M. MOREL (Louis).

M. Morel, né à Bierre (Suisse) le 12 mars 1821, est entré le 8 septembre 1852,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

comme ouvrier, aux usines Rattier, où il travaille encore. Il compte ainsi trente-huit ans de bons et loyaux services.

35. M. Passereau (Antoine-Achille).

M. Passereau, né à Choisy-le-Roi (Seine) le 9 février 1834, est entré en avril 1846 à la faïencerie, où il est encore employé en qualité d'emballeur. Il compte quarante-quatre ans d'excellents services. Il est président de la Société de secours mutuels de la faïencerie; de plus, il est titulaire d'une médaille de bronze de la Société française de tempérance et de la médaille d'honneur accordée par l'État en vertu du décret du 16 juillet 1886.

36. M. Péchon (Vincent-Louis).

M. Péchon, né le 9 septembre 1835 à Villeneuve-le-Roi (Seine-et-Oise), est entré en 1844 à la faïencerie de Choisy-le-Roi, où il est actuellement employé comme emballeur. Il compte quarante-six ans d'excellents services dans cet établissement. Il est titulaire d'une médaille de bronze de la Société française de tempérance et de la médaille d'honneur accordée par l'État en vertu du décret du 16 juillet 1886.

37. M. Peignaud (François).

M. Peignaud, né le 13 août 1831 à Saint-Amand (Haute-Vienne), est entré dans les ateliers de construction de M. Bouillon en 1849, comme chef monteur. Il est resté dans la maison lors de la formation de la Société Piet et Cie jusqu'à ce jour; il compte quarante et un ans de bons services.

38. M. Piéjus (Louis-Philippe).

M. Piéjus est entré en juillet 1853, chez M. Richer, constructeur d'instruments de précision, aujourd'hui Guyard et Canary, où il est toujours resté sans interruption jusqu'à ce jour. Il compte trente-sept ans de bons services. Il a obtenu en 1889 une médaille d'honneur accordée par l'État en vertu du décret du 16 juillet 1886.

39. M. Pierron (Jean).

M. Pierron, né en 1823, est entré à la fabrique de maroquin de Choisy-le-Roi, ancienne usine Fauler, actuellement Petit-Pont et Cie, où il est actuellement en qualité de contremaître. Il compte cinquante et un ans d'excellents services.

40. M. Poulleau (Jacques).

M. Poulleau, âgé de cinquante-neuf ans, mécanicien aux houillères d'Épinac,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

compte quarante-trois ans de service pendant lesquels il a toujours donné satisfaction à ses chefs par son travail et sa conduite.

41. Mme Preud'homme (Aline).

Mme Preud'homme, né à Souppes (Seine-et-Marne) le 6 février 1836, est entrée aux usines Rattier, le 10 septembre 1848; elle est depuis quarante et un ans dans le même établissement, où elle a toujours donné l'exemple par son assiduité et son travail.

42. M. Putrouilleau (Armand).

M. Putrouilleau, âgé de soixante-trois ans, est employé en qualité de charron à la Compagnie générale des Omnibus à Paris, depuis trente-six ans; il s'est constamment fait remarquer par son travail et sa conduite.

43. M. Quénard (Louis).

M. Quénard, né le 31 octobre 1812 à Valançay (Indre), est entré aux usines Rattier, le 27 mars 1852. Il compte aujourd'hui trente-sept ans de bons services.

44. M. Ragot (Jean-Baptiste).

M. Ragot, né à Lignerolles (Côte-d'Or) le 24 février 1823, est entré comme fondeur en 1838 à l'usine de la Fonderie de Veuxhaulles (Côte-d'Or), où il est encore employé. Il compte cinquante-deux ans d'excellents services.

45. M. Rebuffé (Désiré-Amable).

M. Rebuffé, âgé de soixante-huit ans, est entré le 10 avril 1834, en qualité d'apprenti à la manufacture de M. Brinon à Pussay (Seine-et-Oise). Il a toujours montré une conduite parfaite depuis cinquante-six ans qu'il est dans cet établissement.

46. M. Remy (Prosper).

M. Remy, né à Saint-Siméon (Seine-et-Marne) le 25 juin 1819, est entré à l'atelier d'ajustage de la Fontaine, aux Papeteries du Marais, le 21 novembre 1835. En 1875, il est passé à la forge du Marais. Depuis cinquante ans, il s'est toujours montré ouvrier rangé et laborieux, donnant l'exemple d'un travail régulier.

47. M. Rouillon (Louis).

M. Rouillon, né à Changé (Sarthe) le 3 juin 1831, est entré comme mécanicien le 13 décembre 1858 à la Blanchisserie de toiles de Pontlieu, près du Mans.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Depuis trente et un ans qu'il est dans cet établissement, il s'est toujours montré ouvrier intelligent, habile, très dévoué à ses maîtres et d'une conduite parfaite.

48. M. Salmon (Louis-Alexandre).

M. Salmon, né à Saint-Siméon (Seine-et-Marne) le 1er novembre 1821, est entré à l'usine du Moulin-du-Pont, aux Papeteries du Marais, le 21 mai 1833. Il est actuellement employé en qualité de conducteur de machine à vapeur. Il compte quarante-sept ans de service dans cette même usine, déduction faite du temps qu'il a dû passer sous les drapeaux. Ouvrier régulier et laborieux, il a élevé une nombreuse famille à laquelle il a donné l'exemple d'une conduite irréprochable.

49. M. Schiltz (Antoine).

M. Schiltz, né à Hautham (Moselle) le 16 juin 1838, est entré en octobre 1851 à la fabrique de tuyaux de M. Chameroy, où il est employé comme riveur. Il compte trente-neuf ans de bons services dans le même établissement.

50. M. Sertin (Hippolyte-François).

M. Sertin, né à Villeneuve-Saint-Georges (Seine-et-Oise) le 21 décembre 1827, est entré dans les anciens établissements Cail, à Paris, le 18 mai 1843, en qualité d'ouvrier menuisier. Très actif et très intelligent, il est aujourd'hui contremaître, comptant ainsi quarante-six ans d'excellents services.

51. M. Stépé (Michel).

M. Stépé est entré le 7 août 1862 à la cristallerie Paris, au Bourget (Seine); travailleur consciencieux, il a toujours rempli son devoir avec exactitude et parfaitement élevé sa famille. Il est attaché au même établissement depuis vingt-huit ans.

52. M. Sulfourt (Baptiste-Jules).

M. Sulfourt, né à Crinolles (Oise) le 9 janvier 1819, est entré le 11 juillet 1845 dans les anciens établissements Cail, à Paris, où il est encore attaché comme modeleur. C'est un ouvrier très habile qui a toujours donné l'exemple du travail depuis quarante-quatre ans qu'il est dans ces établissements. Il a obtenu en 1890 une médaille d'honneur de l'État en vertu du décret du 16 juillet 1886.

53. Mme Sysoir, née Delathe (Alina).

Mme Sysoir, âgée de cinquante-sept ans, est entrée dans les ateliers de la maison Blanzy, Poure et Cie le 25 novembre 1851. Elle a fait toujours preuve de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

beaucoup de zèle, d'activité et d'intelligence, ce qui lui a valu la direction d'un atelier important. Elle fait partie du personnel de l'établissement depuis trente-sept ans.

54. M. Toubin (François-Honoré-Adolphe).

M. Toubin, né à Dournon (Jura) le 22 janvier 1840, est fils de fermiers de la ferme de Dournon, près Salins, et fermier lui-même. Cette famille de fermiers cultive cette ferme depuis une époque qui remonte au delà de 1707, comme le constate un renouvellement de bail. La famille Toubin a fourni des serviteurs dévoués qui ont donné l'exemple de l'honneur et du travail et qui ont supporté des temps difficiles avec courage et résignation.

55. M. Tourneau (François).

M. Tourneau, âgé de soixante ans, est entré en 1838 aux forges de Tronçais, commune de Saint-Bonnet-le-Désert (Allier), où il est encore employé au bobinage des fils à câblerie. C'est un excellent ouvrier qui compte cinquante-deux ans de services.

56. M. Touzé (Eugène-Amédée).

M. Touzé, serrurier, est entré dans la maison Fichet en 1839; depuis cinquante ans, il s'est toujours fait remarquer par son travail et son assiduité.

57. M. Troussel (Eugène).

M. Troussel est entré dans l'usine Blanzy, Poure et Cie, le 1er mai 1850. Il est employé comme comptable à la fabrication, et s'est toujours montré, pendant quarante ans, plein d'activité et d'intelligence.

58. M. Voirel (Antoine).

M. Voirel, né à Paris le 2 janvier 1816, est entré au Muséum d'histoire naturelle en 1827, comme aide dans les bureaux; admis à l'atelier de serrurerie le 1er mai 1833, il est passé chef de cet atelier le 17 juin 1869. Il compte ainsi soixante-trois années de service au Muséum. Il s'est concilié l'estime de tous par sa conduite, son caractère, et son habileté professionnelle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

PROCÈS-VERBAUX

Séance du 9 mai 1890.

Présidence de *M. Haton de la Goupillière*, président.

M. le Ministre de l'Instruction publique et des beaux-arts fait don à la Société pour sa bibliothèque de 27 ouvrages parmi lesquels se trouvent les œuvres de *Fourier*, de *Lavoisier*, de *Fresnel*, d'*Augustin Cauchy* et de *Laplace*. (Bibliothèque.)

M. Théodore Bihot, rue de Charenton, 127. — Machine produisant la force motrice. (Arts mécaniques.)

M. Loubet, à Foix (Ariège). — 1° Mémoire intitulé : *l'Inventeur, notions sur les brevets d'invention*, etc. ; 2° Mémoire intitulé : *le Profilomètre*, appareil indiquant la vitesse des trains, les distances parcourues, le profil de la voie. (Arts mécaniques.)

M. Fourreau, 35, rue des Bois, à Levallois-Perret. — Poêle à vapeur, chauffé par un liquide. (Arts économiques.)

M. Delaurier, rue Daguerre, 77. — Système général de moteur dit : moulin universel horizontal. (Arts mécaniques.)

M. Eiffel, président du Congrès des procédés de construction, fait hommage des procès-verbaux des séances de ce congrès. (Bibliothèque.)

M. Rothschild, libraire-éditeur, rue des Saints-Pères, 13, adresse un exemplaire de l'ouvrage de *M. de Parville* sur l'Exposition de 1889, précédé d'une lettre-préface de *M. Alphand* et orné de 700 vignettes. (Commerce.)

M. Schlumberger, rue de Vaugirard, 285, dépose un pli cacheté qu'il prie la Société de recevoir. (Dépôt accepté.)

M. Éric Gérard, directeur de l'*Institut électro-technique Montefiore*, à Liège, fait hommage du tome I[er] des leçons sur l'électricité qu'il a professées à cet Institut. (Bibliothèque.)

M. Jules Siegfried adresse le premier numéro du *Bulletin de la Société française des habitations à bon marché*, dont il est président, et demande l'échange avec le *Bulletin* de la Société. (*Bulletin.*)

M. Candlot, ingénieur aux usines à ciment de Boulogne-sur-Mer, adresse pour le concours de 1891 un mémoire sur les propriétés des produits hydrauliques. (Arts chimiques.)

MM. Fritsch, secrétaire de la rédaction du journal *la Distillerie française*, et *Guillemin*, chimiste, adressent l'ouvrage qu'ils viennent de publier intitulée : *Traité de la distillation des produits agricoles et industriels*. (Agriculture.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Léon Appert, membre du Conseil, fait hommage d'une brochure intitulée : *Examen des défauts du verre et des moyens de le reconnaître.* (Bibliothèque.)

M^me^ veuve Bonnami adresse une brochure de son mari intitulée : *Traité élémentaire de la cuisson et de la fabrication des produits hydrauliques.* (Bibliothèque.)

M. Paul-Léonce Terrillon, instituteur à Planay, par Laigues (Côte-d'Or). — Services rendus à l'enseignement agricole. (Agriculture.)

M. le Ministre du commerce, de l'industrie et des colonies fait don à la Société pour sa bibliothèque d'une collection partielle des rapports sur les opérations des caisses d'épargne publiés de 1850 à 1867. (Bibliothèque.)

M. Simon, membre du Conseil, présente au nom de *M. F. des Tournelles*, ingénieur des arts et manufactures, conservateur-adjoint de l'Exposition permanente des colonies, et commissaire-adjoint de la section des colonies françaises à l'Exposition universelle de 1889, diverses brochures qu'il a bien voulu remettre pour la bibliothèque de la Société d'Encouragement, et parmi lesquelles on doit citer une intéressante *Causerie* de *M. Dupré,* ingénieur de la marine, sur les *bois de la Guyane*, sur le parti à tirer des nombreuses variétés utilisables pour la charpente, la menuiserie, l'ébénisterie, etc. ; puis une étude particulièrement intéressante de *M. des Tournelles* sur les musées commerciaux à l'étranger. Ce travail, rédigé sous forme de rapport, à la suite d'une mission confiée à l'auteur par M. le sous-secrétaire d'État aux colonies, fournit d'utiles renseignements sur les musées existants ou en voie de formation en Belgique, en Allemagne, en Hollande, en Italie, en Autriche-Hongrie, en Portugal, en Suisse, en Angleterre. Le rapport se termine par des conclusions pratiques au point de vue de l'exposition permanente des colonies, et des avantages commerciaux qui pourraient et devraient en résulter pour l'industrie française.

M. le Président remercie *M. Simon* de sa présentation, qui est renvoyée au Comité du commerce.

Les ouvrages et articles suivants sont signalés dans la correspondance imprimée :

Chemical trade Journal, 19 avril. — Produits ozonisés, par *M. Ernst Fahrig.* (Arts chimiques.)

Guide du traceur-mécanicien, par *M. Philippe Fay*, librairie de l'École centrale des arts et manufactures.

Redressement de la Seine maritime depuis son embouchure jusqu'à Rouen, et approfondissement de tous ses hauts-fonds, par *Ernest Lehman.*

Compte-rendu annuel de l'Association pour l'encouragement de l'esprit scientifique en Bohême, du 16 mars 1887 au 15 mars 1890, 57^e^ année de l'Association.

M. le Président annonce que *M. Fourcade*, membre du Conseil, récemment décédé, a légué à la Société un capital de 8 000 francs, qui sera employé jusqu'à concurrence de la somme nécessaire pour élever de 800 francs à 1 000 francs par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

an le prix Fourcade qu'il a fondé, à condition qu'il continuera à porter son nom.

NOMINATION DE MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ. — Sont nommés membres de la Société :

M. Fumat, ingénieur en chef des mines de la Grand'Combe, présenté par *M. Haton de la Goupillière*.

M. le colonel Merlin, présenté par *MM. Vieille* et *de Romilly*.

M. Lecœuvre demande au Conseil, au nom du Comité des arts mécaniques, la déclaration d'une vacance dans ce Comité pour procéder à la nomination d'un membre en remplacement de *M. Gauthier-Villars*, démissionnaire.

Cette vacance est déclarée.

COMMUNICATIONS. — *Appareils pour le dessin.* — *M. Pillet* présente trois appareils très simples, se rapportant à l'art du dessinateur, et dont il donne la description suivante :

1° — *Compas à pointiller universel.* — Cet appareil permet de tracer d'une façon automatique tous les traits interrompus (pointillés, tiretés, etc.) employés par le dessinateur ; il est même possible de tracer également deux ou plusieurs traits parallèles, ou des lignes de caractères assez compliqués.

Il peut être monté sur un tire-ligne, un compas, un balustre et il se compose essentiellement d'une molette portant à son pourtour les caractères à reproduire, et placée sur un axe horizontal à la base du bâti : un écrou permet son changement à la demande.

L'encrage s'obtient comme il suit : une lame-ressort portée par le bâti et repliée sur elle-même retient par capillarité, entre ses branches, l'encre que l'on veut employer. Une fente placée vis-à-vis de la molette permet à celle-ci de pénétrer d'une quantité suffisante pour que la crête des dents affleure le liquide ; une vis règle cette pénétration : l'appareil n'a plus qu'à circuler sur le papier comme un tire-ligne ordinaire, son réservoir à l'avant.

2° — *Té-Équerre à perpendiculaires et normales.* — Cet appareil permet de mener exactement une perpendiculaire à une droite, une normale à une courbe circulaire, par un point donné, et par suite d'obtenir le centre, placé à l'intersection de deux normales. Il permet également de trouver la normale à une courbe continue avec une approximation suffisante ; enfin il permet le report rapide des profils en travers. Dans ce dernier cas, l'arête *ad*, dont il va être question, porte une graduation appropriée.

L'appareil est formé d'un angle *ab*, *ac*, de sommet *a* et de bissectrice *ad;* deux divisions égales, issues de *a*, sont tracées sur *ab* et *ac:* pour se servir de l'instrument, quel que soit le problème posé, il suffit de placer l'instrument de telle sorte que *ad* passe par le point donné ; et que de plus deux divisions 8-8 des côtés *ad*, *ac*, par exemple, coïncident avec la droite ou la courbe ; *ad* est la droite cherchée.

3° — *Ellipso-hyperbo-parabolographe.* — Le troisième appareil permet d'ob-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tenir, d'un mouvement continu, les trois coniques. Il est fondé sur les tracés bien connus de ces trois courbes au moyen d'un fil, d'une réglette et d'un té. Aussi tout son intérêt réside-t-il dans les détails de construction.

Voici sa description : Une règle pivotant sur la crapaudine F' (foyer de gauche) reçoit un curseur porte-outil (tire-ligne, crayon, etc.) se déplaçant dans une rainure longitudinale : le fil est arrêté d'une part dans l'une des deux boutonnières placées aux extrémités de la règle, de l'autre à la crapaudine F (foyer de droite) au moyen d'un anneau et d'un petit cylindre d'arrêt ; ce fil passe par l'axe de l'outil dans un anneau engagé, horizontal ; on évite ainsi le retournement, indispensable sur les figures théoriques.

Pour la parabole, une traverse T se substitue à la crapaudine F' et glisse le long d'une règle directrice.

Construit sur un grand modèle, il conserve tous ses avantages, et devient un outil commode pour les épures de chantier (sur plan horizontal ou vertical).

M. le Président remercie *M. Pillet* de son intéressante communication, qui est renvoyée au Comité des arts mécaniques.

Mosaïque de bois. — *M. Bougarel*, rue Dombasle, 26, présente à la Société des spécimens de son invention de la *Tapisserie mosaïque de bois*. — Cet art entièrement nouveau, qu'il a mis huit années à créer, consiste à reproduire exactement, comme les Gobelins le font avec la laine, les dessins les plus variés, les tableaux les plus riches de couleurs, par la juxtaposition de petits parallélépipèdes de bois teints préalablement en pénétration absolue, de telle sorte que les panneaux une fois terminés puissent être grattés et rabotés sans subir la moindre altération de dessin ni de coloris.

Le point employé pour les grandes surfaces, ou point décoratif, compte quatre cent mille morceaux de bois par mètre carré ; le petit point, ou point de tapisserie, un million six cent mille. Ces deux points peuvent être employés séparément ou ensemble dans le même panneau, le premier réservé aux fonds, au ciel, aux frondaisons, tandis que le second s'applique aux parties qui demandent plus de fini d'exécution, comme les personnages. L'inventeur dispose de douze mille six cents tons peints d'avance, il peut donc aborder tous les genres : fleurs, natures mortes, paysages, tableaux de genre, et même le portrait, comme on peut en juger par la copie du portrait de Rubens qui est admirablement exécutée.

L'invention porte sur plusieurs points particuliers : d'abord, l'annotation du dessin, qui permet à M. Bougarel d'écrire son dessin sur un cahier comme un musicien note une phrase mélodique, et de le faire exécuter de la façon la plus fidèle par des manœuvres ignorant complètement l'art du coloris et de la peinture ; la préparation des bois, qui sont tranchés à une épaisseur qui ne doit pas varier de plus de 1 ou 2/100 de millimètre ; la peinture en pénétration par des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

procédés spéciaux, qui modifient en même temps la fibre du bois et la soustraient à toutes les influences extérieures; enfin la manipulation de ces bois au moyen d'appareils fonctionnant avec une précision mathématique au 1/50 de millimètre, et exécutant le travail presque automatiquement.

Les différentes applications de cette invention sont : la décoration des murs offrant un revêtement facile à entretenir et absolument hygiénique puisqu'il ne retient ni poussières ni microbes, celle des portes, des dessus de portes, des lambris, où, avec la reproduction des Boucher, des Watteau, des Lancret, on obtient des effets merveilleux; l'ornementation de toute la grande et la petite ébénisterie, la tapisserie mosaïque de bois pouvant affecter toutes les formes, plate, convexe ou concave, et s'adapter à tous les styles, en prenant place à côté de la marquetterie et du vernis Martin, qu'elle dépasse en richesse et en solidité; enfin, ce qui ouvre un vaste champ, la vulgarisation des œuvres des maîtres anciens et modernes.

Ces applications, et une foule d'autres qui en dérivent, sont si multiples, l'accueil fait à ce genre par les gens les plus éclairés et les plus compétents, ingénieurs, architectes, artistes, décorateurs, fabricants de meubles, etc., a été tel, que M. Bougarel, l'inventeur, qui exploite déjà son invention dans sa manufacture, 26, rue Dombasle, a la certitude que son art est appelé à prendre un développement considérable et que, tout en élevant plus haut le drapeau de l'art français, il peut doter le pays d'une industrie, c'est-à-dire d'une nouvelle source de travail.

M. le Président remercie *M. Bougarel* de son intéressante communication, qui est renvoyée au Comité des constructions et des beaux-arts.

M. Ducretet fait les deux communications suivantes :

1° *Combinateur pour signaux électriques.* — Cet appareil nouveau, en usage courant dans la marine, comprend essentiellement une série de plaques métalliques, superposées et isolées entre elles, dont le nombre dépend de celui des lampes ou signaux à réaliser à distance. Toutes ces plaques, solidement fixées au couvercle, sont mises en communication avec le signal respectif, ou avec des résistances auxiliaires (l'emploi de machines dynamo à enroulement compound évite celui des résistances). Chaque plaque est perforée, d'un certain nombre de trous identiques de position pour toutes les plaques superposées, résultat obtenu facilement par alésage pendant la construction du combinateur. Tous ces trous correspondent avec ceux du couvercle, en regard desquels se trouvent gravés les signaux qui seront donnés par le simple enfoncement, à bloc, d'une fiche métallique spéciale. Cette fiche amène le courant de la plaque collectrice aux autres plaques qui correspondent aux signaux entrant dans la combinaison; les autres plaques ayant leur trou largement perforé n'ont pas de contact avec la fiche métallique.

Cette fiche, entièrement métallique, comporte une série de ressorts solides, pris

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans la masse; ils assurent un contact parfait de la fiche avec la plaque collectrice et les plaques en connexion avec les signaux de la combinaison à reproduire.

Cet appareil est solide, d'une manipulation rapide et simple; les contacts sont parfaits. Le courant peut être celui obtenu avec des piles, accumulateurs, ou avec les dynamos en usage courant. Pour la séance, le courant était obtenu avec des accumulateurs Pollak, mis à la disposition de *M. Ducretet* par *M. Constant Rousseau.*

2° *Téléthermomètre de MM. Kornmuller et Schubart* (de Gand). — Cet appareil permet de connaître à distance la température donnée par un thermomètre à mercure, lequel peut être placé dans un endroit inaccessible ou d'un abord difficile. Le système peut s'appliquer à tout autre instrument dans lequel un niveau variable doit être observé à distance. Dans cet appareil, la rupture du courant ne se fait pas sur le mercure de l'appareil, mais dans le bouton manipulateur; on évite ainsi l'oxydation du mercure.

M. le Président remercie *M. Ducretet* de ses intéressantes communications, qui sont renvoyées au Comité des arts économiques.

Séance du 23 *mai* 1890.

Présidence de *M. Haton de la Goupillière,* président.

M. Horstein, rue Pastourelle, 26. — Mouvement de force gratuite, marchant par chaînes. (Arts mécaniques.)

Le Président de l'Association française pour l'avancement des sciences invite la Société à se faire représenter au Congrès que tiendra cette association à Limoges du 7 au 14 août 1890.

Sur la proposition de *M. le Président,* le Conseil désigne *M. Collignon* pour représenter la Société à ce Congrès.

M. Cave, chez *M. Cavietzel,* électricien, rue des Martyrs, 16. — Inventions concernant la *défibration* du lin. (Arts mécaniques.)

M. Jules Le Sénéchal, rue Blainville, 9. — Avertisseur de sûreté applicable aux chaudières à vapeur. (Arts mécaniques.)

M. Cuignet, rue de Domrémy, 3. — Système de fermeture de persiennes. (Arts économiques.)

M. Pain, boulevard de la République, 26, à Noisy-le-Sec. — Projet de maison démontable à bon marché pour l'ouvrier. (Constructions et Beaux-Arts.)

M. Vivier Saint-Ange, propriétaire à Souvigny (Loir-et-Cher). — Disposition de porte roulante destinée à la fermeture des baies de toutes sortes de bâtiments. (Constructions et Beaux-Arts.)

M. Émile Chastel, rue Portefoin, 3. — Robinet pour eau, gaz et vapeur. — Appareil inodore pour *le tout à l'égout*, dit siège à bascule. (Arts mécaniques.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Rousseau, conservateur des forêts à Carcassonne. — Notice forestière sur le département de l'Aude. (Agriculture.)

M. Eugène Mouline, à Vals-les-Bains. — Échantillons et recettes des *pains confits* de sa fabrication. (Arts chimiques.)

M. le docteur Roux, rue du Pavillon, 21, à Bordeaux. — Étude sur les meilleurs procédés d'analyse du lait. (Agriculture.)

M. Cheysson, membre du Conseil, fait hommage de deux brochures : 1° *Les méthodes de la statistique*. Conférence faite à la réunion des ouvriers le 30 novembre 1889. 2° *Notes au Comité sur le projet de loi d'assurance contre les accidents voté en première lecture par le Sénat.* (Bibliothèque).

M. William Harris, secrétaire de la Compagnie d'assurances contre l'incendie *le Phénix*, à Liverpool. — Dictionnaire technologique de chimie pour les assurances. (Arts chimiques.)

M. Max de Nansouty, rédacteur en chef du *Génie Civil*, fait hommage des ouvrages suivants : 1° *L'Année industrielle*, 1890, 4e volume de la publication ; 2e *Conférences de l'Exposition universelle* de 1889 : *l'Industrie ostréicole en France*. (Bibliothèque.)

M. Hillairet. — Transmission électrique de Domène (Isère). (Arts économiques.)

MM. Lawes et *Gilbert.* — Nouvelles expériences sur la fixation de l'azote libre. (*Bulletin.*)

M. l'ingénieur Le Turcq des Rosiers. — Le café ; une révolution dans ses procédés de torréfaction. (Bibliothèque.)

M. le Professeur Emilio Bechi. — Sur la recherche de l'huile de coton mélangée avec une autre huile. (*Bulletin.*)

Les plumes Humboldt et leur fabrication.

M. le Président communique une lettre du *général Sebert*, vice-président de la Société, par laquelle il annonce qu'il fait remettre un certain nombre d'ouvrages destinés à la bibliothèque. Ces ouvrages comprennent, outre les publications qui lui sont personnelles, celles de divers auteurs concernant l'artillerie, ainsi qu'une collection des ouvrages publiés par *Théodore Olivier*, ancien censeur de la Société.

M. le Président adresse des remerciements de la Société à M. le *général Sebert.*

Ces ouvrages sont les suivants :

H. Sebert : Du calcul des trajectoires d'après les expériences de Bashfort sur les résistances de l'air. 1876.

Notice sur l'intégromètre de Marcel Desprez et sur le planimètre d'Amsler.

Notices sur de nouveaux appareils balistiques employés par le service de l'artillerie de marine. 1re partie. 1 vol. et atlas.

Essais d'enregistremeut de la loi du mouvement des projectiles.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sur un appareil destiné à enregistrer la loi du mouvement d'un projectile, soit dans l'âme d'une bouche à feu, soit dans un milieu résistant.

H. Sebert et Hugoniot : Étude sur les effets de la poudre dans le canon de 10 centimètres. 1 vol. 1882.

Sur les vibrations longitudinales des verges élastiques et le mouvement d'une tige portant à son extrémité une masse additionnelle.

Sur les vibrations élastiques des barres élastiques dont les extrémités sont soumises à des efforts quelconques.

Deprez et H. Sebert : Sur de nouveaux appareils dits accéléromètres destinés à étudier les phénomènes de combustion des poudres. 2 fasc.

Hugoniot : Sur la détermination des freins destinés à modérer le recul des pièces. 1 vol. 1888.

H. Sebert et H. de Payen : Recherches historiques et technologiques sur les organes métalliques des affûts. 1 vol. et atlas, 1879.

Douliot : Traité spécial de la coupe des pierres. Texte et atlas. 2 vol. 1862.

Théodore Olivier : Application de la géométrie descriptive aux ombres, à la perspective, etc. 1 vol. et atlas, 1847.

Note de géométrie sur quelques propriétés de l'ellipsoïde à 3 axes inégaux. 1 vol.

Extraits du *Bulletin* de la Société philomathique. 1 vol.

Mémoire sur la géométrie descriptive. 1 vol.

Cours de géométrie descriptive. 1re et 2e parties. 2 vol. avec atlas, 1844.

Complément de géométrie descriptive. 1 vol. 1845.

Additions au cours de géométrie descriptive, 1 vol. 1847.

Développements de géométrie descriptive. 1 vol. 1843.

Cours de géométrie descriptive. 3e édition.

Traité des engrenages, 1 vol. 1842.

Mémoires de géométrie descriptive théorique et appliquée. 2 vol. 1852.

NOMINATION DE MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ. — Sont nommés membres de la Société :

M. Paul Darblay, manufacturier à Essonnes, présenté par *M. Haton de la Goupillière* et *Aimé Girard*.

M. Henry Chapman, ingénieur-conseil, présenté par *M. Haton de la Goupillière*.

M. Aynard, député présenté par *MM. G. Roy* et *Cheysson*.

M. Paul Bodin, répétiteur à l'École centrale des arts et manufactures, présenté par *MM. Schlemmer* et *Appert*.

M. le docteur Hofmann, présenté par M. le *colonel Laussédat*.

NOMINATION DE MEMBRES DU CONSEIL. — *M. le Président* ouvre le scrutin pour la nomination d'un membre du Comité des arts économiques.

Sont présentés : 1° *M. Bienaymé*, directeur du matériel au ministère de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

marine ; 2° par ordre alphabétique, *M. Imbs*, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers, et *M. G. Richard*, ingénieur-constructeur.

M. Bienaymé, ayant obtenu la majorité des suffrages, est nommé membre du Comité des arts mécaniques.

M. le Président ouvre le scrutin pour la nomination d'un membre du Comité de commerce.

Les candidats sont : 1° *M. Gibon*, ancien directeur des mines de Commentry ; 2° *M. Gruner*, ingénieur civil des mines.

M. Gibon, ayant obtenu la majorité des suffrages, est nommé membre du Comité du commerce.

NOMINATION DE CORRESPONDANTS DE LA SOCIÉTÉ. — *M. le Président* procède à la nomination de membres correspondants français et étrangers proposés par les divers comités. Sont nommés :

ARTS MÉCANIQUES : *Membre français.* — *M. Cornut*, ingénieur en chef de l'Association des propriétaires de machines à vapeur, à Lille.

— *Membres étrangers.* — *M. Thurston*, professeur à la Cornel-University d'Ithaca (État de New-York).

— *M. Dwelshauvers-Dery*, ingénieur, professeur à l'Université de Liège.

— *M. Walther-Meunier*, ingénieur en chef de l'Association des propriétaires de machines à vapeur, à Mulhouse.

— *M. Habich*, directeur à l'École des mines, à Lima (Pérou).

— *M. Henry Chapman*, ingénieur-conseil, à Londres.

M. Agudio, ingénieur, à Turin.

ARTS ÉCONOMIQUES : *Membre français.* — *M. de Chardonnet*, ancien élève de l'École polytechnique.

— *Membres étrangers.* — *M. William Crookes*, directeur du journal *The chemical News*.

— Le professeur *Elihu Thomson*, électricien en chef de la Société Thomson-Houston, à Lynn, Mass. (E.-U. d'Amérique).

— *M. Preece*, électricien en chef des télégraphes de l'État, à Londres.

— *M. Van Rysselberghe*, ingénieur-électricien, à Saint-Josse-Ten-Noode (Belgique).

— *M. Steinlen*, ingénieur-constructeur, à Mulhouse.

AGRICULTURE : *Membre français.* — M. *Ernest Milliau*, chimiste, à Marseille.

— *Membre étranger.* — *M. Miraglia*, directeur de l'Agriculture, à Rome.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMMERCE : *Membre français.* — *M. Aynard*, député, vice-président de la chambre de commerce de Lyon.

— *Membres étrangers.* — *M. Rada y Delgado* (Juan de Dios), sénateur, à Madrid.

— *M. le comte Paul de Hemptine*, à Gand.

— *M. Grad*, député au Reichstag, correspondant de l'Institut de France, au Logelbach (Alsace.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Déclaration de vacance.* — *M. Rossigneux*, au nom du Comité des constructions et des beaux-arts, demande au Conseil de déclarer une vacance dans ce Comité pour procéder au remplacement de *M. Ernest Dumas*, décédé.

Cette vacance est déclarée.

Carte des chemins de fer. — *M. Cheysson* fait, au nom du Comité de commerce, un rapport sur une carte des chemins de fer de l'Europe, présentée par *M. Isidore Leroy et ses fils* et sur leur fabrique de papiers peints. Cette carte a $5^m,17$ de longueur sur $3^m,30$ de hauteur, et couvre une surface de 17 mètres carrés. Elle est formée de 11 lés de papiers peints de $0^m,47$ de largeur sur la hauteur totale de $3^m,30$.

Le bas prix et la qualité des produits ont donné à cette fabrication les proportions d'une grande industrie. Cet établissement peut fabriquer par jour de 30 à 35 000 rouleaux de papiers peints; elle occupe 400 ouvriers, dont 160 de 12 à 16 ans. Il a organisé entre ses ouvriers une société de secours mutuels qu'ils administrent eux-mêmes.

Pour ces motifs et à ces titres, le Comité de commerce propose de remercier *MM. Isidore Leroy et fils* de leur intéressante communication et d'insérer le présent rapport au *Bulletin* de la Société.

Ces conclusions sont adoptées.

COMMUNICATIONS. — *Fermeture des lampes de sûreté.* — *M. L. Janet*, ingénieur des mines, fait une communication sur la fermeture des lampes de sûreté.

Il classe les divers appareils de fermeture dans trois groupes différents, suivant le but qu'ils se proposent de réaliser.

1° Impossibilité absolue pour les ouvriers d'ouvrir leurs lampes.

2° Impossibilité absolue d'ouvrir les lampes sans laisser des traces de la contravention commise;

3° Impossibilité d'ouvrir les lampes sans en déterminer l'extinction.

En ce qui concerne le premier groupe, il pense que tous les systèmes de fermeture à clef sont inefficaces ou impraticables, et que les seuls appareils ayant donné des résultats satisfaisants sont la fermeture électro-magnétique Villiers, employée aux Compagnies des houillères de Saint-Étienne et de Montrambert, où le mouvement du verrou de fermeture est déterminé par un aimant ou électro-aimant, et la fermeture hydraulique Cuvelier et Catuce, employée dans un grand nombre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de mines du Nord et du Pas-de-Calais, où ce mouvement est déterminé par l'eau sous pression.

Dans le second groupe, il cite la soudure à l'étain (appareil Dinant employé aux mines d'Anzin), et la rivure au plomb, employée à Anzin, Lens, Blanzy, Campagnac, etc. Il faut observer que la sécurité obtenue par ces appareils, bien que satisfaisante, est moindre qu'avec ceux du premier groupe.

Enfin dans le troisième groupe il range la fermeture Dubrulles, dont l'emploi, encore très répandu, tend à diminuer aujourd'hui. Après avoir indiqué quelques inconvénients pratiques de l'appareil, il fait remarquer que le principe lui-même sur lequel il repose ne saurait assurer la sécurité, l'ouvrier ayant surtout intérêt à ouvrir sa lampe lorsqu'elle est éteinte, et pouvant la rallumer avec des allumettes.

Il termine en concluant que les exploitants ont à leur disposition des systèmes de fermeture, efficaces et pratiques, et que ceux qui persistent à ne pas les appliquer peuvent être rendus responsables des imprudences que commettent les ouvriers en ouvrant leurs lampes dans les exploitations grisouteuses.

M. le Président remercie *M. Janet* de son intéressante communication, qui est renvoyée au *Bulletin*.

Colorimètres. — M. Pellin, ingénieur-constructeur, présente :

1° Un colorimètre par réflexion;

2° Un colorimètre par transmissions, avec série de plaques de quartz, d'épaisseurs déterminées, donnant des couleurs types, destiné à l'observation et à la détermination des matières colorantes en général.

L'intensité relative de deux liquides de même couleur est donnée par le colorimètre.

Un des premiers appareils de ce genre a été imaginé par Houton-Labillardière, mais on a dû renoncer à son emploi, à cause de son manque de sensibilité.

Le colorimètre, tel qu'il est employé aujourd'hui, a été imaginé par *Jules Duboscq;* il a ramené dans un même champ les deux intensités à observer, et l'égalité s'obtient par l'épaisseur relative des deux liquides; mais avec cet appareil on ne peut pas comparer par réflexion, sous diverses incidences, les intensités de matières colorantes mises sur des papiers ou des étoffes; on ne peut pas juger si deux teintes qui paraissent identiques donnent les mêmes reflets sous des incidences variables.

Pour ces études, *M. Pellin* a imaginé et construit le colorimètre par réflexion; cet appareil est un comparateur.

Il se compose d'un écran noir, mobile autour de son axe, percé de deux trous, derrière lesquels on place les teintes à comparer. Une glace mobile éclaire les teintes, en faisant réfléchir la lumière. Un double parallélépipède ramène les teintes observées dans un même champ : un oculaire permet d'observer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin il est utile d'avoir des couleurs définies, faciles à retrouver; ces couleurs seront des types.

Le colorimètre par transmission avec série de plaques de quartz, d'épaisseurs déterminées, que présente *M. Pellin*, est un appareil dont l'aspect général est le même que celui de *Jules Duboscq;* un des godets est supprimé, il est remplacé par un système polarisant, composé d'un polariseur monté sur une alidade mobile sur un cercle gradué, au moyen d'une vis tangente.

On a ainsi constamment la valeur de l'angle du polariseur; un analyseur fixe, entre le polariseur et l'analyseur, une plaque-revolver, porte une série de cinq quartz d'épaisseurs déterminées, ce qui donne cinq séries de couleurs allant du rouge au violet, suivant les positions relatives du polariseur et de l'analyseur.

Les couleurs dans la nature sont rarement des couleurs simples : aussi trouvera-t-on presque toujours dans ces colorations définies une teinte semblable à celle du liquide observé.

Il reste encore une modification à faire subir au colorimètre : c'est celle qui consiste à donner des types de couleurs simples, produites par le spectre solaire.

Cet appareil est en construction.

M. le Président remercie *M. Pellin* de son intéressante communication, qui est renvoyée au Comité des arts économiques.

Le Gérant : J.-H. GINESTOU.

Paris. — Typographie Georges Chamerot, 19, rue des Saints-Pères. — 26245.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

89e ANNÉE. Quatrième Série, Tome V. AOUT 1890.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

ARTS ÉCONOMIQUES

RAPPORT *fait par* M. BARDY, *au nom du Comité des arts économiques, sur les* APPAREILS DESTINÉS AU TIRAGE DES BIÈRES *de* MM. GUÉRET *frères.*

La consommation de la bière a pris depuis quelques années un développement considérable. De grands progrès ont été réalisés dans sa fabrication, mais il ne suffit pas de produire une bière agréable et saine, il faut encore pouvoir la livrer avec ces qualités au consommateur : c'est là un problème délicat dont la solution présente de sérieuses difficultés. La bière est en effet un liquide extrêmement altérable, un terrain de culture éminemment propre au développement des divers ferments aptes à produire des fermentations secondaires, toutes préjudiciables à la valeur de la boisson ; aussi, tandis que l'on peut sans trop d'inconvénients tirer le vin au tonneau et laisser ce récipient en vidange pendant un temps relativement assez long, est-il impossible, surtout pendant les mois chauds, de laisser un fût de bière en contact avec l'air, même pendant un temps très court, sans voir la bière s'aigrir et perdre toutes les propriétés qui en font la valeur.

Les cafetiers, obligés par les exigences de leur clientèle de débiter en majeure partie de la bière au verre au fur et à mesure de la consommation, sont obligés de la puiser directement au tonneau, en sorte qu'ils éprouvent des pertes très sensibles, surtout lorsqu'ils ne peuvent épuiser dans un court espace de temps le contenu du fût en vidange.

L'exiguïté des locaux, jointe à la nécessité de débiter la bière fraîche, oblige les détaillants à conserver les fûts à la cave et à amener le liquide sur le comptoir à l'aide d'un dispositif approprié.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les appareils les plus généralement employés à cet usage sont les pompes à bière.

Tout le monde connaît les imperfections de ces appareils et les inconvénients multiples qui résultent de leur emploi : aussi a-t-on cherché depuis longtemps à les remplacer par d'autres, sinon plus simples, du moins susceptibles d'assurer la conservation du liquide avec toutes ses propriétés initiales.

Parmi tous les moyens préconisés, ceux qui reposent sur l'emploi de l'acide carbonique doivent évidemment être préférés; l'acide carbonique en effet s'oppose au développement des ferments parasites en même temps qu'il conserve à la bière la saveur aigrelette qui est une de ses qualités.

MM. Guéret frères, constructeurs d'appareils pour boissons gazeuses, s'inspirant d'une disposition brevetée en 1862 par MM. Mondollot frères, ont présenté à la Société un appareil ingénieux pour l'application de l'acide carbonique au tirage de la bière.

Il comprend (pl. 49, fig. 1) :

A, Un producteur d'acide carbonique ;

B, Un récipient à acide sulfurique ;

C, Un vase jaugeur ;

L, Un laveur à eau.

Tous ces organes sont en cuivre rouge martelé, les trois premiers sont revêtus intérieurement d'une couche de plomb fondue sur place au chalumeau. Le producteur d'acide carbonique est relié par un tube en plomb à la partie supérieure de la boîte à acide B. Sur ce tube se trouvent fixés le manomètre M, la soupape de sûreté P et le robinet-soupape d'interception R, qui permet d'interrompre la communication du cylindre A avec la partie supérieure de la boîte B.

La boîte à acide B est munie d'une tige-bouchon T qui permet d'intercepter la communication entre les vases B et C, et elle porte à sa partie inférieure un tube plongeant au fond de la boîte C, laquelle contient un tube dont la partie supérieure forme le point de déversement de l'acide.

Le cylindre A est muni d'un agitateur destiné à opérer le mélange des réactifs et à nettoyer les parois ; il porte à sa partie inférieure une soupape V pour l'évacuation des résidus. Ceci établi, voici comment fonctionne l'appareil :

Pour la première opération, on remplit la boîte C d'un volume d'acide sulfurique double de la charge normale. Cette introduction se fait par l'ou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

verture S de la boîte B; on introduit en K dans le récipient A la charge de bicarbonate de soude correspondant à la grandeur de l'appareil, puis on met de l'eau dans le laveur.

Les proportions d'eau, d'acide et de bicarbonate de soude sont déterminées par des vases spéciaux qui accompagnent chaque appareil.

Le chargement étant opéré, on ferme avec soin les ouvertures S, K, D, puis on tourne la tige du bouchon T, afin d'établir la communication entre les boîtes B et C.

La boîte B étant hermétiquement fermée à sa partie supérieure, l'acide ne pourra s'écouler; mais si l'on établit la communication entre le cylindre A et la boîte B, en appuyant sur le piston R, l'acide tombera en vertu de son propre poids dans le récipient A, et le gaz acide carbonique commencera à se dégager. Lorsque la pression accusée au manomètre atteint celle que l'on désire adopter pour le tirage de la bière, 1 atmosphère 1/2 par exemple, on cesse d'appuyer sur le piston R : l'acide sulfurique, se trouvant entre deux pressions égales, cesse de s'écouler et le dégagement du gaz s'arrête.

L'appareil étant relié au fût à soutirer par le tuyau I et l'équilibre de pression étant établi, si l'on tire une certaine quantité de liquide du fût, on verra un égal volume de gaz traverser le laveur L et aller remplacer le liquide soutiré ; mais le régime de l'appareil se trouvant modifié et l'équilibre de pression étant rompu, une nouvelle quantité d'acide sulfurique s'écoulera sur le bicarbonate de soude, le dégagement de l'acide carbonique recommencera jusqu'à ce que la pression se soit de nouveau équilibrée dans les vases A et B. Le même jeu de l'appareil se produira toutes les fois qu'on soutirera de la bière, et ce, tant que les matières qui par leur réaction dégagent l'acide carbonique ne seront pas épuisées.

On peut à tout moment varier le régime de pression établi, soit en appuyant sur le piston R, pour augmenter cette pression, soit, pour la diminuer, en fermant le bouchon T, en ouvrant la soupape P, jusqu'à ce que le manomètre indique la pression réduite désirée, puis en établissant de nouveau la communication entre A et B par le piston R, après avoir ouvert la tige T.

Une charge de deux kilogrammes d'acide sulfurique et de deux kilogrammes de bicarbonate de soude suffit pour le tirage de deux à trois hectolitres de bière (suivant la hauteur à laquelle le liquide doit être élevé) et la dépense peut être estimée à 30 ou 40 centimes.

Les organes de l'appareil Guéret sont simples et robustes ; leur usure doit être minime, étant donné qu'aucun d'eux n'est en mouvement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les expériences auxquelles nous avons procédé ont montré que le fonctionnement était régulier et la manipulation facile ; il ne présente aucun danger dans son emploi : aussi sommes-nous d'avis qu'il peut rendre des services utiles.

La faible dépense qu'il entraîne se trouve compensée, et bien au delà, par la conservation assurée de la bière et par la bonne tenue de ce liquide pendant toute la durée du débit. Cette durée peut même être prolongée pendant plusieurs jours, condition impossible à obtenir avec les pompes à bière ordinaire.

L'appareil Guéret peut, au moyen d'un dispositif additionnel, se prêter à la mise en bouteille de la bière (pl. 49, fig. 2 et 3).

A cet effet, un tuyau, en étain fin, amène la bière à la tireuse, en F, dans un récipient en verre qui remplit le double rôle de brise-mousse et d'indicateur. Un autre tuyau, également en étain fin, conduit le gaz acide carbonique à la tireuse, en *c*.

La bouteille à remplir est placée sous le cône d'embouteillage, en *c c*, de telle sorte qu'en soulevant la bouteille au moyen d'une pédale, le joint se fasse sur une bague en caoutchouc, puis on tourne la clé G d'un huitième de tour. Dans cette position, on donne accès au gaz acide carbonique, lequel arrive dans la bouteille, s'y comprime à la même pression que celle que subit la bière à tirer et, en vertu de sa grande densité, refoule l'air à la partie supérieure.

Lorsque l'équilibre de pression est établi, ce qui est presque instantané, on achève de faire tourner la manette G jusqu'au bout de sa course ; pendant cette manœuvre, l'arrivée du gaz se trouve fermée et le récipient à bière est mis en communication avec l'intérieur de la bouteille. Comme la pression est égale dans les deux vases, le liquide ne peut s'écouler ; mais en ouvrant le robinet E on évacue l'air comprimé à la partie supérieure de la bouteille et la bière arrive tranquillement dans la bouteille en chassant devant elle l'excès d'acide carbonique. Dès que la bouteille est pleine, le liquide soulève un petit clapet qui ferme la sortie du gaz, en sorte que l'arrivée de la bière se trouve arrêtée automatiquement. Lorsque la bouteille est pleine, on remonte la clef G, de manière à fermer l'arrivée de la bière, on retire la bouteille et on la bouche.

S'il y avait production de mousse dans la bouteille, ce serait l'indice d'un tirage trop rapide ; pour faire cesser cet inconvénient, il suffirait de modérer l'ouverture du robinet E.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La bière ainsi mise en bouteille ne subit jamais le contact de l'air; elle retient tout son acide carbonique et se trouve ainsi dans les meilleures conditions possible pour une bonne conservation.

L'appareil Guéret a été également appliqué au filtrage des vins. Depuis plusieurs années, dans le Bordelais principalement, on a reconnu que le filtrage des vins était devenu nécessaire pour éliminer les ferments de maladie; ce filtrage, opéré hors le contact de l'air, dans une atmosphère d'acide carbonique, devient très efficace. Les vins provenant des vignes attaquées par le mildew, notamment, ne doivent leur salut qu'à cette pratique.

Les appareils Guéret ont été vite appréciés par les brasseurs et les limonadiers intelligents. Un très grand nombre se trouvent actuellement en service tant à Paris que dans les départements et les certificats qui nous ont été produits établissent que leur fonctionnement est très satisfaisant.

Dans ces conditions, votre Comité des arts économiques vous propose de remercier MM. Guéret frères de leur intéressante communication et de voter l'insertion du présent rapport au *Bulletin* avec les figures permettant de comprendre facilement la construction et le fonctionnement des appareils.

Signé : BARDY, *rapporteur.*

Approuvé en séance le 11 *avril* 1890.

ARTS ÉCONOMIQUES

RAPPORT *fait par* M. PRUNIER, *au nom du Comité des arts économiques, sur le* FILTRE POUR LES EAUX POTABLES *de* M. MAIGNEN.

Le filtre Maignen constitue une application heureuse de diverses données antérieurement connues, mais qui sont ici mises en œuvre d'une manière réellement ingénieuse et pratique.

En principe, il se réduit à deux choses :

1° Un tissu d'amiante imputrescible et inattaquable qui sert de support à

2° Un réseau de particules de noir animal suffisamment ténues pour ne laisser aux interstices qu'une dimension inférieure à celle des microbes qu'on a intérêt à retenir au passage,

La porosité restant néanmoins suffisante pour assurer à l'appareil un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

débit abondant et qui justifie le nom de *filtre-rapide* que lui a donné son inventeur.

Le tout contenu dans des vases en grès, en faïence, en verre ou en porcelaine.

Voici maintenant comment le résultat est atteint dans la pratique :

On commence par délayer dans l'eau une quantité convenable d'un charbon spécial préparé par M. Maignen et débité sous le nom de *carbo calcis*. Ce charbon est finement pulvérisé et la majeure partie est amenée à un état de division suffisant pour que les dimensions des particules charbonneuses soient comparables à celles des microbes. Quand on verse le liquide trouble et noir sur le filtre d'amiante, les mailles de ce tissu commencent par arrêter les plus grosses particules, puis les moyennes, puis les plus fines, en sorte que les interstices définitifs sont constitués par ces dernières qui vont automatiquement boucher les passages demeurés ouverts tant que leur diamètre reste supérieur à celui des particules les plus ténues.

Il suffit donc de vérifier que la dimension des plus fines particules charbonneuses est suffisamment réduite et à peine égale à celle des microbes que l'on veut arrêter (un millième de millimètre, par exemple).

Cette donnée essentielle peut être facilement obtenue en observant au microscope l'eau qui traverse le filtre Maignen pendant la période de formation, alors que cette eau passe teintée de gris léger par la présence des plus fines particules.

Cette teinte grise à peine visible sert également à faire connaître si les joints sont bien faits, et elle disparaît au moment où le filtre est en état de fonctionner. Ce résultat en effet n'est atteint que lorsque le filtre débite l'eau absolument transparente et incolore, c'est-à-dire quand les dernières particules de charbon sont elles-mêmes retenues en formant le réseau qui est le véritable filtre Maignen.

Notons également que le gonflement progressif de l'amiante au contact de l'eau vient faciliter la constitution définitive du feutrage dont l'ensemble forme le filtre.

Quand l'eau filtrée passe incolore et transparente, il suffit de garnir avec du noir en plus gros grains, puis de sacrifier quelques litres comme lavage définitif pour que l'appareil soit en état de fournir l'eau potable.

Les figures ci-dessous montrent, sans qu'il soit besoin de les décrire davantage, les organes constitutifs du modèle dit *Cottage*, et la manière de procéder pour monter (fig. 1 et 2) le filtre et le garnir de charbon, d'abord très

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fin et en suspension dans l'eau (fig. 2), puis avec du charbon en grains (fig. 3).

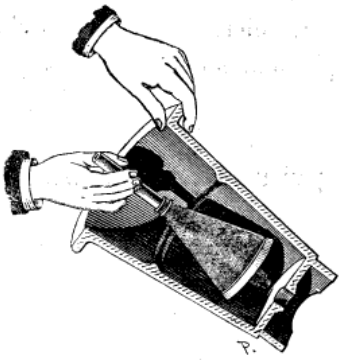


Fig. 1.
Montage du filtre Maignen.

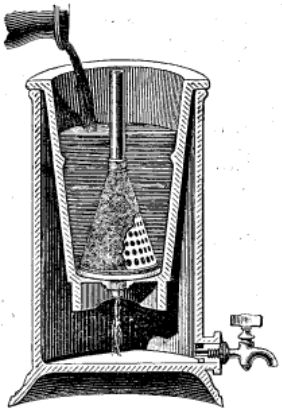


Fig. 2.
Montage du filtre Maignen.

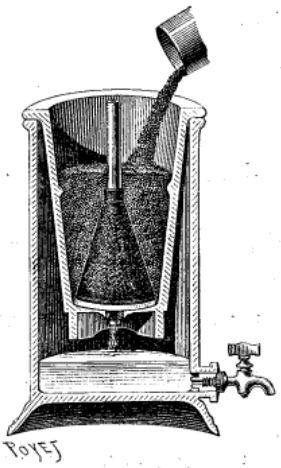


Fig. 3.
Montage du filtre Maignen.

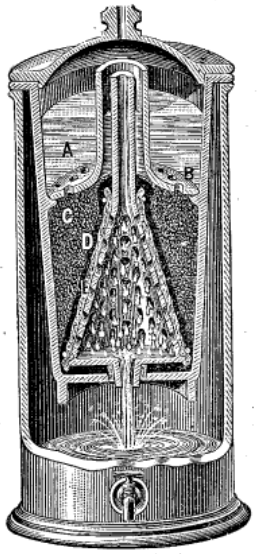


Fig. 4.
Filtre Maignen, modèle dit Cottage.

Enfin la figure 4 représente en coupe les divers organes mis en place et le filtre en activité.

Par ce qui précède, on voit qu'il est facile de se rendre compte du fonc-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tionnement mécanique de l'appareil et de ses résultats au point de vue bactériologique.

Mais pour qu'une eau soit réellement potable, il ne suffit pas de la dépouiller de microbes, il faut la présenter à la consommation sous la forme agréable et en quelque sorte appétissante, que chacun connaît et qui résulte de l'ensemble de nombreuses conditions physiques ou chimiques que je ne puis mentionner ici.

A cet égard, le filtre Maignen bénéficie des propriétés précieuses du noir animal dont l'action oxydante, favorisée par une filtration intermittente,

Fig. 5.
Démontage du filtre Maignen.

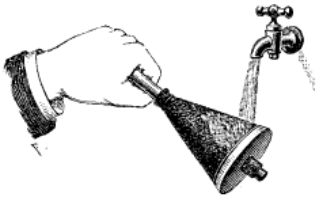


Fig. 6.
Nettoyage du filtre Maignen.

peut servir à détruire et éliminer certaines substances organiques solubles; en même temps que son action élective sur les sels métalliques lui permet de fixer plusieurs des plus dangereux tels que les sels de plomb, de mercure, de cuivre, etc.

Quand le débit du filtre se ralentit de plus en plus, il convient de le démonter et de procéder au nettoyage (fig. 5).

C'est à quoi l'on arrive commodément en dirigeant sur la toile d'amiante un jet d'eau aussi rapide que possible (fig. 6).

Le noir animal est entraîné avec les impuretés et l'on procède à nouveau au montage de l'appareil, ainsi qu'il a été dit en commençant.

Il va sans dire que cette opération doit être exécutée avec soin, mais en revanche chacun peut de cette manière surveiller l'instrument, l'entretenir

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en bon état, faire au besoin varier la dimension des interstices en employant la poudre de charbon plus ou moins fine.

Telles sont les particularités fondamentales du type de filtre pour eau potable qui vous a été présenté par M. Maignen.

Je ne puis entrer ici dans le détail des dispositions variées et souvent heureuses que M. Maignen donne à son appareil pour le rendre susceptible des applications les plus diverses. C'est un instrument essentiellement mobile et transportable, qui n'exige aucune installation à part et fonctionne sans le secours de la pression.

Il convient maintenant de mentionner que ce système a reçu déjà la sanction de l'expérience, au moins en Angleterre, où son usage se répand de plus en plus. On peut même citer une expérience en grand effectuée par les troupes anglaises en Égypte.

Pendant la campagne du Soudan, l'eau consommée par l'armée anglaise était filtrée au moyen des appareils de M. Maignen. L'état sanitaire s'est maintenu dans des conditions excellentes, ainsi que le constate un certificat émanant du général commandant en chef et dans lequel lord Wolseley déclare que le filtre Maignen a fonctionné à la satisfaction générale.

A l'Exposition de 1889, une médaille d'or a été décernée à M. Maignen, et son filtre a rendu, notamment au pavillon d'ostréiculture, des services très appréciés.

En résumé, ce système de filtre qui peut fonctionner en grand, avec ou sans pression, d'une manière intermittente ou continue, et à ce sujet l'inventeur a imaginé plusieurs dispositifs intéressants, paraît néanmoins destiné à rendre principalement des services pour les usages domestiques. Il présente de nombreux avantages pour les habitations isolées et les campagnes où il est impossible de surveiller l'eau potable, comme on peut le faire dans les grandes villes.

Ce filtre n'a besoin d'aucune installation ou conduite spéciale; il n'est pas encombrant, et présente sous un petit volume une surface filtrante considérable.

Entièrement formé de substances non attaquées dans les conditions où il fonctionne, il se monte et démonte rapidement et avec facilité; il avertit du moment où l'eau est bonne à boire et indique également quand il convient de renouveler la couche filtrante.

Dès lors chacun est mis à même de vérifier et assurer l'épuration de la matière première qu'il convient peut-être de surveiller avec le plus de soin

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en ce qui touche l'alimentation. Sur ce terrain, il n'est pas de petit progrès qui n'ait sa grande importance.

C'est pourquoi votre Comité des arts économiques propose : en premier lieu, de remercier M. Maignen de sa très intéressante communication ;

Et en second lieu, de voter l'insertion au *Bulletin* du présent rapport avec les figures qui montrent la manière de se servir de l'appareil.

Signé : Prunier, *rapporteur.*

Approuvé en séance le 11 *avril* 1890.

LÉGENDE DE LA FIGURE REPRÉSENTANT LE FILTRE MAIGNEN.

FIGURE 4. COUPE DU FILTRE.

A, Eau à filtrer.

B, Déversoir servant à diviser le liquide et à maintenir en place le *carbo calcis*.

C, Charbon en gros grains.

D, Charbon fin déposé sur la couche d'amiante.

E, Toile d'amiante fixée par deux ligatures en amiante sur le cône en grès percé de trous pour livrer passage au liquide filtré.

AGRICULTURE

Rapport *fait par* M. Hardy, *au nom du Comité d'agriculture, sur les* ouvrages *de* M. Charles Baltet, *à Troyes* (*Aube*).

Messieurs,

Un horticulteur distingué, M. Charles Baltet, de Troyes, dont les écrits ont une réputation justement acquise, a adressé à la Société deux ouvrages. L'un a pour titre : *Traité de la culture fruitière, commerciale et bourgeoise ;* l'autre : *l'Art de greffer.*

Le premier de ces livres, aujourd'hui à sa deuxième édition, contient 612 pages. Il traite principalement de la grande production fruitière qui est devenue, dans bien des contrées, une des branches importantes de l'exploitation rurale. La plupart de nos espèces fruitières y sont passées en revue.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si quelques-unes, en très petit nombre comme l'olivier, l'oranger, etc., ont été omises, cela tient probablement à ce que leur culture en France ne saurait être généralisée ; elle est forcément limitée par la nature du climat que ces arbres exigent, pour prospérer et donner d'abondantes récoltes. L'abricotier, l'amandier, le cerisier, le châtaignier, le cognassier, le cornouiller, le fraisier, le framboisier, le groseillier, le néflier, le noisetier, le noyer, le pêcher, le poirier, le pommier, le prunier et la vigne sont l'objet de la part de M. Baltet d'études distinctes.

On voit par cette énumération que l'auteur a voulu rendre son livre aussi complet que possible. Après avoir examiné les terrains et les positions qui conviennent à chacune de ces espèces, il choisit les meilleures variétés à cultiver, puis il décrit le mode de plantation à préférer en vue de la production commerciale, ainsi que les procédés de multiplication et de culture à mettre en usage. La récolte des fruits, leur emballage, l'utilisation si variée à laquelle ils se prêtent, enfin leur conservation ou leur transformation sont le sujet de détails minutieux importants à bien connaître.

Tous ces points sont consciencieusement traités. Joignant à une pratique personnelle éclairée une étude sérieuse des cultures qu'il a été voir dans les localités où elles sont réputées les mieux faites, M. Ch. Baltet a pu enrichir son ouvrage de données précieuses. Peut-être cependant trouverait-on sinon exagérés, du moins exceptionnels, les chiffres indiquant soit le produit brut, soit le produit net de certains arbres par hectare. La production des fruits est soumise à tant d'influences météorologiques souvent fâcheuses et leur vente à des fluctuations si grandes qu'il y a toujours beaucoup d'éventualités à courir dans la culture des arbres fruitiers élevés en pleine campagne ou sur des coteaux même abrités. On ne saurait donc être trop réservé dans l'appréciation de la valeur annuelle de leurs produits.

En publiant son traité qu'il termine par des observations générales sur l'organisation des plantations fruitières et sur les ennemis des arbres, M. Ch. Baltet a eu pour but de guider le planteur dans son entreprise et de le mettre à même de réussir. Le Comité d'agriculture estime qu'en suivant les indications de l'auteur le but pourra être atteint. M. Ch. Baltet a donc rendu un réel service en cherchant à faire connaître et à propager des cultures qui contribuent pour une part considérable à l'alimentation publique.

Le deuxième ouvrage de près de 460 pages, envoyé par M. Ch. Baltet : *l'Art de greffer*, est arrivé à sa quatrième édition. Il renferme un appendice sur la restauration des arbres et le rétablissement de la vigne par la greffe.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tout ce qui a rapport au greffage en général y est bien traité. Ainsi le choix des sujets et des greffons, les soins à prendre pour que l'opération soit bien faite et réussisse sont évidemment d'un praticien habile. De bonnes figures accompagnent le texte et aident à le mieux comprendre.

L'énumération des diverses greffes par approche, par rameau détaché, par bourgeon ou œil est peut-être un peu longue, si on se reporte au très petit nombre de celles qui sont employées journellement dans la pratique. Cependant il faut savoir gré à l'auteur de les avoir mentionnées ; elles peuvent servir au besoin.

La partie la plus originale du livre et qui lui donne un intérêt de nouveauté utile, c'est la liste des végétaux de toute sorte qui peuvent se multiplier par le greffage. Cette partie indique en même temps le sujet qu'il convient de prendre, la nature de la greffe à adapter, et l'époque la plus favorable pour obtenir un succès complet. L'art de greffer ainsi compris est, d'après votre Comité d'agriculture, un livre des plus instructifs.

M. Ch. Baltet est un de nos écrivains horticoles des plus recommandables et des plus appréciés. Les deux ouvrages qu'il vient de soumettre au jugement de la Société, quoique de genre différent, se complètent l'un par l'autre. Ils sont le résultat de longues études pratiques et dignes des éloges les mieux mérités. Aussi le Comité d'agriculture a l'honneur de vous proposer de remercier l'auteur de son envoi et d'insérer le présent rapport au *Bulletin* de la Société.

Signé : A. HARDY, *rapporteur.*

Approuvé en séance le 25 *avril* 1890.

CONSTRUCTIONS ET BEAUX-ARTS

RAPPORT *fait par* M. ROSSIGNEUX, *au nom du Comité des constructions et des beaux-arts, sur la* TABLE CHROMATIQUE *de* M. HUPÉ, *artiste tapissier à la manufacture des Gobelins.*

MESSIEURS,

L'étude des lois qui régissent les couleurs a été l'objet de travaux considérables dans le monde entier et un certain nombre de savants les plus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

illustres ont passionnément poursuivi la solution de ce problème, qui pendant bien longtemps a semblé insoluble.

Newton, en décomposant la lumière à l'aide du prisme qui porte son nom, crut trouver sept couleurs mères et, partant de ce principe, formula le premier une théorie des couleurs qui fut vivement combattue par le Père Castel qui tenta de construire un *clavecin oculaire* à l'aide duquel il prétendait affecter l'œil par la succession et la variété des couleurs comme le clavecin ordinaire affecte l'oreille par la succession des sons, mais il travailla toute sa vie à la solution de ce problème sans pouvoir arriver à le résoudre. Il établit cependant que le nombre des couleurs mères qu'il désigne sous le nom de *simples* ou *primitives*, ne saurait excéder le nombre trois qui, mélangées entre elles en d'égales proportions, forment le gris. Mais la théorie qu'il formula sur ces bases nouvelles ne prit un caractère à peu près précis qu'à l'égard des couleurs engendrées par le mélange deux à deux des primitives. Quant au mélange des couleurs résultant des trois primitives, il se refusa à les considérer comme de véritables couleurs.

Enfin vint M. Chevreul, que sa longue direction des teintures à la manufacture des Gobelins conduisait nécessairement à de minutieuses recherches sur les couleurs; vivement sollicité d'ailleurs par les fabricants de soieries de Lyon, il reprit la question et publia une théorie des couleurs qui fit grand bruit à son apparition. Réalisée et mise en pratique à la manufacture des Gobelins, elle fut bien vite universellement connue, acceptée et considérée comme parfaite.

Cependant, si les bases sur lesquelles M. Chevreul fait reposer son œuvre sont absolument indiscutables, la table chromatique qui doit en être la conséquence n'en est pas le complément logique et les résultats obtenus sont en contradiction flagrante avec les prémisses dont elles devraient découler : il en résulte que le désaccord lui enlève non seulement son unité, mais, ce qui est bien plus grave, son utilité pratique.

L'enthousiasme que souleva la théorie des couleurs de M. Chevreul dans le personnel de la manufacture des Gobelins dont l'existence tout entière se passe dans une lutte constante contre les difficultés que présentent la connaissance des lois qui président à la formation des couleurs, et qui seule permet de saisir les rapports qui s'établissent entre elles, ne sauraient se décrire, mais il fut de courte durée. L'espérance, en effet, que cette mise en pratique avait fait naître de posséder enfin un guide sûr, permettant de procéder d'une manière certaine à l'échantillonnage des laines d'une tapisserie

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à exécuter, ne se réalisa malheureusement pas et force fut de constater que, si séduisante qu'elle fût au premier abord, la théorie de M. Chevreul manquait son but en ne montrant pas exactement les relations des couleurs entre elles. Le personnel se trouva donc, de nouveau, dans la nécessité de constituer lui-même sa palette sans autre guide que ses propres aptitudes, éclairées, il est vrai, par la tradition, mais qui malgré son autorité ne saurait parer à toutes les difficultés de l'entreprise.

Cependant un artiste tapissier des Gobelins, M. Hupé père, attaché depuis plus de trente ans à la Manufacture, et qui avait assisté à la mise en pratique de la théorie de M. Chevreul, essaya de se rendre compte des imperfections de la table chromatique, dont les causes étaient d'autant plus difficilement explicables que les lois fondamentales sur lesquelles elles s'appuient sont incontestablement de la plus rigoureuse exactitude. Après de longues et patientes recherches, il acquit la certitude que la construction imaginée par M. Chevreul était en contradiction avec les bases établies par lui-même.

Cette constatation permettait bien, il est vrai, de critiquer l'œuvre de l'illustre maître; mais ce n'était pas là le but que poursuivait M. Hupé père. Il se proposait, surtout, de trouver la figure qui, parfaitement en accord avec la théorie, lui permettrait de mettre en lumière ce que M. Chevreul avait laissé dans l'ombre. Il fallait en conséquence opérer pratiquement ainsi que l'illustre maître avait opéré théoriquement, et, s'appuyant sur les solides jalons plantés par lui, continuer et compléter son œuvre en la rendant pratique.

Pour satisfaire au programme qu'il se proposait de suivre, M. Hupé père considéra comme nécessaire d'envisager la question à un tout autre point de vue et au lieu de chercher un moyen de classer les couleurs suivant une théorie plus ou moins séduisante, il résolut de se borner à les regarder se classer d'elles-mêmes, livrant ainsi à l'œil de l'observateur le secret des lois qui président à leur formation. Là, en effet, se trouve le seul et unique moyen de percer ce voile jusque-là impénétrable, et, après de longues et minutieuses observations, il réussit à entrevoir les dispositions que les couleurs prennent d'elles-mêmes.

Les dispositions entrevues, il restait à les fixer et à trouver les preuves de leur exactitude.

C'est ici que commence le rôle effectif de M. Hupé fils.

Jusqu'alors il n'avait été que le collaborateur de son père ou plus exac-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tement encore que le confident de ses patientes recherches : la mort, en lui enlevant le guide vénéré, lui imposait la lourde tâche de poursuivre seul ce travail ardu et de le mener à bien.

A l'heure présente, le but est atteint et M. Hupé est en mesure de démontrer que la table chromatique telle que l'a conçue M. Chevreul ne donne pas une idée précise, exacte, des rapports qui s'établissent entre les couleurs et d'en déduire les conséquences logiques.

La nouvelle table chromatique dressée par M. Hupé fils, dans laquelle les rapports sont clairement établis, peut se plier à toutes les exigences et constituer un guide sûr pour toute personne appelée à faire usage de couleurs, quel que soit le but qu'elle poursuit. Cette table, abstraction faite, bien entendu, des réactions chimiques, peut fournir mathématiquement aux intéressés la résultante d'un mélange quelconque, quelles que soient les proportions dans lesquelles il doit être opéré, mais, encore, les moyens souvent multiples et très opposés mis à leur disposition pour reproduire une couleur donnée. Enfin, elle permet de trouver sans tâtonnement, d'une manière précise, les couleurs véritablement complémentaires les unes des autres, et cela sans qu'il soit besoin d'études préalables.

J'ajoute que ce n'est pas seulement une théorie plus ou moins ingénieuse dont nous exposons ici les bases, la pratique ayant déjà donné gain de cause à la théorie. En effet, M. Maloisel, l'un des collègues de M. Hupé à la manufacture nationale des Gobelins et sous-chef des ateliers de tapisseries, en a fait l'expérience pratique qu'il considère comme absolument concluante : c'est en s'aidant de cette théorie nouvelle qu'il a constitué la palette qui lui a servi dans la traduction d'une verdure destinée au Palais du Sénat et dont il est l'auteur comme artiste peintre. Cette tapisserie a figuré avec avantage à l'Exposition universelle de 1889.

En résumé, Messieurs, la table chromatique imaginée par M. Hupé est remarquable à ce double point de vue, qu'elle donne la solution d'un problème scientifique qui a été vainement tenté par plusieurs des illustrations du monde savant, qu'elle fournit à l'industrie un guide précieux, sûr dans ses résultats et en fait, en fin de compte, un outil facilement maniable dans la main la moins expérimentée.

C'est à ce titre que le Comité des constructions et des beaux-arts a cru devoir appeler la plus sérieuse attention de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale sur l'œuvre si ingénieuse, si remarquable de M. Hupé et qui intéresse à un si haut degré les arts dans leur application à l'industrie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En conséquence, le rapporteur prie M. le Président de féliciter M. Hupé de sa très intéressante communication et d'en ordonner l'insertion dans le *Bulletin* de la Société.

Signé : ROSSIGNEUX, *rapporteur.*

Approuvé en séance le 25 *avril* 1890.

ARTS CHIMIQUES

RAPPORT *fait par* M. H. LE CHATELIER, *au nom du Comité des arts chimiques, sur un* MÉMOIRE DE M. DEVAL, RELATIF AUX ESSAIS A L'EAU CHAUDE DES CIMENTS ET CHAUX HYDRAULIQUES.

M. Deval, conducteur principal des ponts et chaussées, chargé, sous la direction de M. Salle, ingénieur des ponts et chaussées, du laboratoire du service municipal de la ville de Paris, a présenté à la Société d'Encouragement, pour concourir au prix portant le n° 22, un mémoire sur *les essais des ciments à l'eau chaude.*

Il est nécessaire tout d'abord d'exposer les motifs qui peuvent conduire à employer l'eau chaude dans les essais de ciment. A première vue, il peut sembler étrange de se placer pour l'essai de ces produits dans des conditions aussi différentes de celles qui se rencontrent dans leur emploi usuel. Il faut pour le comprendre se rappeler que dans les travaux les ciments sont à l'état de transformation continuelle ; ils subissent une lente évolution qui commence avec leur prise et ne se termine que par leur destruction. Ils finissent, au bout d'un temps parfois très long, mais jamais illimité, par se désagréger totalement dans l'attaque répétée des agents naturels : gelée, sécheresse, action des eaux courantes et de l'eau de mer. Ces conditions, éminemment variables, et dont le temps est le facteur le plus important, ne peuvent être réalisées dans les essais qui doivent pour présenter une utilité quelconque se faire à très bref délai. Puisque ces essais doivent se faire nécessairement dans des conditions très différentes de celles de la pratique, peu importe qu'ils s'en rapprochent plus ou moins sur un détail particulier, la température de l'eau par exemple. En fixant ces conditions, il n'y a pas lieu de se préoccuper d'analogies dépourvues d'intérêt, il faut seulement chercher à effectuer les essais, de façon à obtenir un classement qui range autant que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

possible les ciments dans l'ordre réel des qualités qu'ils présentent à l'emploi; on peut choisir arbitrairement les conditions les plus favorables pour obtenir ce résultat. Or il n'est pas impossible que l'élévation de température permette d'atteindre ce but; en activant les réactions chimiques, elle accélère le durcissement et intéresse aux essais toujours faits à très courte période une fraction plus notable du ciment mis en œuvre; elle augmente le gonflement dû à la présence de la chaux libre et accélère la désagrégation que cette chaux libre produit encore, quoique plus lentement, à la température ordinaire. On sait que son extinction postérieure à la prise provoque des fendillements, ou au moins des tensions internes qui facilitent l'action destructrice des agents atmosphériques. Bien entendu, il est impossible d'affirmer *a priori* l'existence certaine des avantages attribués par la théorie à l'emploi de l'eau chaude, c'est l'expérience seule qui doit décider en dernier ressort si les résultats des essais faits à l'eau chaude sont plus satisfaisants que ceux des essais faits à l'eau froide. C'est pour élucider cette question que M. Deval a entrepris les recherches qu'il soumet aujourd'hui à votre jugement.

Toutes les fois qu'il s'agit de discuter la valeur d'une méthode d'essais des ciments, on se trouve en présence d'une grave difficulté; pour décider si le classement des produits, donné par ce mode d'essai, est satisfaisant, il faudrait avoir un moyen quelconque d'apprécier les qualités intrinsèques de ces produits et nous n'en avons aucun, ou du moins nous n'en avons qu'un qui ne saurait être d'aucune utilité dans des recherches expérimentales : c'est d'attendre un demi-siècle pour voir si les travaux faits avec un ciment donné ont plus ou moins bien résisté aux agents naturels de destruction. Faute d'un critérium rigoureux, on doit se contenter de quelques règles empiriques empruntées à l'expérience des gens du métier. On admet que la qualité d'un ciment croît avec la résistance maxima qu'il atteint quand on le laisse longtemps durcir sous l'eau, à l'abri des actions atmosphériques; cette résistance est bien supérieure à celle dont on aura besoin dans les constructions : elle peut être le centuple. Mais il est assez vraisemblable que plus cette résistance sera grande, plus longtemps elle mettra à se réduire à néant sous l'action des agents de destruction. On admet de plus que la composition chimique doit être renfermée entre certaines limites déterminées; que la roche cuite doit présenter un aspect particulier; que la prise ne doit être suivie d'aucun fendillement, etc. C'est à l'aide de ces caractères plus ou

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moins vagues qu'il faut juger de la qualité des ciments et partant décider de la valeur des méthodes d'essais qu'on leur applique.

Le mode d'essai des ciments le plus fréquemment employé consiste à mesurer des résistances effectuées à brève échéance, après deux jours, sept jours, vingt-huit jours de durcissement. On ne saurait pratiquement attendre un temps plus long pour décider de l'acceptation ou du refus d'une livraison de ciment. On rapporte les chiffres de résistance au centimètre carré de la section de rupture. Ces chiffres varient dans des limites très étendues avec la nature de l'effort (compression, traction, flexion, torsion); avec les dimensions de la section de rupture; avec la proportion de sable, d'eau employée dans la confection du mortier; avec la nature de l'eau, sa température. Il faut donc, pour faire un classement quelconque, se placer dans des conditions bien définies et qui restent toujours identiques à elles-mêmes.

L'usage actuel est de faire les essais par *traction* sur des briquettes de 5 centimètres carrés à la section, confectionnées avec un mortier $\frac{\text{ciment}}{\text{sable}} = \frac{1}{3}$, gâché avec le minimum d'eau nécessaire pour que, par un battage très énergique, l'eau vienne refluer à la surface du ciment (1). Le durcissement s'effectue sous l'eau à la température de 15°. Les briquettes sont cassées à 7 jours et 28 jours d'âge. Le mode d'essai que M. Deval s'est proposé de comparer au précédent, en diffère par la température de 80 degrés à laquelle s'est effectué le durcissement et l'âge plus faible des briquettes au moment de leur rupture : 2 jours et 7 jours.

Avant d'aborder la discussion des résultats obtenus, il faut rappeler que les classements de ciments, d'après les mesures de résistance, ne peuvent être qu'approchés en raison des erreurs d'expériences considérables que comporte ce genre de mesure. Sur une série de six briquettes identiques, on obtient toujours des écarts de plus de 10 p. 100, qui peuvent aller dans certains cas exceptionnels jusqu'à 100 p. 100 (2). Dans ces conditions, il serait oiseux de

(1) L'emploi de cette faible quantité d'eau adoptée sous l'impulsion des fabricants de ciment a pour résultat de donner des chiffres de résistance très élevés dès les premiers jours de la prise; elle a par contre le grave inconvénient de donner des chiffres très variables avec le degré de compression de la pâte (les chiffres extrêmes peuvent être dans le rapport de 1 à 3). Il est presque impossible d'avoir des chiffres comparables d'un laboratoire à un autre; dans un même laboratoire, on est à la merci du plus ou moins de conscience de l'opérateur, ou simplement de son degré de fatigue. A la fin de la journée, il mettra moins de vigueur à son travail que le matin.

2) C'est le cas des essais de briquettes de ciment pur, gâché à l'eau de mer. Lorsqu'elles ont atteint un certain âge, elles acquièrent une fragilité particulière; les cassures partent dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

discuter sur les divergences qui peuvent exister entre deux modes de classement, quand les écarts de résistances dont elles résultent n'atteignent pas 10 p. 100 de la valeur absolue de ces résistances. Enfin, même les erreurs d'expériences mises à part, il est bien certain qu'aucun des procédés d'essais à froid ne donne le classement réel des ciments. La meilleure preuve en est que ce classement varie avec les conditions mêmes de ces essais. Les chiffres suivants, empruntés aux publications du laboratoire des Ponts et Chaussées, en sont la meilleure démonstration. Le numéro de classement est inscrit dans chaque colonne, à côté du chiffre de résistance qui a servi à l'établir.

ESSAIS DES CIMENTS PORTLAND

N° D'ORDRE DU CIMENT.			3051		3129		3241		3281		3332		3384	
Ciment pur.	Arrachement.	28 jours.	44,33	4	58,83	1	52,07	2	44,37	3	29,10	6	32,67	5
		1 an. . .	40,53	4	44,50	3	47,55	2	49,83	1	29,47	6	36,70	5
	Écrasement. .	28 jours.	507	3	719	2	754	1	500	4	279	6	319	5
		1 an. . .	720	4	844	1	819	2	775	3	492	6	595	5
Mortier 1/3. .	Arrachement.	28 jours.	13	5	21,5	2	23,77	1	20,23	3	18,13	4	10,33	6
		1 an. . .	18,9	6	26,73	4	33,70	1	32,87	2	30,10	3	21,40	5
	Écrasement. .	28 jours.	153	3	206	2	264	1	204	3	174	4	121	6
		1 an. . .	428	4	209	6	388	1	366	2	241	3	225	5
Variation du classement.			3 à 6		1 à 6		1 à 2		1 à 4		3 à 6		5 à 6	

Un grand nombre de ces variations dans le rang de classement persisterait, même en modifiant de 10 p. 100, dans un sens convenable, les chiffres de résistance; elles ne semblent donc pas toutes pouvoir être attribuées aux erreurs d'expérience.

Les expériences de M. Deval n'ont pas porté seulement sur les ciments Portland, mais aussi sur les ciments à prise rapide, la chaux hydraulique. On passera successivement en revue ces différentes catégories de produits.

CIMENTS PORTLAND

Ces ciments s'obtiennent par la cuisson à une température élevée et longtemps soutenue de mélanges en proportion déterminée de calcaire et

une direction quelconque. Il est bien rare alors que sur six ruptures on n'obtienne pas des chiffres variant du simple au double.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'argile. Le ciment bien cuit se présente sous forme d'une roche dure, scoriacée, de couleur noir verdâtre. Il est essentiellement composé du mélange d'un certain nombre de composés cristallisés :

$SiO^2,3CaO$ élément essentiel du durcissement des ciments, et qui en constitue de beaucoup la plus forte partie.

$Al^2O^3,3CaO$, élément accessoire du durcissement et dont le principal rôle est d'accélérer la rapidité de prise. Il est toujours peu abondant.

Un silico-aluminate de chaux fusible dont le rôle, pendant le durcissement, est nul ou au moins très faible, mais qui, pendant la cuisson, est l'intermédiaire indispensable pour la combinaison de la silice et de la chaux.

A côté de ces éléments utiles peuvent se trouver des éléments nuisibles dont la présence diminue la qualité du ciment.

$SiO^2,2CaO$, corps qui se pulvérise spontanément par refroidissement et donne naissance aux poussières lourdes des ciments. Ses propriétés hydrauliques sont sensiblement nulles; il se comporte comme une matière inerte mêlée au ciment. Il se forme aux dépens de l'élément actif $SiO^2,3CaO$ toutes les fois que la proportion de chaux dans le mélange descend trop bas.

CaO. La chaux vive libre est très dangereuse, même à des doses très faibles, inférieures à 1 p. 100. En raison de la température élevée de sa cuisson et de sa dissolution dans des matières fondues, elle ne s'éteint que très lentement, longtemps après la prise du ciment. Son gonflement provoque des fentes dans la masse déjà solide et en amène soit la désagrégation immédiate, soit la désagrégation progressive sous l'action des agents atmosphériques. La présence de chaux libre peut résulter, soit d'un dosage de la pâte trop forte en chaux, soit d'un mélange imparfait du calcaire et de l'argile, qui donne en certains points des excès de chaux, tandis qu'à côté la silice est en excès, soit enfin d'une cuisson insuffisante qui n'a pas permis l'achèvement des réactions de la silice et de la chaux. Tous les incuits reconnaissables à leur couleur brune, qu'ils soient en roche dure ou en marne poreuse, se désagrègent à la longue à l'air humide par suite du travail d'extinction de leur chaux libre.

La première série d'expériences de M. Deval a porté sur des produits provenant du Boulonnais et classés d'après les conditions mêmes de leur fabrication. Ils sont au nombre de six, présentant les caractères suivants :

1° *Ciment normal fin*. Fabrication actuelle, produit de première qualité.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Composition chimique.			Degré de finesse.					
SiO^2	21,3							
Al^2O^3	7,8							
Fe^2O^3	2,4		Résidu au tamis à		900 mailles	3 p. 100.		
CaO	65,2	$\frac{CaO+MgO}{SiO^2+Al^2O^3}=2,93$	—	—	5000	—	18	—
MgO	1,4							
SO^3	0,7							
HO et pertes	1,2							
	100							

2° *Ciment normal gros.* Ancienne fabrication, produit de bonne qualité, mais partiellement éventé par un long séjour au laboratoire.

Composition chimique.			Degré de finesse.					
SiO^2	23,8							
Al^2O^3	8,4							
Fe^2O^3	2,5		Résidu au tamis à		185 mailles	3 p. 100.		
CaO	58,3	$\frac{CaO+MgO}{SiO^2+Al^2O^3}=2,42$	—	—	900	—	11	—
MgO	1,2		—	—	5000	—	35	—
SO^3	1,3							
HO et pertes	2,5							
	100							

3° *Ciment Portland rapide.* Produit spécial obtenu en diminuant le dosage en chaux et en même temps réduisant la consommation du combustible de cuisson. Ce ciment a été fabriqué pendant un temps pour les travaux de la ville de Paris comme concurrence aux ciments naturels de Vassy. Il a donné de très bons résultats et doit, au même titre que les deux précédents, être considéré comme un ciment de bonne qualité.

Composition chimique.		
SiO^2	22,1	
Al^2O^3	8,6	
Fe^2O^3	2,5	
CaO	63,4	$\frac{CaO+MgO}{SiO^2+Al^2O^3}=2,60$
MgO	1,4	
SO^3	1	
HO et pertes	1	
	100	

Les ciments suivants sont des produits de mauvaise qualité.

4° *Ciment de poussières lourdes.* Ce ciment a été obtenu en triant à la sortie du four les parties de la roche qui se pulvérisent spontanément pen-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dant le refroidissement. Cette pulvérisation est l'indice d'une forte proportion de matières inertes, dont le mélange avec les éléments actifs affaiblit la force du ciment.

Composition chimique.	
SiO^2	28,2
Al^2O^3	8,1
Fe^2O^3	2,6
CaO	58,4
MgO	0,9
SO^3	1
HO et pertes	0,9
	100

Indice $\frac{CaO+MgO}{SiO^2+Al^2O^3} = 1,98$

5° *Ciment d'incuits*. Ce ciment a été obtenu par le broyage des roches incuites qui se trouvent en plus ou moins grande proportion dans toutes les cuissons, en différents points du jour, surtout vers le sommet. Ces roches poreuses et friables renferment de la chaux non combinée qui s'éteint à la longue à l'air humide. Ces produits, de qualité inférieure, sont généralement laissés dans le ciment tout venant dont ils altèrent la qualité.

Composition chimique.	
SiO^2	20,1
Al^2O^3	7,7
Fe^2O^3	2,2
CaO	65
MgO	1
SO^3	1,4
HO et pertes	2,6
	100

Indice $\frac{CaO+MgO}{SiO^2+Al^2O^3} = 2,93$

Cette matière est non seulement incuite, mais encore exceptionnellement riche en chaux; même par une cuisson prolongée, il aurait été difficile de réaliser la combinaison intégrale de la chaux.

6° *Ciment avec excès de chaux*. Ce ciment, de composition anormale, avait été fabriqué à titre d'expérience. Malgré une cuisson convenable, il est impropre à tout usage. L'excès de chaux qu'il renferme amène dans les briquettes de ciment pur, même durcies sous l'eau froide, des gonflements et fendillements énormes.

Composition chimique.	
SiO^2	20
Al^2O^3	6,3
Fe^2O^3	1,9

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Composition chimique.

CaO	66
MgO	0,9
SO^3	1,2
HO	2,5
Non dosés	0,7
	100

Indice $\frac{CaO+MgO}{SiO^2+Al^2O^3} = 3,1$

Les expériences dont les résultats sont consignés dans le tableau suivant ont été faites en immergeant les briquettes 24 heures après leur confection. Les ruptures ont été faites, à froid, 7 jours et 28 jours après l'immersion; à chaud, 2 jours et 7 jours après l'immersion. La température de l'eau chaude était de 80°. Les briquettes étaient faites avec un mortier composé de 1 partie de ciment et 3 parties de sable normal et gâchées avec 11 p. 100 d'eau.

	RÉSISTANCES A FROID.		RÉSISTANCES A CHAUD.	
	7 JOURS.	28 JOURS.	2 JOURS.	7 JOURS.
	kilos.	kilos.	kilos.	kilos.
Ciment normal fin.	15	23,2	17,2	24,3
Ciment grosse mouture.	6,7	13,7	7,6	11
Ciment rapide.	6,2	16,5	7,3	16,2
Ciments de poussières lourdes. .	2,9	3,9	Se sont désagrégés dans l'eau chaude.	
Ciments d'incuits.	6,1	12,2		
Ciments à excès de chaux. . . .	7,6	20,2		

On voit que les ciments de bonne qualité ont seuls résisté à l'eau chaude et ont donné à 2 jours et à 7 jours des résistances sensiblement égales à celles qu'ils avaient données à froid à 7 jours et 28 jours.

Les ciments notoirement de mauvaise qualité n'ont pas résisté à l'eau chaude et se sont désagrégés. Cette désagrégation peut être attribuée à deux causes distinctes : le défaut de résistance au moment de l'immersion dans le cas des poussières lourdes; le gonflement dû à l'extinction de la chaux dans le cas des incuits ou du ciment à excès de chaux.

Il suffit pour les poussières lourdes d'attendre 48 heures avant l'immersion dans l'eau chaude pour que les briquettes ne se désagrègent plus. Les résistances ont été alors :

Eau chaude.		Eau froide.	
2 jours.	$3^k,2$	7 jours.	$2^k,9$
7 jours.	$4^k,3$	28 jours.	$3^k,9$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ici encore les résistances obtenues à 2 et 7 jours à 80° sont les mêmes que celles obtenues à 7 et 28 jours à froid. On verra de même que les chaux peu hydrauliques dont le durcissement est très lent ne tiennent à l'eau chaude que si on attend avant leur immersion un nombre de jours suffisant.

Les ciments incuits ou renfermant un excès de chaux n'ont pas résisté à l'eau chaude, même en attendant plusieurs jours avant l'immersion. C'est bien l'extinction de la chaux libre qui est la cause de cette désagrégation, car en laissant le ciment s'éventer à l'air humide avant de le gâcher, il devient capable de résister à l'eau chaude. M. Deval a fait l'expérience suivante sur le ciment à excès de chaux. Il le laissa séjourner dans une cave humide de façon à lui faire prendre successivement 1 p. 100 et 5 p. 100 d'eau. Des briquettes faites avec ce ciment éventé, dont la chaux libre s'était partiellement éteinte, ont pu résister à l'eau chaude après trois jours de prise. Les résultats ont été les suivants :

	Eau chaude.		Eau froide.	
Ciment naturel.			7 jours. 7k,6	28 jours. 20k,2
— + 1 p. 100 d'eau.	2 jours.	2k,5	— 12	— 24 ,5
— + 5 p. 100 d'eau.	7 —	4 ,3	— 4	— 20 ,5

On remarquera que même après extinction préalable les résistances à l'eau chaude sont très faibles, elles sont seulement égales à celles obtenues à l'eau froide au bout du même temps de durcissement.

Ces premières expériences permettent de formuler quelques conclusions importantes :

« 1° Les essais de résistance à froid ne peuvent rien apprendre sur la qua-
« lité d'un ciment, puisque le ciment à excès de chaux qui est certainement
« détestable a donné d'excellents résultats aux essais. Ce fait du reste est bien
« connu aujourd'hui depuis les désastres qu'ont occasionnés l'emploi du ciment
« de Campbon, qui, lui aussi, s'était parfaitement comporté aux essais.

« 2° Les ciments Portland, de bonne qualité, gâchés en mortier de sable
« normal 1/3, résistent à l'eau chaude à 80°. Ils donnent, après 2 et 7 jours
« de durcissement à l'eau chaude, des résistances sensiblement égales à celles
« qu'ils prennent à l'eau froide au bout de 7 et de 28 jours.

« 3° Les ciments trop faibles en raison des matières inertes qu'ils ren-
« ferment ne résistent pas à l'eau à 80° après 24 heures de prise ; mais ils
« résistent après un temps plus long et les relations entre les résistances
« à chaud et à froid sont les mêmes que pour les ciments de bonne qualité.

« 4° Les ciments qui renferment un trop grand excès de chaux libre, soit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« par suite d'une mauvaise cuisson ou d'un mauvais dosage, ne résistent « pas après 24 heures de prise à l'immersion dans l'eau chaude. Lorsque « l'excès de chaux est moindre, soit naturellement, soit en raison d'une « extinction partielle, les briquettes peuvent résister à l'eau chaude au bout « d'une durée de prise plus ou moins longue. Mais dans ce cas les résis- « tances à chaud au bout de 2 et 7 jours sont bien inférieures à celles que « l'on obtient à froid au bout de 7 et 28 jours. La comparaison des ré- « sistances à chaud et à froid permet donc de reconnaître la présence « de la chaux libre dans les ciments, même lorsqu'elle est en très faible « quantité. »

Une seconde série d'expériences fut faite, par M. Deval, sur des ciments Portland naturels ou artificiels et ciments de grappier de différentes provenances. Les résultats de ces essais sont reproduits dans le tableau suivant en classant les ciments d'après les essais à l'eau chaude à 7 jours et réunissant dans un même groupe ceux dont les résistances ne diffèrent pas entre elles de plus de 10 p. 100 de leur valeur, c'est-à-dire d'une quantité inférieure aux erreurs possibles d'expériences.

Les ciments I, K, L, sont des ciments naturels.

Les ciments C et G sont des ciments de grappier.

Les autres ciments sont des Portlands artificiels.

CLASSEMENT A CHAUD A 7 JOURS.			RÉSISTANCES A CHAUD.		RÉSISTANCES A FROID.		
			2 JOURS.	7 JOURS.	7 JOURS.	28 JOURS.	1 AN.
	kilos.		kilos.	kilos.	kilos.	kilos.	kilos.
1er groupe. . . .	34	A	23	34	17	28	46
2e groupe. . . .	17	B	2,50	17	3,30	6,85	40,5
		C	2,50	17	6,60	15	29,7
		D	11,5	16,7	9,50	21	30,75
		E	5,15	16	14,75	21	40
3e groupe. . . .	14	F	8	14,7	6,3	14,5	24,25
		G	4,50	14	7,8	14	30,5
		H	8,2	13,75	6,3	12,75	27,25
4e groupe. . . .	5	I	2,70	5,6	3,2	8,2	21,2
		J	4,9	4,1	6,7	14,75	28,75
5e groupe. . . .	0	K	Désagrégés.		3,6	6,8	»
		L	id.		1,4	2,9	»
		M	id.		5,8	14	»
		N	id.		2,2	5,5	»
		O	id.		1,1	5,6	»

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce tableau montre que les classements à 7 jours à chaud, 28 jours à froid, sont d'accord dans leur ensemble, et présentent seulement quelques désaccords partiels. Il y a lieu de discuter de plus près chacun de ces cas particuliers.

Le ciment du premier groupe tient partout la tête.

Dans le second groupe le ciment B qui vient en tête ne serait classé que le onzième dans les essais à froid à 28 jours. Le classement à chaud est préférable, car il est d'accord avec celui qui résulte des essais à froid au bout d'un an. C'est un ciment qui durcit lentement et n'a pas eu le temps, au bout de 28 jours, de développer toutes ses qualités. Les autres ciments de ce groupe sont à froid supérieurs à ceux des groupes suivants. Il y a seulement dans l'intérieur de ces groupes une inversion pour le ciment C qui à 28 jours est bien moins résistant que le ciment D et E. Il donne 15 kilogrammes, au lieu de 21 pour les deux autres. Cela tient à une différence dans la rapidité du durcissement due à ce que D et E sont de véritables Portlands, tandis que C est un ciment de grappier à peine alumineux. L'essai à chaud avantage les ciments les plus siliceux, ce qui ne peut être regretté.

Le troisième groupe donne des résultats concordants à chaud et à 28 jours à froid.

Dans le quatrième groupe se trouve le ciment J avec des résistances extraordinairement faibles à chaud, tandis que sa résistance à froid à 28 jours le classerait en tête du troisième groupe. Si l'on se reporte à la première série d'expériences, on est amené à conclure que ce ciment renferme de la chaux libre. Cette conclusion qui résulte des essais à chaud ne surprend nullement quand on connaît les procédés de fabrication de l'usine qui a fourni le ciment J. Les procédés de mélange des pâtes sont tout à fait insuffisants et donnent des ciments connus pour leur défaut d'homogénéité.

Dans le cinquième groupe la désagrégation résulte de la prise trop lente des ciments ; aucun d'eux, sauf L, n'avait au moment de l'immersion une résistance de $0^k,5$. Cela suffit à expliquer leur désagrégation lors de l'immersion dans l'eau chaude. Quant à L, c'est un Portland naturel présentant la même composition que les Portlands artificiels, c'est-à-dire beaucoup trop riche en chaux. Sa désagrégation doit être attribuée à la présence de chaux libre.

Tous les ciments de ce groupe, sauf M, ont donné à 28 jours à froid des résistances inférieures à celles des ciments des groupes précédents. Pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le ciment M seul, le classement à chaud semble avoir été défectueux. En raison de la lenteur de sa prise, il eût été préférable de ne l'immerger qu'au bout de 48 heures.

Il résulte donc de la discussion de cette seconde série d'expériences que, sauf pour un ciment à prise très lente, le classement à chaud s'est montré semblable ou préférable au classement à froid ; cette unique exception, si elle n'est pas le résultat d'une erreur d'expérience, aurait disparu en laissant les briquettes durcir à l'air 48 heures, au lieu de 24, avant leur immersion dans l'eau chaude.

On remarquera que l'égalité de résistance des ciments ne renfermant pas de chaux libre dans les essais à 7 jours à chaud et à 28 jours à froid ne se vérifie pas ici aussi complètement que dans les ciments triés sur lesquels avait porté la première série d'expériences. Sur un certain nombre de produits les résistances à chaud sont notablement supérieures aux résistances à froid, notamment dans le ciment B. Ce fait pourrait être attribué à la présence de matières siliceuses, de matières pouzzolaniques dont le durcissement à froid serait très lent.

« Il résulte de ces deux séries d'expériences sur les ciments Portland que « le classement des ciments d'après les essais à chaud est certainement pré- « férable au classement fait d'après les essais à froid. De plus, pour les pro- « duits normaux la résistance après 7 jours de chauffe à 80° est sensiblement « égale à la résistance après 28 jours à froid. Les résistances à chaud sont plus « faibles pour les ciments renfermant de la chaux libre, qui sont ainsi dépré- « ciés avec juste raison, et plus fortes pour certains ciments qui, ayant un « durcissement très lent, n'atteignent leur résistance maxima qu'au bout « d'une année et plus, comme cela arrive pour les chaux. »

CIMENTS DE LAITIER

Ces ciments se rapprochent au point de vue de l'emploi des ciments Portland ; ils ont la même lenteur de prise et peuvent à la longue atteindre des résistances aussi considérables. Ils en diffèrent au contraire complètement par leur constitution. Ce sont des mélanges de chaux grasse ou hydraulique avec des laitiers de haut fourneau possédant des propriétés pouzzolaniques énergiques qu'ils doivent à une composition chimique et à un traitement physique spécial.

Comme composition chimique, ces laitiers doivent renfermer une pro-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

portion de chaux considérable et une certaine quantité d'alumine ; mais ils doivent en même temps conserver l'état vitreux qui est l'état normal des laitiers pauvres en chaux. On concilie ces deux conditions contradictoires en faisant couler dans l'eau froide le laitier qui sort fondu du haut fourneau. Ce refroidissement brusque produit une véritable trempe, analogue à celle de l'acier, et empêche les laitiers riches en chaux de prendre l'état cristallisé, comme ils le feraient par un refroidissement lent.

Les laitiers habituellement employés dans la fabrication des ciments de laitier ont une composition qui serait représentée par une formule voisine de $2\,SiO^2$, Al^2O^3, $3CaO$. En augmentant la teneur en chaux, la qualité du laitier peut être encore améliorée, quand on réussit, ce qui devient plus difficile, à lui conserver par la trempe l'état vitreux.

M. Deval n'a pas fait d'expériences sur les ciments de laitier ; les résultats suivants sont empruntés à un mémoire de M. Prost, ingénieur des mines (1).

Les expériences ont été faites sur des mortiers 1/3 ; les briquettes ont été immergées 7 jours dans l'eau à 90° après 24 heures de prise à l'air. Les résistances ont été prises à l'*écrasement*. Le tableau suivant donne la composition du ciment et les résistances de 7 jours à chaud et à 28 jours à froid. L'ordre du tableau est celui des résistances décroissantes à chaud. On a intercalé comme terme de comparaison les résultats donnés par le ciment Portland à fine mouture qui avait servi à M. Deval dans la première série de ses expériences.

Essai comparatif des ciments de laitier à chaud et à froid.

COMPOSITION DU LAITIER.	PROPORTION DE CaO,HO POUR 100 DE LAITIER.	RÉSISTANCE A 7 JOURS A 90°.	RÉSISTANCE A 28 JOURS A FROID.
	p. 100.		
$2SiO^2$. 0,25 Al^2O^3. 2,25 CaO.	32	0	0
$2SiO^2$. 0,5 Al^2O^3. 2,50 CaO.	37	25	26
$2SiO^2$. 0,50 Al^2O^3. 3,50 CaO.	25	35	29
$2SiO^2$. 0,25 Al^2O^3. 3,25 CaO.	25	36	36
$2SiO^2$. Al^2O^3. 3 CaO.	40	53	65
Ciment de Boulogne. . . .		65	82
$2SiO^2$ Al^2O^3. 4 CaO.	34	77	75

Les chiffres des résistances obtenues sont beaucoup plus faibles que ceux

(1) *Note sur la fabrication et les propriétés des ciments de laitier*, par M. Prost, ingénieur des Mines, *Annales des Mines*, 8e série, t. XVI, pp. 158-208.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que l'on obtient habituellement dans les essais semblables; parce que le mortier a simplement été tassé dans les moules à la truelle sans aucun battage. Cette opération a pour résultat de tripler et même de quadrupler les résistances, comme le montre l'expérience suivante relative au ciment Portland de Boulogne et faite sur du mortier 1/3.

	Résistance à 28 jours à chaud.
Mortier tassé à la truelle.	67 kil.
— battu à la massette.	190 —

On voit donc que les ciments de laitier sont rangés dans le même ordre pour les essais à chaud et à froid; et que la valeur des résistances sont sensiblement égales. Il n'y a que dans la comparaison des ciments de laitier et du ciment Portland qu'il se produise une inversion, mais elle résulte d'un écart de résistance inférieure à 10 p. 100, c'est-à-dire négligeable.

« Pour les ciments de laitier comme pour les ciments Portland, on « peut donc remplacer les essais à froid par des essais à chaud. Il serait « très avantageux de le faire pour les ciments de laitier fabriqués avec des « chaux hydrauliques; on pourrait éliminer par ce procédé les ciments fabri- « qués avec des chaux mal éteintes dont les qualités sont certainement infé- « rieures, mais qui donnent des résistances supérieures aux essais à froid à « courte période.

CIMENT A PRISE RAPIDE

Le ciment à prise rapide s'obtient par la cuisson des calcaires argileux à la température la plus basse qui suffira pour produire la décarbonatation. Cette basse température, insuffisante pour amener le ramollissement du ciment, permet d'employer pour la cuisson le procédé des fours coulants, qui est très économique comme consommation de combustible. Ce mode de cuisson donne un produit très hétérogène dans lequel le silice, l'alumine et la chaux n'ont fait que commencer à réagir. Il renferme une proportion notable de chaux libre dont la présence n'est pas dangereuse comme dans les ciments Portland, en raison de la faible cuisson et de la porosité de la roche qui rendent possible l'extinction de la chaux avant le commencement du durcissement. Cette extinction se produit en majeure partie dans le jour aux dépens de l'humidité de l'air pendant le refroidissement, en partie à l'air libre pendant le broyage ou après la mise en sac et se termine pendant le gâchage. A cette existence de chaux libre correspond celle d'argile non combinée simplement calcinée, ou combinée à de très petites quantités

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de chaux, produits pouzzolaniques qui réagissent très lentement sur la chaux libre en produisant un durcissement très lent. Il se forme en outre des petites quantités d'aluminate de chaux qui communiquent au ciment sa rapidité caractéristique de prise.

Ce ciment est donc opposé dans toutes ses propriétés au ciment Portland. Sa prise très rapide ne met guère plus d'une dizaine de minutes à se produire, tandis que celle du ciment Portland ne met pas moins d'une demi-heure à se produire et peut durer plusieurs heures.

Par contre, le durcissement complet de ce ciment est très lent, met plusieurs années à se terminer, tandis que le ciment Portland a un durcissement relativement très rapide qui est à peu près terminé au bout de quelques mois. Ainsi le ciment Portland ne double jamais de résistance de trois mois à un an; parfois même l'accroissement n'est que de un quart. Dans le même laps de temps, la résistance du ciment à prise rapide fait toujours plus que doubler, parfois même quadrupler : cela indique bien que les réactions chimiques amenant le durcissement sont loin d'être terminées.

CIMENTS.	EAU CHAUDE.		EAU FROIDE.		
	2 JOURS.	7 JOURS.	7 JOURS.	28 JOURS.	1 AN.
	kilos.	kilos.	kilos.	kilos.	kilos.
A	6,10	11,15 (1)	4,20	7,70 (2)	17,50 (2)
B	3,80	8,85 (2)	4,10	11,25 (1)	22,25 (1)
C	6,05	8 (3)	2,20	5,45 (3)	17,50 (3)
D	2	7,40 (4)	0,80	4,10 (4)	12,50 (7)
E	2,05	7,25 (5)	1,70	2,25 (8)	14 (6)
F	0,85	6,35 (6)	0,99	2,10 (9)	8,35 (9)
G	1,30	6,20 (7)	0,80	3,05 (6)	15 (4)
H	2,50	5,20 (8)	0,80	2,05 (10)	14,75 (5)
I	1,70	5,10 (9)	0,70	0,90 (11)	6,40 (11)
J	0,95	3,55 (10)	0,70	3 (7)	7 (10)
K	0,90	2,50 (11)	1,15	3,35 (5)	11,50 (8)

Dans le ciment à prise rapide il y a toujours certains fragments plus cuits que les autres dont la proportion augmente, bien entendu, avec la quantité de combustible employé. Ils se rapprochent par leurs propriétés des ciments Portland naturels, augmentent la rapidité, non pas de la prise, mais du durcissement proprement dit des ciments rapides, et améliorent les résultats obtenus dans les essais à froid. Par contre, la chaux libre qu'ils renferment

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est d'une extinction plus difficile : elle peut, par son extinction tardive, être une cause d'accidents analogues à ceux qui ont été signalés dans les ciments Portland proprement dits.

Les expériences de M. Deval ont porté sur une dizaine de ciments employés dans les travaux de la Ville de Paris. Les briquettes étaient faites avec un mortier de ciment et sable normal dans le rapport de deux cinquièmes, gâché avec une petite quantité d'eau et fortement battu. Les briquettes étaient immergées six heures après leur confection ; elles ont, au bout de ce temps, acquis, par suite de la rapidité de leur prise, une solidité suffisante pour résister à l'action de l'eau chaude. Les ciments sont rangés dans l'ordre de classement résultant des essais faits à chaud après 7 jours. Les numéros placés entre parenthèse à côté des chiffres de résistance indiquent l'ordre de classement résultant de ces chiffres.

On voit qu'aucun des trois classements à chaud après 7 jours, ou à froid après 28 jours et 1 an ne sont d'accord ; en les comparant deux à deux, on trouve des écarts du même ordre d'importance. Parmi ces trois classements, quel est le meilleur? y en a-t-il même un seul qui soit bon? Ce sont là autant de questions qui semblent actuellement insolubles. Les ciments à prise rapide considérés comme des produits de qualité inférieure n'ont pas été étudiés avec le même soin que les ciments Portland : même en opérant sur des produits triés à l'usine, on ne peut être certain de la qualité.

On remarquera que, pour neuf de ces ciments sur onze, les résistances à chaud après 7 jours sont extrêmenent supérieures aux résistances après 28 jours, ce qui n'arrive jamais avec les ciments Portland proprement dits. Cette particularité doit être attribuée sans doute au rôle des matières pouzzolaniques dans le durcissement.

CHAUX HYDRAULIQUES

Les chaux hydrauliques s'obtiennent par la cuisson de calcaires siliceux assez riches en chaux et renfermant le moins possible d'alumine. Ils doivent après cuisson contenir une quantité de chaux non combinée et par suite susceptible de s'éteindre, assez considérable pour que son extinction puisse provoquer la désagrégation, la pulvérisation complète de la roche cuite sans l'emploi d'aucun procédé mécanique. Cet excès de chaux libre s'oppose en même temps au ramollissement de la pierre pendant la cuisson et permet l'emploi des fours coulants. Pour ces deux motifs, les chaux sont de tous les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

produits hydrauliques ceux dont le prix de revient est le plus faible.

Les produits actifs qui se forment pendant la cuisson sont le silicate tricalcique de chaux, SiO^2, 3 CaO identique à celui des ciments Portland. C'est le corps qui joue de beaucoup le rôle le plus important dans le durcissement des chaux de bonne qualité. Il se forme en outre les silicates inférieurs SiO^2, CaO et SiO^2,2 CaO qui n'ont aucune propriété hydraulique et ne durcissent que sous l'action de l'acide carbonique et des matières pouzzolaniques, silice non combinée ou silicates acides de chaux qui donnent lieu à un durcissement très lent en se combinant progressivement à la chaux libre. Ces dernières matières sont les plus abondantes dans les chaux insuffisamment cuites.

L'alumine, en présence de l'excès de chaux, donne des aluminates de chaux très facilement altérables par l'eau et qui s'hydratent complètement pendant l'extinction sans pourtant concourir en aucune façon à celle-ci. L'alumine ne faisant qu'augmenter la proportion de matière inerte renfermée dans la chaux éteinte est donc seulement nuisible. C'est pour cela que dans la fabrication des chaux il faut employer autant que possible des calcaires exclusivement siliceux. Mais en l'absence de l'alumine, corps fondant par excellence, la combinaison de la chaux avec la silice devient extrêmement difficile; elle n'est possible qu'à la condition que cette dernière soit à l'état de division extrême (grains de un millième de millimètre). Le sable quartzeux toujours très grossier, ne peut, mêlé au carbonate de chaux, concourir à la production des chaux hydrauliques.

Pour obtenir la chaux libre nécessaire à l'extinction, on peut employer soit des calcaires renfermant une quantité de chaux supérieure à celle qui peut entrer en combinaison avec la silice et l'alumine, c'est-à-dire plus de 3 équivalents de chaux pour 1 de silice et d'alumine, et cuire à une température très élevée de façon à produire les réactions complètes de la silice. Si l'on arrivait à réaliser cette combinaison complète, il faudrait 4 équivalents de chaux. Mais, en raison de la difficulté que présente la combinaison de la silice et de la chaux en l'absence d'alumine, il est préférable, par raison d'économie de combustible, d'arrêter la cuisson avant que les réactions chimiques aient atteint leur terme et d'employer par suite des calcaires plus siliceux. Les calcaires du Teil qui passent à juste titre pour le type parfait du calcaire à chaux hydraulique renferment 3 équivalents de chaux pour 1 de silice. Par une surcuisson suffisante, ils donnent un ciment Portland de première qualité (grappiers gris du ciment).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En réglant convenablement la cuisson, on peut avoir la proportion de chaux libre que l'on veut. Il y a intérêt à en réduire la proportion puisqu'elle joue exclusivement le rôle de matière inerte; on est limité seulement par la nécessité d'obtenir pendant l'extinction une pulvérisation suffisante. Cette pulvérisation varie dans des limites très étendues avec les conditions de température et de durée. Plus l'extinction est parfaite, moins il faut de chaux libre, plus la chaux peut être cuite et meilleurs sont les produits. Une bonne extinction doit se faire à une température comprise entre 200 et 300 degrés et durer de 8 à 15 jours. L'élévation de température est produite par la chaleur de combinaison de l'eau et de la chaux, mais il faut prendre des précautions convenables pour retarder autant que possible la diffusion de cette chaleur au dehors. C'est à peu près exclusivement de la façon dont se fait l'extinction dans une usine que dépend la qualité de sa fabrication. Trop souvent le fabricant dans un intérêt facile à comprendre économise le combustible et cuit peu sa chaux, et il marque la diminution de résistance aux essais que devrait produire ce défant de cuisson, en laissant de la chaux non éteinte dont la présence accélère le durcissement pendant les premières semaines. Ces chaux gonflent à la longue ou du moins sont plus sensibles à l'action dégradante des agents atmosphériques. Les essais à froid laissent passer inaperçu ce défaut si grave et si fréquent des chaux hydrauliques; les essais à chaud doivent au contraire les mettre en évidence avec la plus grande facilité.

Les recherches de M. Deval ont porté sur des chaux employées dans les travaux de la Ville de Paris, chaux moyennement hydrauliques et de qualité assez médiocre. Les expériences ont été faites dans des conditions toutes différentes des précédentes. Tandis que pour les ciments on s'est conformé aux prescriptions du cahier des charges des Boulogne, c'est-à-dire que les mortiers ont été gâchés avec la plus faible quantité d'eau; pour les chaux, on a employé un grand excès d'eau de façon à obtenir des pâtes de consistances semblables à celles qui sont employées dans les travaux. C'est dans ces conditions que les essais de réception des chaux sont habituellement faits pour les travaux de la Ville de Paris. Il en est résulté que les expériences en question ne sont nullement comparables aux précédentes. Le grand excès d'eau employé a ralenti considérablement le durcissement, comme on pouvait le prévoir, et ce n'est qu'après un temps très long que les briquettes ont pu résister à l'immersion à l'eau chaude. Pour les onze échantillons de chaux essayées, cette durée a varié de 6 jours à plus de 30 jours.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En attendant un temps suffisant pour que la désagrégation et le fendillement ne se produisent plus à l'eau chaude, les résultats ont été les suivants : les briquettes composées de mortier de chaux, sable normal à 2/5 avaient été gâches avec un poids d'eau égal à 70 p. 100 du poids de la chaux entrant dans le mélange. Les chaux sont rangées dans l'ordre de leurs résistances après sept jours d'immersion dans l'eau chaude.

CHAUX.	EAU CHAUDE.		EAU FROIDE.	
	TEMPS ÉCOULÉ entre la confection des briquettes et leur immersion.	RÉSISTANCE au bout de 7 jours d'immersion.	APRÈS 28 jours.	APRÈS 6 mois.
	jours.	kilos.	kilos.	kilos.
A.	10	8,4	3	11
B.	6	8,4	2,15	7,6
C.	6	7,8	1,45	5,50
D.	26	7,1	1,70	7,05
E.	26	6	2,2	5,6
F.	20	5,4	1,95	7,05
G.	18	5,2	2,15	7,90

Il est impossible de tirer aucune conclusion précise de ces chiffres en raison des temps inégaux qui se sont écoulés entre la confection des briquettes et leur immersion à l'eau chaude. On remarquera cependant que la chaux G qui est classée la dernière par les essais à chaud aurait été classée la seconde par les essais à froid aussi bien à vingt-huit jours qu'à six mois. D'après ce que l'on a vu plus haut de l'action de la chaleur, on est conduit à penser que ce produit doit renfermer de la chaux libre, que c'est une chaux mal éteinte. Par contre, la chaux C doit être parfaitement éteinte : elle est classée la troisième à froid et la dernière à chaud.

Votre rapporteur a cru devoir répéter quelques expériences sur ces chaux, et sur une chaux du bassin de Paris de composition analogue, mais de fabrication plus soignée. Les essais ont été faits par compression sur des mortiers de chaux, sable normal dans le rapport 1/2, gâché avec le minimum d'eau nécessaire. Les briquettes ont toutes pu être immergées au bout de 48 heures. Les ruptures ont été faites 7 jours plus tard tant à l'eau froide qu'à l'eau chaude. Une seconde série d'expériences a été faite avec les mêmes chaux après les avoir humectées de 10 p. 100 d'eau, puis

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chauffés 48 heures à 100 degrés et 48 heures à 150 degrés. Cette opération avait pour objet d'achever l'extinction de la chaux; elle devait en même temps hydrater une certaine quantité des éléments actifs. Le résultat de ces deux effets opposés est une amélioration de qualité des chaux mal éteintes et une détérioration des chaux bien éteintes.

Résistance à l'écrasement par centimètre carré.

CHAUX.	APRÈS 48 HEURES A L'AIR ET 7 JOURS dans l'eau chaude.	APRÈS 48 HEURES A L'AIR ET 7 JOURS dans l'eau froide.
	kilos.	kilos.
X Naturelle	107	28
X Après nouvelle extinction	82	14
D Naturelle	43	14
D Après nouvelle extinction	28	12
F Naturelle	43	12
F Après nouvelle extinction	57	12
G Naturelle	46	14
G Après nouvelle extinction	68	14

Les essais relatifs à la chaux X montrent que la nouvelle extinction a amené une altération considérable du produit qui est passé à l'état de chaux éventée. Cet effet s'est également fait sentir à chaud et à froid.

La chaux D qui s'est comportée de la même façon doit aussi être considérée comme convenablement éteinte ; dans le tableau précédent, elle était placée au même rang par les essais à chaud et à froid.

Les chaux F et G qui, au contraire, ont été améliorées par une nouvelle extinction renfermaient certainement de la chaux non éteinte. Dans le tableau précédent, les essais à chaud placeraient ces chaux au dernier rang, tandis que les essais à froid à 6 mois plaçaient ces chaux au second et au quatrième rang.

On voit donc que dans le cas des chaux comme dans celui des ciments les essais à chaud ont pour résultat de déprécier les produits renfermant de la chaux libre.

On est conduit à la même conclusion par des expériences remontant à 1884, faites comparativement sur la chaux du Teil et diverses chaux de Saint-Astier et une chaux de Pavier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces chaux, éminemment hydrauliques, résistent toutes à l'immersion à l'eau chaude au bout de 24 heures de prise. Elles présentent les plus grandes analogies comme composition chimique et nature des calcaires employés dans leur fabrication ; mais la fabrication elle-même est très différente. Au Teil, la cuisson est beaucoup plus énergique qu'à Saint-Astier. On le reconnaît à la simple inspection des grappiers. Ils sont, dans un cas, composés pour moitié de grappiers gris de ciment, c'est-à-dire de matières surcuites ; dans l'autre cas, ils sont, pour une part importante, formés de fragments de calcaires incuits. L'extinction, comme on peut le prévoir, est également différente : tandis qu'au Teil elle dure de 8 à 15 jours, elle est, à Saint-Astier, arrêtée au bout de 48 heures.

Le tableau ci-dessous résume quelques expériences faites avec les chaux pures :

CHAUX.	ESSAIS A FROID.				ESSAIS A 80°.	
	7 JOURS.	28 JOURS.	42 JOURS.	GONFLEMENT.	7 JOURS.	GONFLEMENT.
	kilos.	kilos.	kilos.		kilos.	
Teil.	12,5	19,5	39	nul	69	nul
Pavier.	3,6	8,5	17	nul	48	nul
Saint-Astier (1). . . .	19,5	33	51	faible	30	15 p. 100
— (2). . . .	16,5	21	27	faible	15	30 —
— (3). . . .	8	13	33	faible	7,5	30 —

On voit que deux des chaux de Saint-Astier qui renferment de la chaux libre donnent aux essais à froid à courte période des résultats supérieurs à ceux de la chaux du Teil, beaucoup plus riches cependant en principes actifs. Ce n'est qu'au bout de trois mois environ que sa supériorité incontestée et incontestable serait mise en évidence par les essais à froid. Les essais à chaud classent au contraire immédiatement ces produits à leur place véritable.

CONCLUSION

L'ensemble des expériences rapportées ici montre que les produits hydrauliques de bonne qualité, de fabrication normale, sont rangés sensiblement dans le même ordre par les essais faits à chaud et les essais faits à froid ; les écarts ne sont pas supérieurs à ceux qui peuvent résulter des erreurs d'expérience.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les produits renfermant de la chaux libre qui, dans les essais faits à froid, ont un durcissement initial assez rapide et sont par suite assez bien classés sont au contraire rejetés au loin par les essais à chaud.

Enfin les produits renfermant des matières pouzzolaniques peu énergiques : cendres, mâchefer, gagnent notablement au classement fait à chaud. A froid, ces composés ne jouent aucun rôle dans le durcissement initial : ils se comportent simplement comme un sable inerte.

L'usage des essais à chaud présenterait un intérêt incontestable pour tous les industriels qui veulent suivre de près leur fabrication, surtout dans les usines à ciment Portland naturel, à ciment de grappier et à chaux hydraulique. Le plus grand écueil que l'on rencontre dans ces fabrications est l'excès de chaux libre qui amène à la longue dans les travaux des dégradations souvent terribles ; les joints de maçonneries s'ouvrent, et le sommet des murs se soulève. Des essais à chaud ne durant que quelques jours suffisent pour renseigner d'une façon certaine le fabricant sur la qualité des produits qu'il livre au consommateur. Les essais à froid ne fournissent aucun renseignement semblable. Les résultats seraient les mêmes avec le ciment Portland artificiel, mais dans ce cas les essais à chaud ont moins d'intérêt pour le fabricant, qui la plupart du temps sait par avance la qualité qu'il obtiendra, d'après les soins qu'il a apportés à la confection des mélanges et à leur cuisson.

Si personne ne conteste l'intérêt que les fabricants peuvent avoir à essayer à chaud leurs produits, il est fort douteux que le même accord s'établisse au sujet des essais de réception ; producteurs et consommateurs sont à peu près unanimes aujourd'hui en France pour repousser la substitution des essais à chaud aux essais de résistance à froid dans les conditions de réception des ciments. Le principal objet de ce rapport a été de combattre une opinion qui, si elle a pour elle le consentement universel, ne repose peut-être pas pour cela sur des bases d'une solidité incontestable. Il peut être bon en finissant de mettre en évidence les motifs auxquels obéissent consciemment ou non les défenseurs des idées adverses.

Que les fabricants protestent contre tout essai de réception à chaud, cela va de soi ; ces essais, établissant une démarcation beaucoup plus nette entre les produits de première qualité et les produits médiocres, rendent beaucoup plus difficile l'écoulement de ces derniers : Portlands artificiels incuits, Portlands naturels à excès de chaux, chaux hydraulique mal éteinte, etc. Ils peuvent accepter ces essais comme contrôle intérieur de leur fabrication, ils doivent les refuser comme contrôle extérieur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les consommateurs devraient, pour les motifs opposés, préconiser ce mode d'essai. La raison de leur opposition provient de ce qu'employant depuis longtemps les essais à froid, ils sont conduits naturellement, par le seul fait de l'habitude, à les considérer comme s'approchant de la perfection. Les essais à chaud et les essais à froid ne concordent pas, il faut que les uns ou les autres soient en défaut et ce sont les essais à chaud qui ont tort. Cette condamnation, il faut le dire, est en partie justifiée par ce fait que Michaelis, le premier promoteur de l'emploi de l'eau chaude, avait annoncé une proportionnalité absolue entre les résistances à chaud et à froid. L'inexactitude de cette proposition a été démontrée depuis longtemps par les expériences du laboratoire de Calais et la nouvelle méthode d'essai a été condamnée sur cette simple constatation. Or, c'est précisément ce défaut de proportionnalité qui fait tout son mérite ; elle permet d'éliminer certains produits détestables qui se tirent à leur avantage des essais à froid.

Il ne peut néanmoins être question actuellement de substituer brusquement dans les conditions de réception les essais à l'eau chaude aux essais à l'eau froide. Les usines à ciment vivent aujourd'hui sous un régime qui favorise les produits renfermant une petite quantité de chaux, elles ont dû régler leur fabrication en conséquence ; on ne peut du jour au lendemain modifier leur condition d'existence. Mais il serait désirable que dans les laboratoires de l'État où se font les essais de réception on instituât des essais réguliers de résistance à chaud à côté des essais de résistance à froid. On en ferait la comparaison suivie, non pas en cherchant si les rapports de résistances à chaud et à froid sont réguliers, ce qui n'a certainement pas lieu d'après les essais rapportés ici, mais simplement en étudiant de plus près les ciments pour lesquels ces deux modes d'essais conduisent à des résultats *notablement* divergents ; on se renseignerait sur les conditions de fabrication de ces produits, on observerait avec plus de soin la façon dont ils se comportent à la longue dans leur emploi dans les travaux. En peu d'années on serait fixé sur le mode de classement qui semble se rapprocher le plus de la vérité.

Bien entendu, ces essais de résistance à chaud ne peuvent que remplacer les essais correspondants à froid. Ils ne peuvent fournir des renseignements sur toutes les qualités du ciment. Les essais à froid des rapidités de prise, et même pour les ciments à prise rapide, du durcissement initial (essais à 48 heures) doivent être conservés.

Ces essais de résistance à chaud devront être faits en immergeant les briquettes dans l'eau à 80 degrés, 24 heures après leur confection. Pour les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chaux faiblement hydrauliques seules, l'immersion devra ne se faire qu'au bout de 3 jours. Les briquettes seraient rompues 7 jours après leur immersion dans l'eau chaude. Des essais parallèles seraient faits à 28 jours à l'eau froide. On emploierait dans tous les cas le mortier de sable normal 1/3 fortement battu d'après les prescriptions du cahier des charges de Boulogne.

M. Deval par ses nombreuses expériences a contribué à jeter un certain jour sur cette question encore très controversée : votre Comité des arts chimiques vous propose de lui adresser vos remerciements pour son intéressante communication et de décider l'insertion du présent rapport dans votre *Bulletin*.

Signé : LE CHATELIER, *rapporteur*.

Approuvé en séance le 23 *mai* 1890.

ARTS CHIMIQUES

LE COLLAGE DU PAPIER D'APRÈS LES NOUVELLES EXPÉRIENCES PRATIQUES

Le collage du papier a pour but de lui enlever la propriété de boire. Dans la fabrication du papier à la forme, on atteint ce but en plongeant le papier dans une solution de gélatine. Cette manière de faire a l'avantage de conserver à la fibre sa souplesse primitive, et de produire un papier très résistant, car les oscillations imprimées à la pâte pendant la fabrication déterminent un feutrage des fibres aussi parfait que possible.

La surface du papier est ainsi recouverte d'une pellicule de colle sèche qui s'oppose à la pénétration des liquides tant qu'elle reste intacte, mais, si elle vient à être entamée en un point, par exemple par le grattage, le papier devient perméable et peut par conséquent boire l'encre de l'écriture.

Si cependant le papier ainsi collé subit un séchage trop rapide, les fibres en se contractant ne sont pas suivies par l'enduit qui craque de manière à présenter de fines stries dans lesquelles l'encre peut s'infiltrer ; le même accident a lieu quand le papier, gardé en magasin, est soumis à des alternatives de sécheresse et d'humidité. Pour parer à cet accident, on n'a qu'à humecter le papier strié et à le faire sécher convenablement : la pellicule de colle se rétablit alors dans sa continuité.

Ce procédé de collage superficiel donne un produit supérieur et c'est avec regret que l'on s'est résigné dans la plupart des cas à l'abandonner. Les qualités du papier qu'elle fournit, en effet, sont une solidité et une résistance égales dans tous les sens ; celles-ci sont dues à ce que les oscillations imprimées à la forme contenant la pâte pendant la fabrication sont orientées dans tous les sens ; d'un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

autre côté, les fibres non empâtées de matière visqueuse peuvent s'entrelacer librement.

Le papier terminé étant ensuite suspendu peut sécher sans éprouver aucune gêne dans son retrait, les fibres les plus faibles suivent les fibres plus fortes sans se rompre, toutes se tendent également en gardant leur résistance originelle. Cependant, on n'emploie plus ce procédé que pour satisfaire à quelques usages spéciaux, car il exige une longue manutention et en particulier deux séchages à l'air, complication qui ne permettrait pas aujourd'hui de satisfaire aux besoins toujours croissants du commerce.

La fabrication à la machine et l'adoption de la résine pour le collage ont permis d'obtenir des résultats beaucoup plus prompts. Le collage a lieu alors dans la pile même ; il a pris le nom de *collage en pâte*. Chaque fibre est, dans ce cas, individuellement collée, à l'inverse de ce qui se passe dans la méthode à la cuve, méthode dans laquelle le papier terminé n'est enduit qu'à la surface ; mais cette simplification est loin d'avoir amélioré la qualité du produit ; la fibre enduite de colle est bien moins souple, et le feutrage que l'on cherche à obtenir par les secousses se fait mal. Les pores du papier sont remplis par la colle, et, après le séchage, celle-ci se trouve distribuée dans toute la masse du papier.

On distingue les produits de ces deux modes de fabrication par les caractères suivants :

Le papier à la main a toujours des dimensions propres qui sont celles de la forme employée, les bords de chaque feuille sont irréguliers et la surface de celle-ci n'est jamais unie.

Le papier à la machine, fabriqué en forme de rouleaux sans fin, a pour largeur la largeur de la machine et ses bords sont rognés mécaniquement. Toutes les circonstances de sa fabrication : le mode d'encollage, les secousses données à la pâte, qui ne sont orientées que dans un seul sens, la traction opérée sur le papier dans son cheminement sur les cylindres, son séchage rapide, ont pour résultat de diminuer sa solidité.

Tandis que le papier à la forme est aussi résistant dans sa largeur que dans sa longueur, le papier à la machine présente une ténacité variable suivant ces deux directions et les circonstances peuvent être telles que la différence dépasse 50 p. 100.

On a essayé de donner à ce papier les qualités qui lui manquent en employant la gélatine comme colle dans la pile même, mais cette matière n'est pas précipitée par l'alun, aussi ne peut-elle être employée qu'en solution étendue, et il ne reste dans le papier qu'une petite partie de la colle employée. Plusieurs dispositions ont été proposées pour tourner cette difficulté, certains fabricants font passer le papier terminé à la machine, mais non collé, à travers une solution de gélatine, c'est revenir à l'encollage superficiel ; le papier ainsi traité est lisse au toucher, comme le parchemin et sa résistance est plus grande que celle que donne le collage

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en pâte. Le produit est amélioré, mais reste encore inférieur au papier à la forme ; le collage superficiel, dans ce cas, ne rachète donc pas complètement les inconvénients de l'emploi de la machine.

Le succès du collage de la pâte dans la pile dépend de tant de circonstances, qu'il s'est écoulé beaucoup de temps avant que l'on en ait bien éclairci les différentes phases. On n'arriva d'abord à aucun résultat en comparant plusieurs expériences exécutées d'après un même système, car les facteurs essentiels, la quantité d'eau et le traitement de la fibre n'étaient pas identiques. Les recherches faites dans ces conditions ne pouvaient servir à éclairer les fabricants.

Plus tard, cependant, un examen minutieux des diverses réactions qui se produisent dans cette opération, joint à des essais systématiques, a fait découvrir les doses les plus avantageuses et les conditions dans lesquelles le but cherché peut être le mieux atteint.

Préparation de la fibre dans la pile. — L'opération du collage doit être prolongée jusqu'à ce que la colle dissoute soit répartie dans toute la pâte. Chaque fibre est alors recouverte d'une matière qui, après séchage, rendra le papier impénétrable et apte à recevoir l'écriture ; cette imperméabilité sera générale, car les pores ou lacunes qui se forment dans le papier humide par le traitement de la machine sont eux-mêmes remplis de colle. Ce but est atteint par le travail à la pile et par l'addition de différents produits.

Les interstices du papier doivent être aussi petits que possible : plus ils seront grands, plus il sera difficile de les remplir de colle : aussi divisera-t-on les fibres en fibrilles aussi fines que possible, ces fibres de différentes grosseurs s'entrelaceront et réduiront d'autant plus les interstices que leur division aura été poussée plus loin. Dans ces conditions, elles offriront à l'action de la colle le maximum de développement superficiel, elles seront plus souples et donneront au papier une plus grande résistance à l'action de l'eau.

Si cette première phase de l'opération est bien menée, la pâte, dans la pile, se montre onctueuse et il est nécessaire qu'elle ait cette consistance pour que le papier soit bien collé. Si ces conditions ne sont pas remplies, on a une pâte dure, composée de fibres coupées court.

Il est important que la platine et les lames de la pile soient mousses, des arêtes tranchantes donneraient une pâte dure. Une pâte de cette nature fixe moins de colle qu'une pâte douce, parce que le développement superficiel des fibres est moins grand que dans ce dernier cas ; l'eau de la pâte s'égoutte trop vite et les pores du papier sont trop grands ; les fibres dénuées de souplesse sont médiocrement feutrées ; l'eau en s'égouttant trace dans le papier humide des rigoles par lesquelles elle s'échappe en même temps que la colle.

En somme, une pâte dure peut servir pour le papier d'impression ; mais si on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'employait pour fabriquer le papier destiné à l'écriture, elle donnerait de mauvais résultats.

On voit, d'après ce qui précède, que l'influence du traitement de la fibre dans la pile est grande, surtout en vue de la confection du papier collé.

Influence de l'espèce de fibre employée. — On met nettement en évidence l'influence de la nature de la fibre en composant une pâte à papier moitié avec des chiffons de fils, moitié avec des chiffons de coton; en face d'un semblable mélange, on ne peut réussir le collage, quelle que soit la proportion de colle que l'on emploie, mais si l'on y ajoute un peu de fibres de paille, la colle tient alors parfaitement. Ce résultat provient de ce que la paille, qui peut se réduire en fibres très fines, remplit les interstices qui deviennent plus étroits; en premier lieu, les particules de colle nageant dans le bain s'écoulaient avec l'eau d'égouttage tandis que maintenant elles sont retenues dans les pores plus petits et déterminent, après séchage, le collage parfait du papier.

D'une manière générale, le papier travaillé avec de la cellulose (1) est bien plus facile à coller.

De la résine. — Le collage du papier s'obtient à l'aide de la résine. Cette matière préparée en France et en Amérique doit présenter une cassure conchoïde brillante et un aspect translucide, sa couleur varie du jaune-paille au brun foncé. La résine jaune clair est souvent employée à cause de sa faible coloration pour la fabrication des papiers fins, mais pour produire un collage déterminé on doit en dépenser une plus grande quantité que de résine foncée; ce fait journellement constaté n'a pas encore reçu d'explication satisfaisante. La résine est fréquemment opaque, ce qui est dû à la présence d'impuretés minérales ou à un reste de térébenthine; on doit rejeter toute résine présentant cet aspect.

La température de fusion de la résine est variable avec sa composition, elle est comprise entre 70° et 115°; elle se ramollit dès 50°.

La résine est employée sous forme de savon résineux soluble dans l'eau, pouvant lui-même dissoudre avec l'aide de la chaleur une grande quantité de résine. Lorsqu'on étend d'eau ce savon résineux, la résine se précipite en formant une émulsion. La grosseur et les propriétés des particules en suspension varient avec la concentration de la dissolution primitive et avec le mode de préparation du savon résineux. Les recherches des docteurs Sembrizky Rock et Wurster montrent que le collage est d'autant meilleur que la colle contient une plus forte proportion de cette émulsion ou lait de résine, aussi s'efforce-t-on aujourd'hui d'incorporer le plus de résine possible dans le savon résineux.

(1) On désigne improprement, en papeterie, sous ce nom de cellulose toutes les pâtes extraites, par procédés chimiques, de la paille, du bois, etc. (*N. de la R.*)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Confection de la colle de résine. — On admettait autrefois que le collage du papier était dû au précipité insoluble formé par la combinaison de l'alun et du savon résineux; on était, par suite, conduit à augmenter autant que possible la quantité de savon proprement dit, ce que l'on obtenait par l'adjonction de soude et une cuisson plus prolongée.

Lorsque les recherches mentionnées ci-dessus eurent démontré qu'outre cette combinaison d'alun et de savon, le lait de résine contribuait puissamment à atteindre l'effet cherché, la conduite de l'opération fut modifiée et de nouveaux préceptes qu'il est important de suivre désormais, furent formulés.

Pour dissoudre la résine, on emploie ordinairement le carbonate de soude et même la soude caustique; cette dernière substance recommandée dans l'ancienne théorie doit être dorénavant écartée.

Le carbonate de soude est pris sous forme de cristaux de soude ou de sel de soude. Autrefois le sel de soude, fabriqué souvent à l'aide des résidus de la préparation des lessives alcalines provenant de la fabrication de la soude, avait une composition variable et il était nécessaire de procéder chaque fois à un dosage alcalimétrique.

Aujourd'hui la teneur de la soude à l'ammoniaque est constamment de 97 à 98 p. 100 : aussi le sel de soude est-il d'un usage aussi commode que les cristaux de soude.

Le rapport entre les proportions de soude à l'ammoniaque (sel de soude) et de cristaux de soude que l'on doit employer est de 0,37 pour 1 : en d'autres termes, pour obtenir la même colle, il faut prendre 37 parties de soude à l'ammoniaque ou 100 parties de cristaux.

Cuisson de la colle de résine. — Les morceaux de résine doivent avoir la dimension d'une noix : plus petits, ils auraient l'inconvénient de s'agglomérer avec la poussière, pendant leur séjour au magasin, de manière à donner des blocs plus difficiles à dissoudre que les fragments gros comme une noix. La cuisson se fait soit à feu nu, soit le plus souvent à la vapeur dans une chaudière à serpentin. On a imaginé pour cette opération une foule d'appareils souvent fort compliqués et par suite d'un nettoyage difficile. Les plus simples sont les meilleurs. Une chaudière en tôle chauffée par le fond seulement, au moyen d'un serpentin de vapeur, est d'un emploi avantageux; les parois latérales laissent rayonner la chaleur, et permettent de s'opposer facilement, le cas échéant, au boursouflement du liquide.

L'eau dans laquelle la soude doit être dissoute peut être chauffée d'abord à 90 degrés, la résine est ensuite ajoutée par parties jusqu'à ce que la température s'abaisse à 70 degrés, température que l'on doit maintenir désormais par le passage de la vapeur dans le serpentin. Un léger dégagement de gaz a lieu

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans ces conditions, mais si l'on chauffait à 75 degrés, il y aurait une forte effervescence et le liquide se boursouflerait. Lorsque ce fait se produit, il faut fermer l'arrivée de la vapeur et agiter vivement, la solution se refroidit par la surface ainsi qu'au contact des parois latérales et le niveau s'abaisse en très peu de temps.

Cette effervescence, ce boursouflement du liquide vient de ce que le bicarbonate de soude formé se dédouble à 75 degrés en acide carbonique libre et en carbonate de soude. Dans le début de la réaction, une partie de la résine se combine à la soude dont l'acide carbonique se reporte sur le carbonate en excès pour donner du bicarbonate; mais à 75 degrés ce fait n'a plus lieu, le gaz acide carbonique reste libre et se dégage en provoquant le boursouflement du liquide, jusqu'à ce qu'on ait abaissé la température. En somme, on voit que les conditions thermiques dans lesquelles doit s'opérer la cuisson sont parfaitement déterminées, la température ne doit pas, s'il est possible, dépasser 70 degrés et l'expérience montre que le collage est bien meilleur si l'on a pu éviter toute effervescence : la colle se sépare mieux, dans ce cas, du liquide qui s'écoule.

La combinaison de la soude et de la résine se forme déjà au-dessous de 70 degrés, elle commence à 50 degrés, température du ramollissement de la résine par la chaleur.

Si l'effervescence vient à se produire, il est important de ne pas refroidir par effusion d'eau froide, dans une opération convenablement menée : on doit se borner, dans ce cas, à agiter le liquide en interceptant l'arrivée de la vapeur.

Il ne faut pas non plus opérer à la fois sur trop de matière, ce qui rend plus difficile la séparation du savon. On dissoudra, par exemple, 250 à 300 kilogrammes de résine en agitant au début pendant quelque temps; pendant le reste du temps de la cuisson, le mouvement que le liquide prend de lui-même suffit. La durée de l'opération est de 4 heures, comptées à partir du moment où l'on a mis la résine, la température ambiante étant supposée de 12 degrés.

On sera ainsi dans les meilleures conditions pour que le savon formé puisse dissoudre la plus grande quantité possible de résine sans que celle-ci se saponifie elle-même au contact de l'alcali, ce qui arriverait si l'on élevait la température. Cette résine simplement dissoute donnera une émulsion ou lait de résine lorsque l'on étendra la colle d'eau et l'on a vu précédemment le rôle que ce lait joue dans le collage du papier. Le docteur Wurster le regarde comme tellement important qu'il conseille de dissoudre dans le savon complètement préparé une nouvelle quantité de résine.

Examen de la colle de résine. — On s'aperçoit du moment où la cuisson est terminée lorsque la colle se sépare à la partie supérieure du liquide et quand dans la masse brun foncé se forment des veines jaune clair. Si l'on plonge alors dans la chaudière une tige en fer, la matière ramenée doit adhérer court, sans se laisser

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

étirer en fils durcissant par le refroidissement. Une fois la masse refroidie, si l'on y plonge la main, on ne doit pas rencontrer de grumeaux de résine non dissoute. Le liquide versé dans l'eau doit se résoudre, sans qu'il soit besoin d'agiter, en un lait opaque et fluide, bien homogène et ne contenant pas de flocons de résine en suspension.

Séparation du savon de résine. — La cuisson terminée, on coule le liquide encore chaud sur un tamis qui retient les impuretés; le liquide épuré est reçu dans un réservoir en tôle ou dans un cuvier en bois.

Les récipients maçonnés doivent être réservés pour la conservation du savon séparé, ils ne peuvent servir à refroidir le liquide chaud, car, au contact de la masse fluide, ils éprouvent des dilatations brusques qui les endommagent rapidement.

Très souvent les réservoirs de colle sont établis dans la pièce même où se fait la cuisson et le concassage de la résine; cette disposition est mauvaise, car il est bien difficile d'éviter que quelques fragments ne sautent dans le savon cuit, ce qui produit des taches de résine dans le papier. Il n'est même pas suffisant de couvrir avec soin ces récipients, car les poussières de résine en suspension dans l'air, venant au contact du savon, le souilleraient de la même manière et produiraient de même des taches dans le papier, ce qui montre que ces poussières, malgré leur division, sont dans un état différent de celui de la résine dissoute dans le savon.

Pendant le refroidissement du liquide contenu dans la chaudière, le savon résineux se sépare, remonte à la partie supérieure, sous la forme d'une couche épaisse, visqueuse, faiblement colorée en jaune, insoluble dans la solution sous-jacente de carbonate et de bicarbonate de soude.

Plus la dissolution saline est concentrée, plus le savon résineux se rassemble nettement, et l'on peut alors séparer par décantation une dissolution alcaline ne contenant que de faibles quantités de résine.

La température ambiante a une certaine influence sur la séparation du savon. Il faut pour que cette opération se produise autant de semaines en été que de jours au printemps ou en automne, aussi convient-il de faire cuire dans ces deux saisons les provisions de l'été et de l'hiver; deux à trois jours suffisent alors pour que la séparation se fasse, et pour que le liquide salin bruni par la matière colorante de la résine se laisse facilement décanter. On accélère cette séparation en agitant la masse entière plusieurs fois par jour.

Le savon que l'on obtient blanchit de plus en plus par le brassage du liquide; par des décantations successives, il devient enfin consistant, épais, toutes les matières colorantes de la résine en ont disparu et il peut être employé pour le papier le plus fin et le plus blanc. On doit observer toutefois qu'il est d'autant plus blanc que sa séparation du liquide salin a été plus lente.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Lavage du savon résineux. — On peut aussi blanchir le savon par des lavages successifs en l'agitant avec une nouvelle dissolution saline saturée à chaud qui enlève quelques matières colorantes et en répétant ce traitement jusqu'à ce que l'on ait obtenu la blancheur voulue. Mais ces lavages ne sont pas indispensables et de très bons résultats peuvent être obtenus du premier coup avec la méthode précédente. Quant à l'emploi des composés chlorés, ils donnent toujours de mauvais résultats.

Variations dans la préparation de la colle. — Dans chaque usine, on prépare la colle d'une manière différente; les doses de soude, de résine et d'eau varient, ainsi que le mode d'opération. En tout cas, les procédés mentionnés dans le tableau suivant donnent des résultats satisfaisants. Quel que soit celui que

D'APRÈS	ON EMPLOIE POUR LA CUISSON			
	RÉSINE.	SEL de soude.	CRISTAUX de soude.	EAU.
Sembritzky	*100* 300	*20* 60	*54* »	600
Schacht	*100* 1 000	*18* 180	*49,5* »	2000
Seebald	*100* 250	» »	*50* 125	500
Flinsch	*100* 100	» »	*44* *44*	»
Schænfele	*100* 100	» 27	*73* »	1 400 Solution étendue de colle d'après Dalheim.
München-Dachau	*100* 400	» 100	*67* »	»
Lait de résine d'Andréas	*100* 100 500	*12,5* 75	*34* »	500
Docteur Wurster	*100* 100	» »	*34* 34	65

Les chiffres en italique représentent les quantités de résine et de sel de soude rapportés à 100 parties de résine et à la soude en cristaux.

l'on adopte, on doit s'efforcer de dissoudre, dans le savon formé, autant de lait de résine que possible. Ce but peut être atteint dans chacune de ces méthodes, car la durée et la température de la cuisson peuvent venir compenser, à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ce point de vue, les dissemblances qu'amène l'emploi de doses différentes.

Résine libre de la colle. — La colle fabriquée avec 100 parties de résine et 50 parties de cristaux de soude contient 15 parties de lait de résine libre.

On peut calculer qu'il faut 45,6 parties de cristaux de soude pour saponifier, en entier, 100 parties de résine. En adoptant ces doses, on aurait toute la quantité de soude admissible suivant la théorie, et même davantage, puisque la résine contient jusqu'à 6 p. 100 de matières étrangères non saponifiables.

Le grand excès de soude que l'on emploie en pratique dans la plupart des cas démontre bien que la température et la durée de la cuisson doivent être très différentes dans chacune de ces circonstances.

Émulsion. — La colle séparée de la solution saline a un aspect trouble et une couleur légèrement jaunâtre.

Ce trouble vient de ce que la masse retient, sous la forme de fines bulles gazeuses, une grande quantité d'acide carbonique et d'air; on démontre ce fait en plaçant un peu de colle au soleil dans un vase ouvert, elle devient avec le temps de plus en plus limpide et claire, jusqu'à prendre l'aspect translucide du miel épuré; les impuretés se précipitent en même temps au fond du vase.

On ajoute à la colle, bien séparée du liquide salin, un peu d'eau froide et on l'agite, ce qui la rend un peu plus trouble; on l'étend ensuite de 20 fois son volume d'eau. Le liquide est alors laiteux, et constitue l'émulsion employée dans le collage du papier sous le nom de lait de résine. On doit faire la plus grande attention dans la préparation de cette émulsion, car les conditions dans lesquelles on l'effectue influent considérablement sur ses propriétés. Quant à sa composition, on peut s'en rendre compte en étudiant les divers dosages mentionnés dans le tableau précédent; on voit alors que pour 1 litre de liquide la quantité totale de résine est de 31 grammes d'après Sembritzky, de 22 grammes suivant le dosage München-Dachau, de 15 grammes dans le lait du docteur Wurster, et de 42 grammes d'après Seebald.

Pendant tout le temps que l'on met à étendre la colle d'eau, on doit maintenir le liquide à une température aussi modérée que possible; dans aucun cas, cette température ne devra dépasser 60 degrés.

Si le liquide, après sa cuisson, contient encore de l'alcali, une partie de la résine en émulsion se redissout avec formation de savon résineux.

Plus la dissolution est étendue, plus le précipité de résine est fin; on doit d'ailleurs chercher à le rendre aussi fin que possible, car lorsque les particules de résine sont très fines, les fibres de la pâte se trouvent enrobées d'une couche de colle bien plus uniforme et épaisse que lorsqu'on se sert d'un lait de résine en émulsion plus grossière. Il y a encore un autre avantage à avoir une solution étendue : dans une solution concentrée, une partie de la résine libre se rassemble

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sous forme de masses floconneuses et se trouve perdue pour le collage.

Mélange de fécule avec la colle. — On ajoute souvent à la colle de l'empois de fécule pour empêcher la résine de se séparer de l'émulsion. Cette manière de faire a l'inconvénient de maintenir dans la masse liquide devenue plus épaisse les impuretés et les particules de résine non émulsionnées, de sorte que ces matières entrent dans la pâte du papier.

Si l'on ne tient pas compte de la légère économie de colle que ce mélange permet de réaliser, les avantages qu'il procure sont douteux. Une colle bien faite et bien cuite retient d'elle-même en suspension les particules de résine qui constituent l'émulsion sans que l'adjonction de l'empois de fécule soit nécessaire.

Précipitation de la résine du savon résineux de la colle. — La colle renferme, outre la résine libre en émulsion, une certaine quantité de savon résineux; ce composé doit être transformé dans la pile en matière insoluble, jouissant de la propriété de coller le papier. Le savon résineux est soluble dans un milieu alcalin; dans une liqueur neutre, un courant d'acide carbonique suffit pour le décomposer avec formation d'émulsion laiteuse de résine. Cette réaction est employée dans l'usine allemande *Korn et Bock*. Les acides faibles donnent un précipité de résine très ténu, les acides forts précipitent la résine en particules plus grosses et d'autant plus grosses que l'acide employé est plus énergique. Les sels employés pour la séparation de la résine se conduisent comme les acides. Les combinaisons insolubles qu'ils forment avec la résine conservent leurs propriétés collantes, même après le séchage du papier.

Ce sont les sels d'alumine qui, de tous les sels communs, possèdent au plus haut degré ces propriétés, et ils sont généralement employés dans l'opération dont il s'agit.

Autrefois, comme on attribuait à la résine libre dans la colle une mauvaise influence, on se servait d'alun qui précipitait cette résine; aujourd'hui on emploie le sulfate d'alumine, sel plus efficace et à meilleur marché.

Emploi du sulfate d'alumine pour la précipitation de la résine. — Le sulfate d'alumine en présence d'une solution de savon résineux sodique donne par double décomposition un précipité insoluble composé de résine et d'alumine et du sulfate de soude qui demeure dissous. Cette réaction se produit à partir du moment où la quantité de sulfate d'alumine ajoutée est suffisante pour neutraliser la liqueur.

L'expérience montre que l'on n'obtient du papier bien collé que si le sulfate d'alumine est en excès; la liqueur a, dans ce cas, une réaction acide. On comprend facilement, en cette circonstance, ce qui se passe : le sulfate d'alumine en excès

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

décompose une partie du savon de résine et d'alumine qui vient d'être formé, il donne de la résine libre et de l'alumine, et cette base insoluble, en se fixant sur la fibre, contribue à assurer la solidité du collage.

Réactions qui ont lieu pendant le collage. — On peut maintenant, grâce aux remarques précédentes, résumer les différentes phases du collage du papier dans la pile en disant que les fibres s'y revêtent d'une manière propre à les rendre imperméables, si l'opération est conduite de matière à communiquer aux fibres des propriétés absorbantes à l'égard de cette matière. La surface de chaque fibre est alors protégée par les particules très divisées de certains corps, tels que : la résine libre de l'émulsion, la combinaison de résine et d'alumine et les sels basiques d'alumine provenant de la double décomposition due à l'excès de sulfate d'alumine ; ainsi qu'il a été dit précédemment, cette protection est d'autant plus complète et solide que ces diverses substances ont été plus finement divisées.

En outre, les interstices qui existent entre les fibres entrelacées et feutrées doivent également être remplis; ce résultat ne peut être atteint que si les particules de colle sont de grosseurs différentes; s'il en est ainsi, les plus grosses obstrueront d'abord les plus larges intervalles, pendant que le liquide en se retirant avec les matières les plus fines pénètrent dans ces intervalles déjà encombrés et en assurera le bouchage d'une manière complète et solide.

On doit donc s'efforcer de donner aux particules de colle des grosseurs variées.

Les particules les plus fines proviennent de l'émulsion laiteuse. Quant aux deux autres précipités constitutifs de la colle, à savoir : la résine précipitée par le sulfate d'alumine par double décomposition, et le savon résineux d'alumine, ils sont relativement grossiers lorsque la liqueur a une réaction acide accentuée et se séparent au contraire sous des dimensions d'autant plus petites que le milieu est plus près de la neutralité.

En somme, le sulfate d'alumine a la propriété avantageuse de pouvoir précipiter la résine en particules de différentes grosseurs et ce fait a une grande influence sur le collage.

En dehors de cette propriété particulière du sulfate d'alumine, la concentration des liqueurs influe aussi sur l'état du précipité qui se présente en grains d'autant plus ténus que la solution du sel d'alumine est plus étendue.

Dissolution du sel d'alumine. — On vient de voir que l'action du sulfate d'alumine dans l'opération du collage est très importante. On doit y faire une grande attention, car jusqu'à ces derniers temps on a employé ce sel dans de mauvaises conditions. L'eau dont on se servait pour le dissoudre étant impure, le sel réagissait sur ces impuretés de manière à troubler les réactions normales de la précipitation de la colle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les sels de chaux et de magnésie contenus dans l'eau donnent, au contact du savon résineux de soude et par double décomposition, des composés résineux de chaux ou de magnésie ; ces derniers, sous l'influence de l'air et par l'effet du séchage, se décomposent en résine libre et en hydrate ou carbonate de chaux et de magnésie. Ces hydrates basiques détruisent le collage du papier.

Mais si dans la dissolution de colle les sels de chaux et de magnésie apportés par l'eau sont changés en composés insolubles, leur présence n'a plus d'inconvénient, car ils perdent toute action sur le savon résineux sodique contenu dans la colle. C'est ce que l'on peut réaliser avec le sulfate d'alumine, qui donne, avec les sels de chaux et de magnésie, des sels bibasiques insolubles. Cela revient, en somme, à purifier l'eau par précipitation de ses impuretés.

Pour obtenir ce résultat, il est nécessaire de faire avant tout l'analyse de l'eau de manière à doser la chaux et la magnésie qu'elle contient, sans cela on serait conduit à mettre un excès de sulfate d'alumine, ce qui présenterait des inconvénients : le liquide deviendrait acide et les sels bibasiques formés se redissoudraient.

La formation du précipité des sels bibasiques est favorisé par un état convenable de concentration de la liqueur.

Utilité du sel d'alumine comme mordant. — En dehors du rôle du sulfate d'alumine dans le collage proprement dit, tel qu'il vient d'être décrit, on doit considérer encore son action comme mordant dans le collage des papiers teints. Un léger excès de ce sel dans la pâte prépare la fibre, la rend capable de recevoir et de fixer les différentes matières selon le but que l'on poursuit. Des essais dirigés dans ce sens ont donné de bons résultats.

État de la résine précipitée par le sel d'alumine. — On a insisté, dans les paragraphes qui précèdent, sur l'influence de la grosseur des particules de résine et des conditions dans lesquelles la précipitation de cette résine a eu lieu. Sembritsky a fait dans cet ordre d'idées des expériences et des observations qu'il y a lieu de mentionner ici.

Dans la colle contenant de la résine précipitée, l'adjonction du sel d'alumine met la résine en liberté sous une forme telle, qu'elle abandonne sans difficulté l'eau qui s'égoutte après lui avoir servi de véhicule ; elle est en outre susceptible de faire corps avec les fibres et de se fixer définitivement sur elles à l'aide des presses.

Celles-ci sont en effet indispensables : si l'on séchait le papier à l'air, le collage serait mauvais, tandis que par l'emploi de cylindres sécheurs convenablement chauffés, la résine libre en fines particules entre en fusion et communique au papier ainsi traité ses propriétés d'imperméabilité.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le savon résineux dissous qui se forme quand la résine est en présence d'un excès de soude ou qui est contenu dans le liquide séparé par décantation du savon résineux jaunâtre précipité donne, en présence du sel d'alumine, de la résine libre de consistance onctueuse. Celle-ci n'abandonne l'eau qu'avec difficulté et sous l'action des presses s'échappe en grande partie avec ce liquide. Le papier fabriqué avec une colle semblable n'est pas bon.

Collage à la gélatine. — On a essayé l'emploi de la gélatine pour le collage dans la pile afin de donner au papier ainsi collé les qualités du papier collé à la surface. Mais la solution de gélatine qui baigne les fibres est étendue et d'un autre côté elle n'est modifiée en rien par les sels d'alumine, de sorte que le collage qui en résulte est insignifiant. Les seules quantités de gélatine utiles dans ce cas, sont celles qui se trouvent en dissolution dans la petite quantité d'eau que retient le papier égoutté et prêt à être séché.

Papier collé à l'albumine ammoniacale. — Les albuminates qui se trouvent dans le lait ont, au point de vue du collage, des propriétés comparables à celles de la gélatine; de plus, ils sont précipités par les sels d'alumine, de sorte qu'une quantité suffisante de ces corps peut se fixer dans le papier et produire le même effet qu'une solution très concentrée de colle non précipitable, la gélatine par exemple.

L'emploi de l'albumine est simple et conduit à des manipulations identiques à celles que nécessite le collage à la résine.

L'albumine ammoniacale a sur la résine plusieurs avantages. Les fibres de toutes natures, lin, coton, cellulose, absorbent ce composé avec la plus grande énergie, de sorte que le collage du papier est excellent. De plus, la fibre ainsi traitée garde sa souplesse et le feutrage des fibres est bien plus complet.

Les albuminates précipités par les sels d'alumine ont une consistance gélatineuse et se présentent sous l'aspect d'une masse très volumineuse. A cet état, ils recouvrent d'une couche épaisse et bien uniforme les fibres de la pâte et déterminent dans le papier ainsi traité un excellent collage. Cette masse volumineuse et gélatineuse remplit les interstices compris entre les fibres aussi complètement qu'on peut le désirer; le collage qui en résulte est très solide et le papier offre à la suite de cette fabrication une résistance à la traction bien supérieure à celle que l'on obtient en se servant de résine; dans ce dernier cas, en effet, la fibre, après avoir été imprégnée et recouverte de résine, acquiert après le séchage une certaine raideur.

Le meilleur moment pour mettre dans la pile l'albumine ammoniacale est le commencement de la mise en mouvement du tambour. Elle doit être en solution un peu concentrée, de telle manière qu'un litre renferme 300 à 400 grammes d'albumine ammoniacale. Pendant le raffinage qui dure de 4 à 8 heures, les fibres

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

s'emparent d'une partie de l'albuminate; le reste, à l'état précipité, demeure sur les fibres et les empâte.

Conditions nécessaires pour que le collage du papier soit solide. — Pour obtenir un papier collé avec toute la solidité possible, il faut veiller à ce que les fibres soient bien empâtées de colle, à ce que les interstices de la pâte en soient remplis.

Les fibres doivent être parfaitement imprégnées de la substance qui doit assurer leur imperméabilité et c'est surtout à ce point de vue qu'il faut choisir la colle à employer. Cette colle doit être de nature à pouvoir imbiber la fibre, c'est-à-dire que les fibres doivent avoir à l'égard de cette matière des propriétés absorbantes telles qu'elles puissent l'extraire du milieu liquide ambiant. On apprécie facilement la nécessité de cette dernière condition quand on emploie des fibres neuves ou fraîchement divisées; il est presque impossible avec de telles fibres d'obtenir un collage convenable, car les résines, graisses et autres substances retenues dans la matière de la fibre ne peuvent en être extraites même par une cuisson très prolongée.

En résumé, plus la substance même des fibres sera imbibée de la matière choisie comme colle, plus l'opération sera réussie et le collage du papier solide.

Du séchage sur la machine; cylindres sécheurs. — Si le papier collé dans la pile avec de la résine était séché à l'air libre comme le papier collé à la surface à l'aide de la gélatine, on n'obtiendrait pas un bon résultat. Les particules de résine du papier à la machine ont besoin, pour se souder et constituer un ciment imperméable, de l'aide de la chaleur.

Pour que le collage du papier soit satisfaisant, il faut que la résine contenue dans sa masse subisse un ramollissement après lequel elle prendra la consistance qui convient au rôle qu'elle doit jouer, et rendra le papier imperméable.

Il ne suffit pas que la surface seule du papier soit protégée par une couche de résine fondue, la résine de la masse entière de la feuille doit être ramollie; elle s'épaissira ensuite et deviendra imperméable lorsque l'on conduira le papier entre les cylindres lisses. Alors le tout fortement comprimé se solidifiera pendant le refroidissement en une masse uniforme.

Le séchage du papier influe beaucoup sur sa résistance; si cette opération se fait trop vite pour que les fibres les plus fines puissent suivre le mouvement du papier, elles rompent et le papier perd beaucoup de sa solidité.

Un séchage de cette sorte exerce en outre une influence fâcheuse sur le collage. Dans le brusque retrait de la couche superficielle du papier, la masse se fend en pellicules minces et si le papier reçoit ensuite l'écriture, il boit.

On a imaginé plusieurs dispositions pour sécher le papier sans passer par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'emploi des cylindres, ainsi que pour rendre possible le collage superficiel à la gélatine du papier fabriqué à la machine.

Le papier est alors séché à l'air chaud ; mais on n'obtient pas ainsi de résultats satisfaisants ; le collage du papier n'est pas assez solide ; d'autre part, cependant, la résistance du papier à la traction est plus grande que lorsque l'on se sert de presses.

Oscillations données à la pâte. — Les oscillations imprimées à la pâte par la machine n'ont lieu que dans un seul sens ; il faut attacher une grande importance à ce détail de fabrication qui influe considérablement sur les qualités du produit. La solidité du papier, la bonté du collage dépendent de la manière dont ces mouvements sont donnés, le nombre des oscillations ainsi que leurs amplitudes doivent être soigneusement déterminés.

Du dosage des différentes matières entrant dans la colle. — Ce qui précède montre bien la difficulté qu'il y aurait à fixer, d'une manière absolue, des doses quantitatives donnant toujours les meilleurs résultats, au cours d'une opération qui comprend tant de circonstances particulières. Il faut, dans chaque cas, tenir compte de la nature de la colle choisie, de la nature et des propriétés de la pâte employée, des conditions de son traitement dans la pile, de la composition de l'eau, etc.

Souvent les dosages adoptés dans l'industrie sont défectueux, ils peuvent bien alors donner des produits satisfaisants, mais ils correspondent à un mauvais emploi des matières et conduisent à des dépenses inutiles. Il en est ainsi, par exemple, pour le travail de deux fabriques de papier ordinaire à écrire. La première emploie 2 demi-kilogr. de résine pour 100 kilogr. de pâte dans l'opération du collage, tandis que la seconde en use 8 kilogr. pour la même quantité de pâte.

Le rapport entre les poids de résine employée et de sel d'alumine servant à la précipiter demeurant constant, on peut facilement calculer de combien les frais de production de la seconde fabrique l'emportent sur ceux de la première. Ce surcroît de dépense est dû à un gaspillage inutile de résine et de sel d'alumine qui n'améliore en rien la qualité du papier.

Amidon et dextrine. — On se sert souvent de fécule dans le collage du papier. Cette substance n'a en elle-même aucune des propriétés d'une colle, mais elle peut les acquérir dans le traitement, car elle est susceptible de former avec les sels d'alumine des composés qui, mêlés aux fibres du papier, le rendent étanche. En général, l'action de l'amidon est seulement indirecte, cette matière s'oppose à la séparation des particules de colle ou de substances minérales qui se trouvent en suspension dans la colle, et elle fait que ces particules sont uniformément réparties dans la pâte sur toute l'étendue de la toile.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'addition si fréquente de la fécule à la pâte du papier a surtout pour but de lui donner de la solidité ; le produit ainsi obtenu a, sous ce rapport, presque les qualités du papier collé à la gélatine.

Lorsque l'on désire que le papier conserve la raideur dans une atmosphère humide, on substitue partie pour partie la dextrine à la fécule. Le mode d'emploi est le même dans ce cas.

Récapitulation. — Les observations les plus importantes à faire sur le collage du papier dans la pile sont les suivantes :

1° Les fibres doivent être traitées de telle sorte qu'elles offrent à l'action de la colle le plus grand développement superficiel. On obtient ce résultat en divisant les fibres défilées suivant leur longueur en fibrilles aussi fines que possible. Ces fibrilles sont alors très souples, elles s'entrelacent facilement et le papier obtenu est très résistant.

2° Les matières que l'on emploie comme colle doivent avoir la propriété de pouvoir imprégner complètement l'intérieur des fibres, la portion de colle qui se fixe sur la fibre même doit avoir le plus haut degré de finesse, car alors les fibres seront enduites aussi complètement que possible. La colle remplit aussi les interstices du papier ; pour que ce but soit parfaitement atteint, il faut que les particules de la colle qui doit jouer ce rôle soient de grosseurs variées.

3° On n'obtient un collage suffisamment solide que si le papier encore humide est chauffé sur les cylindres sécheurs à la température nécessaire.

On a publié déjà des mémoires importants sur le collage du papier et sur la fabrication du papier collé afin d'en éclaircir toutes les particularités encore obscures ; il faut compter surtout à l'avenir sur l'habileté et les soins persévérants des fabricants.

Les découvertes des uns doivent servir à tous, et le présent article doit être regardé comme un exemple de l'échange mutuel des observations faites et des progrès réalisés.

(*Dingler's polytechnische Journal.*)

PHYSIQUE

PHOTOMÈTRE POLARISATEUR DE WILD APPROPRIÉ AUX BESOINS DE L'INDUSTRIE, PAR M. CHWOLSON, MEMBRE DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE SAINT-PÉTERSBOURG

Le photomètre de Wild permet de comparer facilement les lumières diversement colorées ; cet instrument est monté de façon à pouvoir donner les mesures des intensités dans différentes directions du faisceau lumineux.

On rencontre dans ce photomètre ce qu'on appelle la lame double de Savartof :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ce sont deux lames de spath d'Islande dont les surfaces font avec l'axe du cristal un angle de 45°; ces deux lames sont tournées à 90° l'une par rapport à l'autre et collées ensemble. Cet assemblage a la propriété suivante :

Supposons que le rayon lumineux traverse les lames, puis le prisme de Nicole, pour aboutir à l'oculaire ordinaire du photomètre. Si le rayon est polarisé, l'observateur verra à l'oculaire dans le champ visuel une série de raies noires. Ces raies disparaissent dans deux cas : d'abord, lorsque le rayon lumineux n'est pas polarisé; puis, lorsque deux faisceaux suivant la direction du rayon lumineux sont d'égale intensité et sont totalement polarisés dans des plans perpendiculaires l'un à l'autre.

Le photomètre de Wild est représenté figure 1 ; la coupe de la partie supérieure de cet appareil est représentée sur la figure 2. Les mêmes lettres indiquent les mêmes parties sur les deux figures.

La pièce principale de cet instrument consiste en une couronne métallique montée de telle façon qu'on peut l'incliner à volonté sur l'horizon en la faisant tourner autour d'un axe horizontal placé en dessous, et elle est également mobile autour de l'axe vertical de l'instrument, de manière à pouvoir diriger à volonté les tubes disposés autour de la couronne.

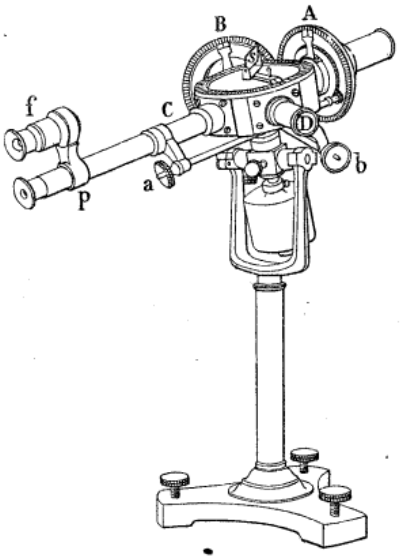


Fig. 1. — Photomètre polarisateur de Wild.

A l'intérieur de cette couronne circulaire est placé en GG (fig. 2) le système de Savartof décrit précédemment. Ce système de cristaux est mobile autour de l'axe de la couronne. Cet axe traverse le couvercle de la couronne et est muni d'un vernier qui se meut le long du cercle divisé tracé sur la couronne; de cette manière on peut établir le système de cristaux dans la position voulue.

Sur le pourtour de cette couronne sont insérés quatre tubes dont les deux plus petits, m, m, doivent être placés dans la direction des deux sources lumineuses dont on veut comparer les intensités. La lunette p renferme l'oculaire; s'il n'est pas facile de regarder directement dans cette lunette, lorsque par exemple le tube m est dirigé vers le haut, il existe près de l'ouverture de cette lunette un petit miroir qui reflète les rayons vers l'intérieur. Le tube D est fermé, on peut y placer la lunette p qui porte l'oculaire, ce qui est indispensable lorsqu'on règle l'instrument et lorsqu'il est plus facile d'observer par le tube D que par le tube C. Chaque

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tube *m* contient un prisme de Nicole PP. Les vis *a* et *b* servent à faire tourner les cercles A et B et avec eux les tubes *m* et les nicoles. Des indicateurs fixes à vernier placés sur les cercles A et B servent à lire l'angle de rotation des prismes de Nicole. La petite lunette *f* et le miroir S (fig. 1) servent à lire les angles sur le cercle B. Les ouvertures extérieures des petits tubes *m* peuvent être fermées avec de petits obturateurs à verre dépoli.

On fait les observations au moyen de la lunette C*p*N. Le tube C est assez court, mais il porte le long tube *p*IK qui arrive presque jusqu'à la couronne circulaire,

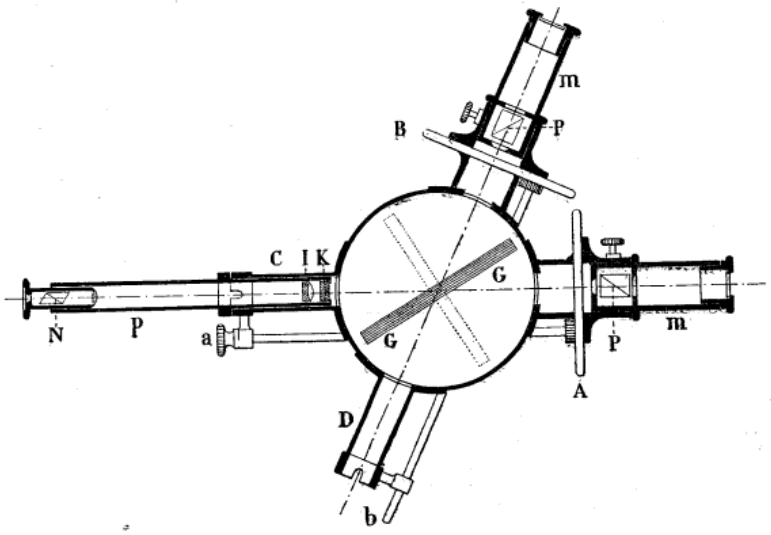


Fig. 2. — Coupe du photomètre de Wild.

Ce dernier tube porte en K la double lame de Savartof, et le petit tube de l'oculaire porte encore un prisme de Nicole qui joue le rôle d'analyseur.

Pour prendre les mesures, on commence par diriger l'un des tubes *m* vers l'une des sources de lumière et l'autre tube *m* vers l'autre source. Si les deux sources sont mobiles à volonté, on choisira les positions qui permettent de placer la couronne et les tubes horizontalement. Les rayons d'une des sources éclairant le verre dépoli du tube AP*m*, traversent le nicole P, qui les polarise, puis ils traversent les prismes GG et arrivent dans la lunette CN. Les rayons de la seconde source éclairent le verre du tube BP*m*, traversent le second nicole P qui les polarise, puis ils se réfléchissent sur le cristal GG sous l'angle de polarisation totale et arrivent aussi dans la lunette CN. Ainsi les deux rayons qui traversent la lunette ont été polarisés dans deux plans perpendiculaires l'un à l'autre; les choses se passent comme si, dans un même rayon, les vibrations lumineuses se faisaient à la fois dans deux plans perpendiculaires l'un à l'autre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'observateur voit dans le champ de la lunette CN une série de lignes noires. Le tube PAm doit rester immobile pendant l'observation et l'indicateur du cercle A doit rester pendant ce temps sur la division de 45°.

L'observateur, qui voit les lignes noires dans le champ de la lunette CN, doit faire tourner le cercle B jusqu'à faire disparaître ces lignes : c'est en cela que consiste toute la difficulté de l'observation, on s'y habitue facilement.

Lorsque le nicole est arrêté au point correspondant à la disparition des lignes noires, on lit au moyen de la lunette f et du miroir S (fig. 1) le degré de l'angle sur le cercle B. On continue ensuite à faire tourner le cercle B, les lignes noires reparaissent d'abord pour disparaître de nouveau; on fait alors une seconde lecture de l'angle et ainsi de suite. En faisant tourner le cercle B de 360°, on fait quatre lectures correspondantes aux instants de disparition des raies. La moyenne de deux lectures donne un angle et on prend la moyenne des deux angles obtenus.

Soit l'angle β ainsi obtenu comme résultat immédiat de la comparaison des intensités des deux sources de lumière. Soit J l'intensité de la lumière de la source dont le faisceau de rayons directs passe dans le tube mACp et r la distance de cette source au verre dépoli du tube, alors le rapport :

$$\frac{J}{r^2}$$

donnera la mesure de l'éclairage de ce verre dont le coefficient de translucidité est K, et le rapport :

$$\frac{KJ}{r^2}$$

donnera la mesure de l'intensité de la lumière qui a pénétré dans l'intérieur de l'appareil. Soient J_1, r_1 et K_1 les quantités correspondantes pour la seconde source de lumière; la mesure de l'intensité de la lumière de cette source sera donnée par la formule :

$$\frac{K_1 J_1}{r_1^2}$$

Le rapport cherché entre les intensités J et J_1 se calculera par la formule :

$$(1) \qquad J = C \frac{K_1}{K} \left(\frac{r}{r_1}\right)^2 J_1 \cos_2\beta$$

dans laquelle C est une constante dont la valeur est très approchée de 2; elle se détermine très facilement, une fois pour toutes, pour chaque instrument; on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

peut donc poser, sans beaucoup d'erreur, C = 2 (dans l'appareil présenté par M. Chwolson, C = 1,987).

Le rapport $\frac{K_1}{K}$ est aussi très facile à déterminer pour chaque paire de verres de l'appareil; si les deux verres ont été taillés à la suite dans le même morceau, on a presque toujours $\frac{K_1}{K} = 1$.

On peut encore opérer d'une autre manière : on peut présenter devant un des tubes une source de lumière fixe et constante, et présenter devant l'autre tube, d'abord une des sources à mesurer, placée à la distance r_1, on produit la disparition des raies et on obtient un angle β_1; puis on remplace le premier foyer lumineux par l'autre source à mesurer, placé à la distance r_2, on opère de même et on obtient un angle β_2; on n'a plus besoin des coefficients C, K_1 et K_2. Dans ce cas, le rapport cherché se calcule par la formule :

$$\frac{J_1}{J_2} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \frac{\cos^2\beta_2}{\cos^2\beta_1}. \qquad (2)$$

On a dit précédemment que l'on pouvait donner à la couronne circulaire portant les tubes une certaine inclinaison sur l'horizon, il peut arriver cependant qu'il ne soit pas commode de placer les sources de lumière dans le prolongement des tubes B*m* et A*m*. Dans ce cas, on place sur l'un de ces tubes un anneau portant une plaque de verre dépoli, dont la surface n'est pas inclinée de plus de 45° sur l'axe du tube. Il suffit alors que les rayons de la source tombent perpendiculairement sur ce verre. Cette disposition augmente beaucoup le champ d'opération du photomètre.

L'opération du réglage de l'instrument n'est nécessaire qu'une seule fois; avec quelque habitude elle ne demande que quelques instants et l'on n'a besoin de la répéter que rarement.

La première condition d'un bon fonctionnement de l'appareil est que le système des lames GG soit établi exactement, c'est-à-dire que les rayons arrivant par le tube *m*PB se réfléchissent bien suivant l'axe du tube K*p*N. Pour s'en assurer, il suffit d'enlever l'oculaire N et de regarder dans le tube. Si les prismes GG sont mal établis, l'observateur verra deux cercles lumineux séparés. Il faut alors faire tourner l'indicateur placé sur le couvercle de la couronne jusqu'à faire coïncider les deux cercles. On n'a pas besoin de répéter cette vérification à chaque nouvelle installation de l'appareil. Lorsque les prismes GG sont bien placés, on marque un trait sur le cercle de la couronne au droit du trait de l'indicateur.

Avant de commencer une observation, il suffit alors de regarder si les deux traits correspondent exactement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il existe une petite complication, seulement dans le réglage des positions des deux nicoles; mais une fois ce réglage fait, quelles que soient les conditions des observations, il n'y a pas de raisons pour que l'instrument se dérègle. Cette opération se fait de la manière suivante :

On desserre la vis de serrage latérale (fig. 2), on enlève le tube m portant le nicole P, on tire légèrement à soi la lunette NpK et on la tourne jusqu'à voir disparaître les raies; on place ensuite les prismes GG dans une position à peu près perpendiculaire à l'axe du tube NpK, on établit le cercle A au point zéro des divisions, puis on replace le tube Pm que l'on fait tourner jusqu'à voir disparaître les raies. Il ne reste plus qu'à fixer la vis de serrage. On recommence la même opération pour le second nicole en transportant la lunette NpK dans le tube D.

Les petits traits que l'on tracera une fois pour toutes à l'intérieur et à l'extérieur des parties de tubes mPA et mPB permettront de fixer exactement les deux nicoles, sans répéter ce réglage, notamment lorsqu'on sera obligé d'enlever les tubes mP, soit pour les nettoyer, soit pour tout autre motif. On n'aura besoin de refaire le réglage que lorsque l'on aurait quelque raison de penser que les nicoles se sont dérangés dans leur monture, ce qui peut arriver, après que l'on a fait voyager l'instrument.

L'oculaire N de la lunette doit être placé invariablement au point de visée infini, ce qui se pratique en enlevant la lunette et en visant une étoile par exemple; on fait un trait sur la lunette pour marquer cette position invariable de l'oculaire.

Relativement à l'observation de la disparition des raies, on doit rappeler que cette opération est déjà pratiquée dans la saccharimétrie. Le saccharimètre de Wild est très répandu et son réglage se pratique de la même manière que pour le photomètre, il contient aussi la lame double de Savartof.

Relativement au calcul des mesures, il faut faire une observation importante : on a dit précédemment que lorsque la lunette KpN est placée dans le tube C, il faut faire tourner le cercle B, puis faire la lecture des divisions, le cercle A restant fixe pendant l'opération. On ajoutera que ce cercle doit indiquer la division 45°.

Examinons comment on établit les valeurs de C et de $\frac{K_1}{K}$ qui entrent dans les formules :

Pour le coefficient C, on opère de la manière suivante : on choisit deux sources de lumière quelconque que l'on installe devant le photomètre et l'on détermine l'angle β; d'après la formule (1), on a :

$$J = C\frac{K_1}{K}\left(\frac{r}{r_1}\right)^2 J_1 \cos^2\beta_1.$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Puis on substitue les sources de lumière l'une à l'autre en conservant cependant leurs mêmes distances relatives, et l'on obtient l'angle β_1. On substitue en même temps les deux verres dépolis l'un à l'autre (si $\frac{K_1}{K}$ est encore inconnu); d'après la même formule, on a :

$$J_1 = C\frac{K}{K_1}\left(\frac{r_1}{r}\right)^2 J\cos^2\beta_1.$$

En multipliant ces deux équations l'une par l'autre, on obtient :

$$C = \frac{1}{\cos\beta\cos\beta_1}. \tag{3}$$

Pour simplifier, il convient de prendre les deux sources à peu près de même intensité et de prendre $r = r_1$.

Pour déterminer le rapport $\frac{K_1}{K}$ des deux coefficients de translucidité, des deux verres dépolis, on opère de la manière suivante : on choisit comme précédemment deux sources de lumière, on obtient un premier angle β, que l'on applique à la formule (1), puis sans changer la position des sources de lumière on intervertit seulement la position des verres dépolis et l'on obtient un angle β_2 que l'on applique aussi à la formule (1), on divise les deux équations obtenues l'une par l'autre, et l'on a :

$$\frac{K_1}{K} = \frac{\cos\beta}{\cos\beta_2}. \tag{4}$$

On peut avoir à l'avance une collection de verres de différentes épaisseurs, et déterminer, une fois pour toutes, les rapports entre leurs coefficients K; alors on a le grand avantage de pouvoir comparer, sans source intermédiaire, des lumières d'intensités très différentes. Il suffit pour cela de placer le verre dépoli le plus épais à l'extrémité du tube dirigé vers le foyer le plus fort.

Après avoir fait des expériences multipliées avec ce photomètre pour mesurer les intensités de différentes lampes, on a trouvé qu'il remplissait toutes les qualités nécessaires à un bon fonctionnement, telles qu'il a été dit; cependant il faut ajouter que, dans le cas de la comparaison des foyers de lumières diversement colorées, les raies noires ne disparaissent pas complètement, mais elles présentent un minimum d'intensité et de clarté qui est très appréciable, et dont le moment d'apparition peut être apprécié presque avec autant d'exactitude que le moment de la disparition totale en opérant sur des lumières de même couleur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cet instrument possède encore une propriété intéressante, mais qui est sans importance pour l'industrie, car il peut servir tel qu'il est construit, comme polarimètre, c'est-à-dire qu'il sert à déterminer la proportion de lumière polarisée existant dans un faisceau lumineux.

(*Zapiski.*)

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Perfectionnement dans la préparation de la colle. — D'après le brevet de Pringle Milligan de New-Jersey, on commence par laver les rognures de peaux tannées à l'eau froide, puis on les agite dans l'eau bouillante ou la vapeur en les mettant dans des paniers en osier. On les fait sécher ensuite dans l'air chaud à la température de 50° à 75°; après quoi on les dégraisse complètement en les agitant dans une eau contenant de 1 à 1,50 p. 100 de soude. On les lave ensuite dans l'eau bouillante, puis dans l'eau froide et enfin on les met tremper dans une eau acidulée de 1 à 1,50 d'acide. Après cette préparation, les rognures de peaux se conservent assez longtemps jusqu'à leur cuisson pour en extraire la colle.

(*Patente allemande.*)

Tannage minéral. — D'après le brevet de Gerson, on place les peaux dépouillées de leurs poils, pendant trois jours, dans un bain composé de 100 kilos de sel commun, de 200 kilos de confit de tanneurs, et de 300 kilos de bichromate de potasse; on y ajoute après refroidissement 50 kilos d'acide acétique et ensuite 3500 kilos d'eau. Les quantités ci-dessus sont suffisantes pour 100 peaux de bœufs. On lave bien les peaux au sortir de ce bain et on les place ensuite dans un autre bain composé de 150 kilos de son, 150 kilos de malt et 3 mètres cubes d'eau; on les y laisse une demi-journée, après quoi on les travaille à la manière habituelle.

(*Patente anglaise.*)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

PROCÈS-VERBAUX

Séance générale du 13 juin 1890.

Présidence de *M. Haton de la Goupillière*, Président.

Le fauteuil de la présidence est occupé par *M. Haton de la Goupillière*, membre de l'Institut, président de la Société. A ses côtés siègent *M. Troost*, membre de l'Institut, et le *général Sebert*, vice-présidents; *MM. Collignon* et *Aimé Girard*, secrétaires de la Société.

M. le Président ouvre la séance et prononce le discours d'usage.

M. Aimé Girard, secrétaire, lit ensuite une notice sur les travaux scientifiques d'*Eugène Peligot*.

DISTRIBUTION DES PRIX ET MÉDAILLES.

Grand prix de la Société. — Le grand prix de 12000 francs est décerné pour 1889 à *Benjamin Normand*, ingénieur, pour le perfectionnement de la machine à vapeur et l'ensemble de ses travaux mécaniques (*M. de Comberousse*, rapporteur).

Il est délivré à *M^me^ veuve Benjamin Normand* et à ses enfants.

Prix Giffard. — Le prix *Henri Giffard*, de 6000 francs, est décerné pour la première fois, en 1890, à *M. Ferdinand Carré*, pour ses appareils à produire le froid et ses charbons destinés à la lumière électrique (*M. le général Sebert*, rapporteur).

Grandes médailles. — *Grande médaille Chaptal*. — Le Conseil d'administration de la Société, sur la proposition du Comité du commerce (*M. Cheysson*, rapporteur), décerne pour 1889 *la grande médaille du Commerce*, à l'effigie Chaptal, à la *Société de Géographie commerciale*, à Paris.

Grande médaille de Prony. — Le Conseil d'administration de la Société, sur la proposition du Comité des arts mécaniques (*M. Lecœuvre*, rapporteur), décerne, en 1890, *la grande médaille des arts mécaniques*, à l'effigie de Prony, à *M. André Frey*, mécanicien-constructeur, pour l'ensemble de ses travaux mécaniques.

Grande médaille Ampère. — Le Conseil d'administration de la Société, sur la proposition du Comité des arts économiques (*M. Mascart*, rapporteur), décerne en 1890, hors tour et à titre exceptionnel, *la grande médaille de physique*, à l'effigie d'Ampère, à *M. Gramme*, pour ses découvertes en électricité.

Prix Fourcade *pour les ouvriers des fabriques de produits chimiques*. — Ce prix de 800 francs, pour 1889, est attribué à *M. Courtel* (Jacques), ouvrier à l'usine de *M. Bardot*, fabricant de produits chimiques, à Grenelle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le prix pour 1890 est décerné à *M. Gavarry* (Jean-Louis), ouvrier à l'usine de *M. Roure-Bertrand,* fabricant de matières premières pour la parfumerie, à Grasse.

Prix d'Aboville *pour les manufacturiers qui emploient des ouvriers infirmes.* — Ce prix, sur le rapport de *M. Lavollée,* est partagé, en 1890, de la manière suivante :

Sœurs aveugles de Saint-Paul, à Paris.	2000 francs.
Société marseillaise des ateliers d'aveugles à Marseille.	1000 —
Œuvre de la Providence des infirmes de Sainte-Élisabeth, à Lyon.	1000 —

Prix Melsens. — Ce prix de 500 francs, sur le rapport de *M. le général Sebert,* est décerné pour la première fois en 1890 à *M. J. Morin* pour ses travaux relatifs à l'hygiène et à l'art militaire.

Prix *pour le matériel du génie civil et de l'architecture.* — Ce prix, consistant en une médaille d'or, sur le rapport de *M. Schlemmer*, est décerné à *M. Lantrac*, ingénieur en chef de la Compagnie de Fives-Lille, pour les procédés employés au levage et au montage des charpentes métalliques du palais des machines de l'Exposition universelle de 1889.

Prix *pour le perfectionnement de l'industrie cotonnière.* — Sur le rapport de *M. Simon*, un prix de 4000 francs est décerné aux trois candidats suivants :

1° *M. Imbs* (Joseph), professeur au Conservatoire des Arts et Métiers ;

2° *Blanchisserie et teinturerie des Vosges*, à Thaon (*M. Lederlin*, directeur) ;

3° *M. Vimont*, mécanicien à Vire (Calvados).

Prix de 1000 francs *pour l'utilisation des résidus de fabrique.* — Le prix, sur le rapport de *M. Roussin*, est attribué pour 1889 à *M. Martinon*, chimiste à Lyon.

Le prix, sur le rapport de *M. Le Chatelier*, est décerné pour 1890, à *M. Henry*, fabricant de ciments, à Saint-Dizier.

Prix de 3000 francs *pour la fabrication courante d'un acier ou fer fondu doué de propriétés spéciales utiles, par l'incorporation d'un corps étranger.* — Sur le rapport de *M. Carnot*, un prix de 2000 francs est décerné à *M. Brustlein*, ingénieur-directeur des usines Jacob Holtzer et C^ie^. à Unieux (Loire).

Prix de 4000 francs *pour une publication utile à l'industrie chimique ou métallurgique.* — Sur le rapport de *M. Carnot*, un encouragement de 500 francs est décerné à *M. Hallopeau*, métallurgiste, professeur à l'École centrale des arts et manufactures, ingénieur de la Compagnie du chemin de fer de Lyon.

Prix de 3000 francs *pour une étude scientifique des propriétés des divers produits hydrauliques.* — Sur le rapport de *M. Le Chatelier*, un encouragement de 1000 francs est décerné à *M. Deval*, conducteur des ponts et chaussées, attaché au laboratoire municipal de la Ville de Paris.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Prix de 3000 francs *pour un appareil susceptible d'annoncer automatiquement, d'une manière sûre et régulière, à une distance quelconque, le passage d'un train en marche.* — Le prix n'est pas décerné, des encouragements sont accordés, sur le rapport de *M. Rousselle*, à

M. Clémandot, ingénieur.	1500 francs.
M. de Baillehache, ingénieur.	1000 —

Prix de 2000 francs *pour un appareil permettant de transmettre à grande distance la pression d'un gaz ou d'une vapeur.* — Le prix, sur le rapport de *M. Mascart*, est décerné à *MM. Richard frères*, ingénieurs-constructeurs, à Paris.

Prix de 2000 francs *pour un carnet agricole aide-mémoire.* — Le prix n'est pas décerné et des encouragements sont accordés, sur le rapport de *M. Lavalard*, à

M. Éloire, à Caudry (Nord).	500 francs.
M. Ferté, à la loge de Chouy (Aisne)	500 —

Prix de 2000 francs *pour la meilleure étude sur l'agriculture et l'économie rurale d'une province ou d'un département.* — Le prix, sur le rapport de *M. Riser*, est partagé de la manière suivante :

M. Martin, diplômé de l'enseignement supérieur agricole	1400 francs.
M. Larbalétrier, professeur d'agriculture à Arras. . . .	500 —

Des médailles sont décernées :

Médaille d'argent, à *M. Pelosse*, secrétaire de la Chambre de commerce, à Lyon.

Médaille de bronze, à *M. Dirat*, propriétaire, à Briguemont (Haute-Garonne).

Prix de 2000 francs *pour l'utilisation des tourbes françaises en agriculture.* — Sur le rapport de *M. Muntz*, un encouragement de 600 francs est décerné à *M. de Mauroy*, à Wassy-en-Blaise (Haute-Marne).

Prix de 3000 francs *pour la meilleure étude sur la constitution physique et la constitution chimique comparées des terrains d'une des régions naturelles (ou agricoles) de la France.* — Le prix, sur le rapport de *M. Risler*, est partagé de la manière suivante :

M. Garola, directeur de la station agronomique de Chartres.	1500 francs.
M. Vacher (Marcel), agriculteur à Montmarault (Allier). . .	1000 —
M. Vassilière, inspecteur de l'agriculture.	500 —

Prix de 2000 francs *pour une étude économique d'un centre industriel en France.* — Le prix, sur le rapport de *M. Cheysson*, est attribué à *MM. Michel* (Georges) et *Renouard* (Alfred).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

I. *Liste des médailles décernées par la Société pour des inventions ou des perfectionnements aux arts industriels.*

Médailles d'or. — Association de Mulhouse pour prévenir les accidents de machines, ensemble des travaux; — Association des industriels de France contre les accidents du travail, ensemble des travaux; — Association rouennaise pour prévenir les accidents de fabriques, ensemble des travaux. — MM. Baltet (Charles), ouvrages sur l'horticulture; — Berlier, ensemble des travaux; — Camel, appareils pour le filage de la soie; — Carpano, ensemble des travaux; — Ducretet, ensemble des travaux; — Fumat, lampe de sûreté pour les mines; — Godillot (Alexis), foyers à combustion méthodique; — Hadfield, acier-manganèse; — Leroy (Isidore), ensemble des travaux; — Lorilleux, ensemble des travaux; — Parenty, ensemble des travaux; — Pellin, ensemble des travaux; — Reverchon, culture rationnelle des abeilles; — Robert frères, cours de dessin et méthode d'enseignement; — Viala, ensemble des travaux.

Médaille de platine. — MM. Mahon frères, machine à chiner.

Médaille d'argent. — MM. Barette, fouleuse à mouvement alternatif; — Besnard, lampes à pétrole; — Bourdil, pulvérisateur pour le traitement du mildiou; — Bourdon, enveloppes calorifuges en liège; — Chaize frères, interrupteur de courants électriques; — Charbonnaud, système de distribution pour machine à vapeur; — Grangé, condensateur de vapeur; — Guéret frères, tirage de la bière par l'acide carbonique; — Hupé, tableau chromatique des couleurs; — Jouanny, recueille-poussières; — Léris (l'abbé), tableau mécanique; — Magna, treuil spiral à différentielle variable; — Maignen, filtre pour les eaux potables; — Mérelle, machine étireuse-broyeuse-échardonneuse; — Monet, procédés de reproduction graphique pour l'imprimerie; — Mouchère, machine à dévider et à peser les pelotes; — Nogué (Émile), collaborateur de M. Pellin susnommé; — Potain, poêle à gaz hygiénique; — Radiguet, débrayeurs électriques; — Société des lièges, enveloppes calorifuges en liège; — Trenta, contrôleur de ronde.

Médailles de bronze. — Mlles Billaudel, appareil cryptographique; — MM. Dechandon, extracteur de cartouches; — Métenier, four à chaleur concentrée; — Serrin, vide-tourie.

Le Conseil d'administration a résolu d'offrir des médailles commémoratives aux personnes qui, en dehors de ses propres membres, ont bien voulu faire à la Société des communications importantes, autres que celles des industriels qui désirent faire connaître leur propre industrie.

Ces médailles sont remises à MM. Fouqué, membre de l'Institut, séance du 8 mars 1889, bleu égyptien; — Cornu, membre de l'Institut, séance du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

14 juin 1889, synchronisation des horloges; — MALLARD, inspecteur général des mines, séance du 28 juin 1889, emploi des explosifs dans les mines à grisou; — BECHMANN, ingénieur en chef des ponts et chaussées, séance du 10 mai 1889, fontaines lumineuses; — WEYHER, directeur de la Société centrale de constructions mécaniques, séance du 22 février 1889, expériences sur les tourbillons; — GUSTAVE RICHARD, directeur de la Société des constructions mécaniques spéciales, séance du 13 décembre 1889, chaudières Fox; — JANET, ingénieur des mines, séance du 23 mai 1890, fermeture des lampes de sûreté pour les mines.

II. *Liste des contremaîtres et ouvriers auxquels ont été décernées des médailles d'encouragement :* — Mmes ANCELIN, née DUQUESNE (Victorine-Louise), délisseuse à la *Société des papeteries du Marais et Sainte-Marie* (au Marais); — Veuve APPERT, contremaîtresse à la *manufacture de stéarinerie française*, à Saint-Denis; — BALU, née DISCAZEAU (Félicie-Pauline), décalqueuse chez *M. Boulenger,* fabricant de faïence, à Choisy-le-Roi; — MM. BALU (Pierre-Louis-Frédéric), chauffeur chez *M. Boulenger*, fabricant de faïence, à Choisy-le-Roi; — BAURET (Sébastien), chef d'atelier chez *M. Boulenger,* fabricant de faïence, à Choisy-le-Roi; — BEURTON (Joseph), contremaître chez *M. Petitpont*, manufacturier, à Choisy-le-Roi; — BLANCHOT (Pierre), monteur chez *M. Balsan*, manufacturier à Châteauroux; — BONTEMPS (François), ouvrier chez *M. Maës*, teinturier à Clichy-la-Garenne; — BOUSSARD (Louis), mineur à la *Société des houillères et du chemin de fer d'Épinac;* — BROQUELET (Alfred), contremaître chez *M. Paillart,* typographe à Abbeville; — BREZILLON (Jean-François), charron à la *Compagnie générale des Omnibus,* à Paris; — BRUNIN (Cyprien), ouvrier emballeur chez *MM. Vandenberghe* et *Deledicque*, emballeurs, à Roubaix; — CHARDIN (Alexandre), contremaître chez *M. Gay,* entrepreneur de menuiserie à Paris; — COINTEREAU (Jean-Louis), planeur chez *M. Bridault*, planeur en métaux, à Paris; — COLMÉ (Félix), contremaître chez *M. Berendorf*, manufacturier, à Paris; — COLLET (Florent-Auguste), ouvrier chez *MM. Guyard* et *Canary,* fabricants d'instruments de précision, à Paris; — COSTILLE (Jean-Baptiste), chef de l'atelier de brochage, chez *MM. E. Plon, Nourrit* et *Cie*, imprimeurs-éditeurs, à Paris; — DENIZOT (Charles), ouvrier cordonnier chez *MM. Rousset,* manufacturiers, à Blois; — ENOUT (Alexandre), chef monteur aux ateliers de la *Compagnie du chemin de fer d'Orléans,* à Orléans; — ÉTIENNE (Pierre), contremaître à la *Compagnie des forges* de Châtillon et Commentry; — FAGAN (Émile), contremaître à l'*Établissement Malétra*, à Petit-Quevilly; — FONTAINE (Jean-Baptiste), raboteur aux ateliers d'Oullins, *Compagnie des chemins de fer de Paris-Lyon-Méditerranée*; — FONTENAY (Jules), chef magasinier chez *M. Boulenger,* fabricant de faïence, à Choisy-le-Roi; — FREMULLER (Jean), chef d'atelier chez *MM. Gabelle et fils,* constructeurs à Marseille; — HENNIEN (Alexandre-Antoine), menuisier à la *Compagnie générale des Omnibus*, à Paris; — HULOT (Jean), ouvrier chocolatier chez *MM. Saintoin frères,* confiseurs à Orléans; — LAFOUGE (Alexis),

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mineur à la *Société des houillères et du chemin de fer d'Épinac;* LAMY (Pierre-Edme), ouvrier chez *M. Morane*, constructeur-mécanicien, à Paris; — LEROUX (Joseph), contremaître à l'*Établissement Malétra,* à Petit-Quevilly; — Mme MAROT, née DUBRU (Hortense-Françoise), papetière revoyeuse à la *Société des papeteries du Marais et Sainte-Marie,* au Marais; — MM. MARTIN (Louis), chef d'équipe monteur aux ateliers de la *Compagnie des chemins de fer de l'Est,* à Épernay; — MONTIER (Adolphe-Augustin), chef d'équipe à la *Compagnie des chemins de fer de l'Ouest,* à Rouen; — MOREL (Louis), ouvrier à la *Société générale des Téléphones,* à Bezons; — PASSEREAU (Antoine-Achille) chef emballeur chez *M. Boulenger,* fabricant de faïence, à Choisy-le-Roi; — PÉCHON (Vincent-Louis), emballeur chez *M. Boulenger,* fabricant de faïence, à Choisy-le-Roi; — PEIGNAUD (François), chef monteur chez *MM. Piet* et *Cie,* ingénieurs-constructeurs, à Paris; — PÉRA (Calixte-Jean-Baptiste), emballeur chez *M. Boulenger,* fabricant de faïence, à Choisy-le-Roi; — PIEJUS (Louis-Philippe), ouvrier chez *MM. Guyard* et *Canary,* fabricants d'instruments de précision, à Paris; — PIERRON (Jean), contremaître chez *MM. Petitpont,* manufacturier, à Choisy-le-Roi; — POULLEAU (Jacques), mécanicien à la *Société des houillères et du chemin de fer d'Épinac;* — Mme PREUD'HOMME (Aline), ouvrière à la *Société générale des Téléphones,* à Bezons; — MM. PUTROUILLEAU (Armand), charron à la *Compagnie générale des Omnibus,* à Paris; — QUÉNARD (Louis), ouvrier à la *Société générale des Téléphones,* à Bezons; — RAGOT (Jean-Baptiste), fondeur à la *Compagnie des forges de Châtillon et Commentry;* — REBUFFÉ (Désiré-Amable), ouvrier chez *M. Brinon,* manufacturier, à Pussay; — REMY (Prosper), ajusteur à la *Société des papeteries du Marais et Sainte-Marie,* au Marais; — ROUILLON (Louis), mécanicien chez *MM. Janvier père et fils,* manufacturiers, au Mans; — SALMON (Louis-Alexandre), conducteur de machines à vapeur, à la *Société des papeteries du Marais et Sainte-Marie,* au Marais; — SCHILTZ (Antoine), riveur à la *Société Chameroy,* à Paris; — SERTIN (Hippolyte-François), contremaître à la *Société des anciens établissements Cail,* à Paris; — SULFOURT (Baptiste-Jules), modeleur à la *Société des anciens établissements Cail,* à Paris; — Mme SYSOIR, née DELATHE (Célina), contremaîtresse chez *MM. Poure O'Kelly* et *Cie,* manufacturiers, à Boulogne-sur-Mer; — MM. STÉPÉ (Michel), ouvrier chez *M. Paris,* manufacturier, au Bourget; — TOUBIN (François-Honoré), métayer, à Dournon; — TOURNEAU (François), employé au bobinage des fils à la câblerie de la *Compagnie des forges de Châtillon et Commentry;* — TOUZÉ (Eugène-Amédée), serrurier chez *M. Fichet,* fabricant de coffres-forts, à Paris; — TROUSSEL (Eugène), comptable chez *MM. Poure, O'Kelly* et *Cie,* manufacturiers, à Boulogne-sur-Mer; — VOIREL (Antoine), chef d'atelier au Muséum d'histoire naturelle à Paris.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Séance du 27 juin 1890.

Présidence de *M. Haton de la Goupillière,* Président.

M. Badoul, à Saint-Étienne (Loire). — Clavier à méthode pour la lecture de la musique du piano sur le clavier même. (Arts mécaniques.)

M. Beudin, rue de la Poterie, 8. — Moteur hydraulique. (Arts mécaniques.)

M. Chedeville, rue Poissonnière, 12. — Machine à frotter les parquets. (Arts mécaniques.)

M. Danguy, ingénieur agronome, à Beaune (Côte-d'Or). — Mémoire sur l'amélioration des vins par la congélation (Agriculture.)

M. Schlumberger, chimiste, 245, rue de Vaugirard, à Paris. — Pli cacheté portant le titre de *Communication de procédés relatifs à la fabrication des billets de banque.* (Ce dépôt est accepté.)

M. le colonel R. Henry, rue de La Trémoille, 28. — Pli cacheté portant le titre de *Mémoire sur la force et le travail développés par les oiseaux pour se soutenir dans l'atmosphère.* (Ce dépôt est accepté.)

M. Charles Guyard, mécanicien, rue de La Tour, 112, à Passy. — Moteur hydraulique. (Arts mécaniques.)

M^lles Billaudel, à Cernion (Ardennes). — Charrue bilatérale. (Agriculture.)

M. Le Moal, ingénieur civil, rue Sibuet, 62. — Chaudière à haute pression et à grande surface. (Arts mécaniques.)

M. de Canson, à Maisod (Jura). — Notice relative à la théorie de la turbine pour laquelle il a pris un brevet en 1889. (Arts mécaniques.)

M. Paul Serres, à Talairan (Aude). — Étude viticole manuscrite. (Agriculture.)

M. Sautier, à Sallanches (Haute-Savoie). — Porte-plume-encrier appelé monographe. (Arts économiques.)

M. Secretan, mécanicien, à Charezier (Jura). — Moteur à vapeur à grande vitesse. (Arts mécaniques.)

M. Cuizinier, avenue de la République, à Vincennes. — Appareil destiné au transvasement des liquides. (Arts économiques.)

M. Delaurier, rue Daguerre, 77. — Nouvelle application de la chimie à l'extraction des métaux. (Arts chimiques.)

M. Coret, boulevard Bineau, 53, à Neuilly-sur-Seine. — Projet de compteur d'électricité. (Arts économiques.)

M. Danten, artiste peintre, à Amiens. — Machine dynamo-automotrice. (Arts économiques.)

M. Granger, rue Notre-Dame-de-Nazareth, 38. — Tube niveau-flotteur pour chaudières à vapeur. (Arts mécaniques.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Compte rendu de la réunion générale des stéariniers et des couleurs de bougies de France du 18 juin 1890. (Commerce.)

M. Rafaël Aguilar, secrétaire général de la Société scientifique *Antonio Alzate,* demande l'échange des mémoires de cette Société avec les publications de la Société d'Encouragement. (*Bulletin.*)

M. Léon Malo, à Pyrimont, par Seyssel (Ain). — Ouvrage intitulé: *l'Exposition universelle de* 1889. (Commerce.)

M^me^ veuve Louis Ser fait hommage du *Traité de physique industrielle,* tome II, 1^re^ partie, publié par *M. Ser,* ancien membre du Conseil, avec la collaboration de *MM. Carette* et *E. Herscher.*

Les ouvrages suivants sont offerts à la Société pour sa bibliothèque par :

M. Reader Lack : The illustrated official Journal (Patents).

M. Henry Chapmann : The manufacture of oxygen on gaz works, par W. A. Valon. — Twentieth annual report of the deputy Master of the Mint, 1889.

M. Émile Mathieu : Théorie de l'élasticité des corps solides.

M. Collignon : Association française pour l'avancement des sciences. — Congrès de Paris, 1889, 2 brochures. — Note sur la résistance des arcs paraboliques surbaissés.

M. Simon : Guide de l'émigrant au *Brésil.* — Catalogue de la section du *Chili* et notice sur le pays. — Catalogue de la section de la République de *Guatémala* et notice. — Catalogue (en anglais) des produits *Havaïens.* — La vie et les mœurs à *la Plata*, par Émile Daireaux, 4 brochures. — La *République Argentine* et l'émigration, par John Le Long. — Notices sur les conditions et formalités de l'émigration dans la *République Argentine* et tableau officiel des salaires. — La *République de l'Uruguay* à l'Exposition universelle de 1889, par Honoré Roustan, docteur du bureau de statistique générale de Montevideo. — Notice accompagnée d'une carte sur les États-Unis du *Venezuela* (en français, anglais, espagnol, allemand et italien). — *Rapport sur les productions agricoles des États-Unis d'Amérique* préparé sous la direction du secrétaire de l'agriculture.
— Carte de la République de *Paraguay.*

M. Bischoffsheim. — Tome III de l'observatoire de Nice avec atlas.

M. Schmidt : Bulletin de l'Association des propriétaires d'appareils à vapeur, 1881 à 1888; et les ouvrages suivants de M. Schmidt : Principes de construction et d'entretien des chaudières à vapeur d'après le règlement belge. — Expérience sur le chauffage des chaudières à vapeur. — Note sur quelques procédés peu connus concernant la construction des cheminées d'usines. — Documents concernant les clapets d'arrêt de vapeur. — Note sur une explosion survenue à Aulnois et Laon. — Note sur une avarie de chaudière. — Manque d'eau. — Nouvelles expériences sur le chauffage des chaudières.

M. le ministre du commerce : Opération des caisses d'épargne en 1888.

M. Jordan : Édition anglaise de son *Course of lectures on metallurgy.*

M. Miraglia : Relazione intorno alle condizioni dell' agricoltura, 1870-74. — Notizie e studi intorno alle condizioni dell' agricoltura, 1876 à 1879. — Variazioni del fitto dei terreni. — Conti colturali del frumento. — Osservazioni fenoscopiche sulle piante. — Monografia sulla coltivazione del riso. — Atlanti di statistica agraria. — Notizie di statistica agraria. — Carta idografica e Relazione.

M. Hallopeau : L'état de la métallurgie, 1789-1890. — Le maître de forges. (Conférences de l'Exposition universelle de 1889.)

M. Engel-Gros : Association pour prévenir les accidents de fabrique de Mulhouse. Compte rendu du 22^e^ exercice, 1889.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. W. de Nordling : L'unification des heures, communication adressée à la Société de géographie le 21 février 1890.

Ouvrages offerts par la direction des Beaux-Arts :

Les volumes parus et à paraître de l'*Inventaire général des richesses d'art de la France*. Publication de la direction des Beaux-Arts.

Les volumes parus et à paraître des *Comptes-rendus des Réunions annuelles des sociétés des Beaux-Arts à Paris*.

Les six albums parus des *Restaurations des monuments antiques de la Grèce et de l'Italie,* d'après les travaux des pensionnaires de l'Académie de France à Rome.

L'Architecture normande aux XI^e^ et XII^e^ siècles en France, par Ruprich-Robert.

Le Livre d'or du Salon de peinture et de sculpture, par J. Lafenestre, 1879 à 1889, 11 volumes.

Dictionnaire raisonné de l'architecture française du X^e^ au XVI^e^ siècle, par Viollet-le-Duc, 10 volumes.

Voyages dans l'ancienne France, par le baron Taylor, Ch. Nodier. Province de Champagne. Province de Bretagne.

Un lot de gravures variées et de photographies (modèles de dessin, sujets divers, eaux-fortes, architecture, décoration, etc.), provenant du dépôt légal.

Nomination de membres de la Société. — *M. Hallopeau,* métallurgiste, professeur à l'École centrale des arts et manufactures, ingénieur de la Compagnie des chemins de fer de Paris-Lyon-Méditerranée, etc., est nommé, sur sa demande, membre perpétuel-donateur.

Sont nommés membres de la Société :

M. Julio Carlos Henrique Thomas, chimiste, présenté par *M. le colonel Pierre ;*

M. Vimont, constructeur-mécanicien, à Vire (Calvados), présenté par *M. Édouard Simon ;*

M. Aymé Brustlein, ingénieur de la maison Jacob Holtzer et C^ie^, à Unieux (Loire), présenté par *MM. Carnot* et *Appert ;*

M. Georges Sohier, manufacturier à Paris, présenté par *M. Krantz ;*

M. Personne de Neufchâtel-Sennevoy, ingénieur civil, à Paris, présenté par *M. Krantz ;*

M. Brault, de la maison Brault, Teisset et Gillet, constructeurs-mécaniciens, à Chartres, présenté par *M. Aimé Girard ;*

M. Denis de la Garde, ancien ingénieur conseil de l'ambassade de France à Madrid, présenté par *M. Haton de la Goupillière.*

Rapports des comités. — *Instruments de dessin. — M. le colonel Goulier* fait, au nom du Comité des arts mécaniques, un rapport sur quelques instruments de dessin présentés par *M. J. Pillet,* ingénieur des arts et manufactures, professeur de dessin industriel, boulevard Garibaldi, 38, à Paris.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les appareils présentés par *M. Pillet,* en particulier, ses tire-lignes à pointiller et son té-équerre, semblent pouvoir faciliter la tâche du dessinateur : auss le Comité des arts mécaniques propose-t-il de remercier *M. Pillet* de sa communication et d'ordonner l'insertion, dans le *Bulletin* de la Société, du présent rapport accompagné des gravures sur bois nécessaires à son intelligence.

Ces conclusions sont adoptées.

Manomètre métallique. — M. Farcot fait, au nom du Comité des arts mécaniques, un rapport sur le manomètre métallique de *M. Mignot,* rue Gauthey, 34, à Paris.

Ce manomètre se fait remarquer par un certain nombre d'avantages, qui se résument en une grande sensibilité, une précision mathématique et une remarquable stabilité des indications qu'il fournit.

Le Comité des arts mécaniques a pensé que ces divers perfectionnements méritaient de vous être signalés ; il propose au Conseil de remercier *M. Mignot* de son intéressante communication et d'autoriser l'insertion du présent rapport au *Bulletin* de la Société avec les figures nécessaires à sa compréhension.

Ces conclusions sont adoptées.

Communications. — *Revivification des limes et fraises. — M. Personne de Neufchâtel-Sennevoy,* ingénieur, membre de la Société d'Encouragement, a présenté un nouveau procédé de retaillage des outils par l'électricité : ce procédé, qui ne nécessite ni le meulage, ni le retrempage des limes, fraises, etc., consiste à former un ou plusieurs éléments de piles à charbons et eau acidulée, dans laquelle pile l'outil à retailler joue le rôle d'anode : sous l'influence du courant, le liquide se décompose, et tandis que l'oxygène pénètre énergiquement dans la taille de l'outil, le rôle protecteur des dents est rempli par une multitude de petites bulles d'hydrogène à l'état naissant qui se fixent sur les extrémités des dents et protègent ainsi celles-ci contre l'attaque du bain ; en outre, la séparation énergique des deux gaz a pour résultat d'aiguiser la dent ainsi refaite.

Ce procédé, dû à *M. le baron Augustin Personne* et présenté par son fils à la Société d'Encouragement, est adopté par le Ministre de la Guerre : son extrême simplicité permet son emploi dans le plus petit atelier. Son prix de revient est insignifiant, et il permet de retailler plusieurs fois le même outil.

M. le Président remercie *M. Personne* de son intéressante communication, qui est renvoyée au Comité des arts mécaniques.

Instruments à feu. — M. le docteur Paquelin fait une communication sur trois instruments à feu : sécateur pour vigne et arbustes ; composteur pour marquer les cornes des ruminants ; couteau pour l'autopsie des grands animaux.

Les trois nouveaux instruments sont des dérivés du cautère qui fut présenté en 1855 à l'Académie de médecine, par feu *M. Bouley,* et qui a été adopté en mai 1889 par le ministère de la Guerre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Une soufflerie à main, un carburateur à essence minérale muni d'un robinet régulateur, un tuyau de raccord en caoutchouc, un manche canaliculé, le cautère (chambre métallique communiquant avec le milieu extérieur au moyen de plusieurs orifices), composent l'appareil.

L'air injecté par la soufflerie se carbure au milieu de l'essence minérale ; la composition du mélange gazeux qui en résulte est modifiée, à la volonté de l'opérateur, à l'aide du robinet régulateur du réservoir à essence; celui-ci, en effet, en versant dans ce mélange une quantité d'air plus ou moins grande, en fait un gaz plus ou moins parfait pour la combustion.

On allume le mélange gazeux à son arrivée dans le cautère ; il est d'abord ce que l'ont fait d'une part la richesse et la température de l'essence, d'autre part, l'air de la soufflerie; mais le jeu du robinet l'amène immédiatement à composition parfaite; à ce moment, les flammes qui sortaient fuligineuses par les gueules de l'outil prennent la teinte bleu-violet des flammes chauffantes, plongent avec un bruit sec caractéristique dans la chambre métallique et portent celle-ci à l'incandescence.

M. le Dr Paquelin a construit le sécateur à la demande des viticulteurs.

L'adaptation des instruments à feu à la taille de la vigne et des arbustes semble devoir atteindre un double but : obstacle à l'écoulement de la sève et protection du cœur de l'arbre contre l'action des parasites.

La communication qu'a faite ces jours derniers *M. Ernest Olivier* au Congrès des Sociétés savantes de la Sorbonne confirme cette manière de voir. En effet, *M. Olivier* a découvert, dans les environs de Moulins (Allier), un hyménoptère dont la spécialité est de déposer ses œufs sur la moelle de la vigne mise à nu par la taille et dont les larves ont pour fonction de pénétrer au cœur de l'arbuste en suivant son canal médullaire et d'en amener ainsi la destruction.

M. le Président remercie *M. le docteur Paquelin* de son intéressante communication, qui est renvoyée au Comité des arts économiques.

Le Gérant : J.-H. Ginestou.

Paris. — Typ. Georges Chamerot, 19, rue des Saints-Pères. — 26334

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1.

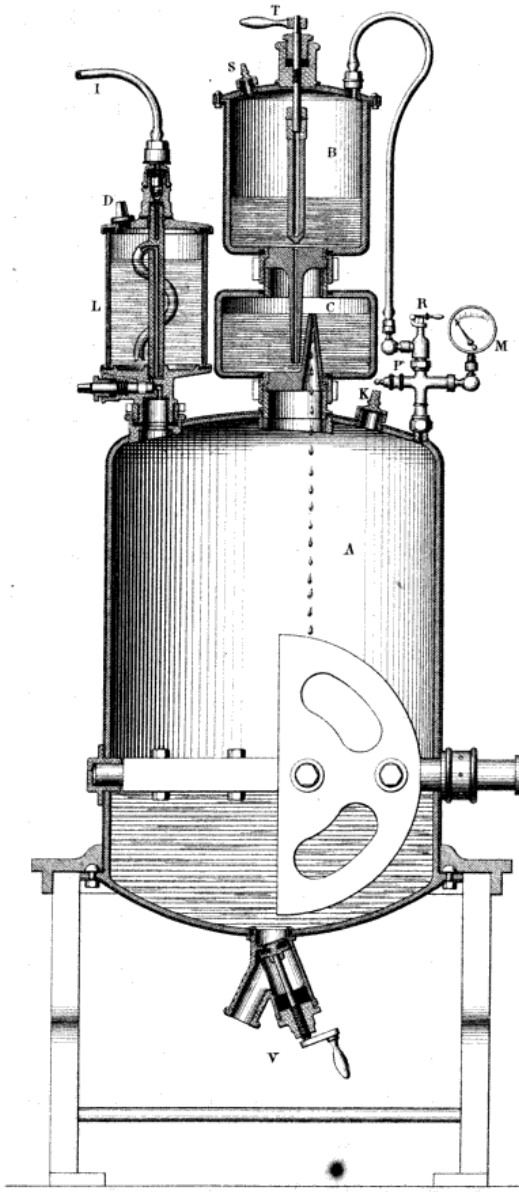


Fig. 2.

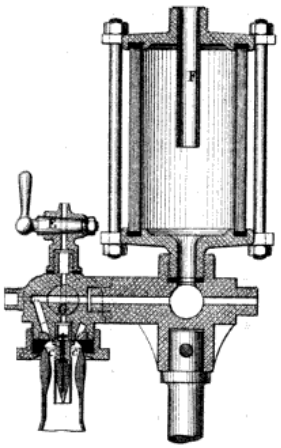
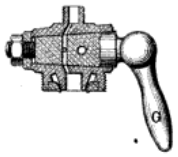


Fig. 3.



Echelle 1/10 (Fig. 1).

Echelle 1/5 (Fig. 2 et 3).

Imp. Monrocq. *Autog. (Zinc) E. Gillet, 3e rue Gay Lussac, Paris.*

APPAREIL DE MM. GUÉRET POUR LE TIRAGE DE LA BIÈRE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce n'est pas dans nos appartements parisiens, avec leurs trumeaux réduits par les baies, que l'on peut songer à trouver une place pour cette grande carte d'Europe; mais elle sera très convenablement installée dans des salles d'attente de chemins de fer, dans les salles d'escrime et de billard, dans les cercles, dans les préaux d'école et de collège, dans les couloirs d'hôtel et autres emplacements analogues, où elle recevra un emploi aussi utile que décoratif.

Après avoir ainsi rendu hommage aux qualités de cette œuvre, nous ne pouvons nous empêcher d'exprimer le regret que ses auteurs n'aient pas tenu à lui donner un caractère plus nettement géographique. Nous aurions voulu notamment qu'elle s'appuyât sur un réseau de méridiens et de parallèles et qu'elle fût rédigée à une échelle précise, par exemple, au millionième, tandis que, pour y faire tenir des localités ou des indications que l'échelle ou le format auraient exclues, on a cru sans inconvénient de recourir à certaines déformations vers les extrémités de la carte, qui cesse d'être géographique pour devenir schématique. Nous aurions peut-être aussi quelques autres réserves à formuler touchant les écritures, la légende et les signes conventionnels; mais nous nous bornons à y faire cette simple allusion, parce qu'elles n'auront plus d'objet dès l'édition prochaine.

Amené à visiter les ateliers de MM. Isidore Leroy et fils à l'occasion de cette carte, votre Comité a été frappé de leur bel agencement technique, comme de leur importance industrielle, et se croit tenu de les signaler à votre attention.

Déjà, notre Société a décerné à cette maison une médaille d'argent en 1854, sur le rapport fait par M. Charles de Laboulaye au nom des Comités des arts mécaniques et des arts chimiques. Votre éminent rapporteur vous signalait alors les grands services qu'avait rendus M. Isidore Leroy à l'industrie des papiers peints en la dotant de l'impression mécanique à l'aide des rouleaux, vainement tentée avant lui par M. Zuber de Rixheins et M. Bissonnet, de Paris.

A ce moment, les rouleaux étaient exécutés en bois de poirier, gravés à la main ou garnis de petites lames de cuivre. Comme ils jouaient, après avoir été trempés dans le bain, ils ne pouvaient comporter un repérage assez précis pour un tirage à plusieurs couleurs. Aussi, le rapporteur était-il disposé à renfermer le nouveau système dans la fabrication du papier à bon marché avec deux ou trois couleurs au plus, le papier de luxe restant réservé à l'impression à l'aide de la planche plate à la main.

Nous avons vu dans les ateliers de M. Leroy une de ces anciennes ma-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chines, qui présentent un grand intérêt historique et dont la place serait, à ce titre, au Conservatoire des Arts et Métiers.

Depuis lors, les desiderata de M. Charles de Laboulaye ont été réalisés, et M. Leroy a surmonté les difficultés qui semblaient limiter l'application de son procédé mécanique.

Les cylindres imprimeurs ne sont plus en bois, mais en plâtre coulé autour d'un noyau ou paillasson qui les rend plus légers. La gravure en relief est clouée sur le plâtre à l'aide d'une petite semelle débordante : les caractères sont en plomb et bismuth ; les parties les plus larges de la gravure sont feutrées afin de faciliter l'impression.

Les machines à imprimer sont de trois types, donnant toutes le même rendement de 300 rouleaux de 8 mètres à l'heure.

Les deux premiers types ont une largeur de $0^m,65$; le troisième de $0^m,85$.

Le diamètre du presseur est :

Pour le premier type, de : $0^m,47$;

Pour le deuxième type, de : $1^m,38$;

Pour le troisième type, de : $3^m,36$.

On a bien dépassé le nombre des couleurs assigné en 1854 à ce procédé, puisque le premier type peut imprimer à 4 couleurs, le deuxième à 12 et le troisième à 26.

La machine du dernier type est un admirable appareil, aussi puissant que précis, haut de $5^m,32$, muni de 26 cylindres imprimeurs et capable d'imprimer des dessins qui ont jusqu'à $1^m,20$ de hauteur. Des spécimens de produits ainsi obtenus ont figuré avec succès à l'Exposition universelle de 1889 et ont montré l'étendue des ressources que peuvent donner à l'art du décorateur en papiers peints une telle hauteur de dessin et une telle richesse de couleurs.

Ce n'est plus seulement le papier à bon marché qui relève de ce procédé ; c'est également le papier de luxe, dont le prix devient abordable grâce à la substitution de la machine au travail manuel.

Le bas prix et la qualité des produits ont donné à cette fabrication les proportions de la grande industrie. La maison Isidore Leroy peut fabriquer par jour de 30 à 35000 rouleaux de papiers ; elle occupe 400 ouvriers, dont 160 de douze à seize ans (elle n'emploie pas d'ouvrières). Elle distribue des salaires élevés et ne connaît pas les chômages ; elle a organisé entre ses ouvriers une société de secours mutuels qu'ils administrent eux-mêmes et qui, moyennant une retenue mensuelle de 2 francs, leur assure une indem-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nité de 3 francs par jour de maladie; elle reçoit leurs épargnes en compte courant au taux de 5 p. 100 qui devient onéreux aujourd'hui. Sans aller jusqu'à leur attribuer une participation formelle aux bénéfices, elle leur accorde en fin d'année des gratifications bénévoles, qu'elle proportionne à l'âge, aux services rendus, aux résultats des affaires, et qui vont de 100 francs à 2000 francs. Aussi le personnel est-il très attaché à la maison et vieillit-il à son service.

Pour tous ces motifs et à tous ces titres, le Comité du commerce, après s'être mis d'accord avec le Comité des arts chimiques, vous propose de remercier MM. Isidore Leroy et ses fils de leur présentation et d'insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Signé : E. CHEYSSON, *rapporteur*.

Approuvé en séance le 23 *mai* 1890.

ARTS ÉCONOMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. ROUSSELLE, *au nom du Comité des arts économiques, sur les* PROCÉDÉS D'ÉCLAIRAGE INTENSIF AU MOYEN DE L'HUILE DE PÉTROLE *inventés par* M. BESNARD, 28, *rue Geoffroy-Lasnier, à Paris.*

MESSIEURS,

Depuis que l'éclairage électrique est devenu d'une application courante et à mesure que cette application s'est étendue et perfectionnée, les propagateurs des autres systèmes d'éclairage ont cherché à lutter avec l'invention nouvelle et à produire des foyers de lumière de plus en plus intensifs. Vous connaissez tous les appareils à gaz qui éclairent les carrefours de Paris et au sujet desquels notre regretté vice-président M. Leblanc vous a fait un très intéressant rapport. L'industrie du pétrole a cherché à ne pas rester en arrière.

Les constructeurs américains et allemands se sont appliqués à produire l'éclairage intensif. Plusieurs constructeurs français se sont mis également à l'œuvre.

J'ai à vous entretenir des procédés imaginés par l'un d'eux, M. Besnard, membre de notre Société qui, dans la séance du 8 février 1889, vous a expliqué la nature et le but de ses recherches et vous a montré les lampes qu'il

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a construites en dernier lieu. Ces lampes à mèches rondes de 14, 24 et 36 lignes donnent une flamme d'une éclatante blancheur et d'une fixité remarquable. Vous n'avez certainement pas oublié la brillante lumière qu'elles ont répandue dans notre salle des séances pendant l'intéressant exposé que nous a fait M. Besnard et vous vous souvenez aussi que nous n'avons été incommodée par aucune mauvaise odeur.

A la dernière Exposition Universelle, le pavillon de la Presse a été éclairé par les mêmes lampes et le bel effet qu'elles ont produit a été fort remarqué.

L'agencement des brûleurs qu'assure le double avantage d'une vive clarté et de l'absence d'odeur a pour principe la formation d'un double courant d'air. L'un de ces courants est produit par une cheminée conique partant de la partie inférieure de la lampe, dont le fond est relevé à l'aide de quatre petites sphères au-dessus de la surface d'appui, et aboutissant à l'axe de la mèche cylindrique.

L'autre courant est dirigé à l'extérieur de la flamme par une capsule ronde placée au-dessus de la mèche et par un disque disposé au centre. La cheminée en verre est cylindrique avec renflement autour de la flamme. M. Besnard nous a spontanément expliqué qu'aucun de ces dispositifs ne présente par lui-même le caractère d'une innovation. C'est par leur combinaison qu'ils offrent de l'intérêt. Pour arriver à faire une bonne lampe susceptible de brûler sans que la mèche charbonne, donnant pendant tout ce temps une lumière bien soutenue, assurant aussi une combustion complète de tous les gaz et ne produisant par conséquent aucune odeur désagréable, il faut qu'il existe entre toutes les parties de la lampe et du brûleur une harmonie et un équilibre irréprochables. On ne peut y arriver que par des recherches patientes et le mérite de M. Besnard et de son collaborateur M. Blain est d'avoir su appliquer leur esprit à ce travail minutieux.

Pour ne citer qu'un détail de son brûleur, nous parlerons du disque placé au centre de la flamme. Dans ses nouvelles lampes, M. Besnard fait ce disque en acier fondu; il peut ainsi lui donner un volume moindre que celui que devrait avoir un disque en bronze pour résister à la haute température qui se développe dans la flamme. L'expérience lui a montré que, grâce à cette substitution, la lampe n'est pas sujette à filer.

Il était nécessaire, pour bien apprécier le mérite des lampes de M. Besnard, de mesurer leur pouvoir éclairant et de doser leur consommation en pétrole. Grâce à l'obligeance de l'ancien bibliothécaire de la Société d'Encouragement, M. Lemoine, aujourd'hui vérificateur du gaz à la préfecture de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la Seine, qui a bien voulu faire devant nous dans son laboratoire les expériences que nous lui avons demandées, nous pouvons fournir à ce sujet des renseignements précis.

La lampe de 14 lignes, construite dans le système que nous avons décrit, donne une intensité lumineuse de 2,54 carcels. Elle consomme 77 grammes de pétrole par heure ou 30gr,3 par carcel et par heure.

La lampe de 24 lignes a une intensité lumineuse de 3,43 carcels. Elle consomme 113 gr. à l'heure ou 32gr,9 par carcel heure.

La lampe de 36 lignes a une intensité de 6,85 carcels; elle dépense 223 grammes à l'heure et 32gr,6 par carcel-heure.

Pour apprécier les avantages du dispositif nouveau, il fallait comparer une des lampes dont nous venons de parler avec une lampe de même calibre, construite d'après les anciens procédés. Nous avons donc fait des mesurages semblables avec une lampe de 14 lignes à verre rétréci, dit allemand, et sans disque. Les résultats obtenus sont les suivants :

Intensité lumineuse, 1,32 carcel; consommation, 41 grammes par heure et 31gr,1 par carcel-heure.

La comparaison de ces chiffres montre que le dispositif de M. Besnard n'a pas pour effet de modifier d'une manière sensible la consommation par carcel-heure, mais qu'il augmente, dans une proportion considérable, le pouvoir éclairant pour le même diamètre de mèche. D'après les expériences que nous venons de citer, l'accroissement de l'intensité lumineuse serait dans la proportion de 1,92 à 1,00.

Ce que nous avons dit conduit aussi à admettre que la consommation normale d'une lampe à pétrole, donnant une lumière blanche et brûlant bien tous les gaz, est d'environ 32 grammes par carcel-heure. Or le pétrole raffiné coûtant par kilogramme 0 fr. 60 hors Paris et 0 fr. 86 dans Paris, l'éclairage au pétrole reviendrait par carcel-heure à 0 fr. 019 hors Paris et à 0 fr. 028 dans Paris, et l'allumage des lampes de M. Besnard coûterait par heure :

POUR LE CALIBRE DE	HORS PARIS.	DANS PARIS.
14 lignes.	0fr,049	0fr,071
24 lignes.	0 ,065	0 ,096
36 lignes.	0 ,12	0 ,19

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il est intéressant de comparer ces résultats avec ceux que donne l'éclairage au gaz. L'on sait que le bec Bengel, avec cheminée en verre, consomme 105 litres de gaz par carcel-heure. Le bec papillon n° 2, qui est le plus usité, consomme 126 litres par carcel-heure; enfin le brûleur dit du Quatre-Septembre, qui sert à l'éclairage de la plupart des carrefours de Paris, dépense 113 litres par carcel-heure.

Le prix du mètre cube de gaz étant, à Paris, de 0 fr. 15 pour la Ville et de 0 fr. 30 pour les particuliers, le carcel-heure coûte :

POUR LES BECS.	A LA VILLE.	AUX PARTICULIERS.
Bengel.	0fr,016	0fr,032
Papillon n° 2.	0 ,019	0 ,038
Du Quatre-Septembre.	0 ,017	0 ,034

Si l'on rapproche ces nombres de ceux que nous avons donnés pour le pétrole (0 fr. 019 hors Paris et 0 fr. 028 dans Paris), on voit qu'en ne considérant que la dépense en matière brûlée, l'avantage serait acquis à l'éclairage au pétrole.

Hâtons-nous de dire cependant qu'il existe des procédés pour réduire, dans une forte proportion, la dépense de l'éclairage au gaz, et rappelons qu'ils sont dus en partie à l'incitation de notre Société. En effet, en 1836, la Société d'Encouragement a fondé un prix de 2 000 francs pour l'invention d'un procédé susceptible de rendre plus complète la combustion du gaz d'éclairage, et par conséquent d'augmenter le pouvoir éclairant de ce gaz. Sur le rapport de M. Payen, le prix a été décerné à M. Chaussenet, qui a présenté un appareil à l'aide duquel l'air échauffé par la flamme et les gaz non brûlés étaient ramenés sous cette même flamme pour l'alimenter. Le principe, si ingénieusement imaginé par M. Chaussenet, est appliqué maintenant sur une assez vaste échelle, et les constructeurs s'efforcent de combiner diverses formes de lampes qui en réalisent les avantages. Les brûleurs ainsi disposés ne consomment que 40 à 50 litres par carcel-heure produisant ainsi une économie de plus de moitié dans la dépense. Ils n'ont malheureusement pas encore des formes simples, et c'est pour cela sans doute qu'ils ne sont pas entrés dans l'usage courant. Quoi qu'il en soit, nous ne pouvions les passer sous silence.

Quant à l'éclairage à l'huile de colza, nous avons à peine besoin de le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mentionner. Tout le monde sait, en effet, qu'il coûte environ trois fois plus que l'éclairage au gaz et au pétrole.

Les considérations qui précèdent expliquent le développement considérable que prend l'éclairage au pétrole et l'intérêt qui s'attache à la bonne construction des lampes. Les lampes-phares de M. Besnard présentent des avantages que nous nous plaisons à constater. Elles sont propres à l'éclairage des vastes salles de réunion, des vestibules et salles d'attente, des gares de chemin de fer, des rues et des carrefours des petites villes encore dépourvues d'une distribution de gaz. M. Besnard a facilité ce dernier emploi en trouvant le moyen d'allumer les becs à l'aide d'une perche comme on le fait pour le gaz. Ajoutons que le prix de ces lampes est très modéré.

Il résulte en effet des tarifs qui nous ont été remis par M. Besnard que cet industriel livre au détail dans son magasin, rue Geoffroy Lasnier, n° 28, sa lampe-phare de 14 lignes au prix de 11 fr. 50, et la lampe de 24 lignes à 12 fr. 50. Il s'agit, bien entendu, de lampes en cuivre sans aucun ornement; les lampes décorées sont de prix supérieurs variant suivant la richesse de l'ornementation.

Nous ne terminerons pas ce rapport sans dire quelques mots des considérations que M. Besnard a fait valoir devant vous dans la séance du 8 février 1889 et qui sont relatives aux droits qui pèsent sur les huiles de pétrole. Ce combustible supporte à la frontière un droit de douane de 25 francs par 100 kilogrammes et à l'entrée dans Paris un droit d'octroi de 21 fr. 60 par hectolitre, soit 25 fr. 93 par 100 kilogrammes. En somme, l'hectolitre de pétrole raffiné vendu 86 francs au consommateur parisien est grevé de 50 fr. 93 de droits. Il est évident que des taxes aussi lourdes entravent le développement de l'emploi du pétrole et placent le consommateur français dans une situation très inférieure à celle des étrangers. Aussi n'est-on pas surpris en constatant qu'en Belgique, par exemple, où le pétrole n'a pas de droit de douane à payer et où les octrois des villes ont été supprimés, la consommation est proportionnellement quatre fois plus grande qu'en France. Il y a là pour notre pays un état d'infériorité qui a vivement frappé votre Comité des arts économiques et sur lequel j'ai dû attirer votre attention. La lampe au pétrole est celle de la classe la moins riche : elle éclaire le modeste atelier de l'ouvrier en chambre. Il est sans doute légitime que ce mode d'éclairage participe aux charges des budgets comme l'huile et le gaz; mais les taxes telles qu'elles existent semblent excessives. Il nous paraît presque certain, en effet, que, si elles étaient modérées, l'essor que pren-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

drait la consommation du pétrole grâce aux perfectionnements qui sont chaque jour apportés dans son emploi, grâce aussi à son utilisation pour le chauffage et dans l'industrie, viendrait combler promptement le déficit temporairement de la recette et que les finances de l'État et de la Ville n'auraient pas à en souffrir. Vous examinerez, Messieurs, si ces considérations vous paraissent assez puissantes pour renvoyer l'examen de cette question à votre Comité du commerce.

Pour en revenir aux lampes intensives de M. Besnard, votre Comité des arts économiques considère que les efforts ingénieux et persévérants de ce constructeur ont amené des résultats sérieusement utiles pour l'éclairage à bas prix des vastes salles et des voies publiques. Il vous propose de remercier M. Besnard de la communication qu'il a faite à la Société et d'insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Signé : ROUSSELLE, *rapporteur*.

Approuvé en séance le 25 *avril* 1890.

ARTS MÉCANIQUES

RAPPORT *fait par* M. FARCOT, *au nom du Comité des arts mécaniques, sur le* MANOMÈTRE MÉTALLIQUE *de* M. MIGNOT, 34, *rue Gauthey, Batignolles*.

M. Mignot présente à la Société d'Encouragement un système breveté de manomètre métallique en faveur duquel il signale un certain nombre d'avantages se résumant surtout en une grande sensibilité, une précision mathématique et une remarquable stabilité des indications qu'il fournit.

L'organe élastique recevant et mesurant la pression de la vapeur est ici un simple disque en acier trempé, de quelques centimètres seulement de diamètre et d'une épaisseur relativement faible, déterminée de telle sorte que la flexion au centre du disque, sous la poussée de la vapeur, soit une très petite fraction de son diamètre.

La pratique a conduit M. Mignot à limiter cette flexion maximum, au moyen d'une buttée convenable, à 1/55 environ du diamètre du disque ; de plus, il ménage au centre de ce disque une ouverture égale au 1/10 environ de son diamètre, de façon à supprimer, comme dans un ressort Belleville, la partie centrale dont les molécules également sollicitées de tous côtés ne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fourniraient une course de flexion appréciable qu'au prix d'efforts intermoléculaires supérieurs à leur force normale de cohésion. Grâce à cette double précaution, on est certain de ne dépasser en aucun point du disque la limite d'élasticité de ce métal, et par là même on réalise ce grand avantage d'obtenir des indications toujours égales à elles-mêmes.

Disons tout d'abord que ce disque en acier est protégé contre le contact de la vapeur par un diaphragme en cuivre mince formant joint hermétique et s'appuyant constamment sur toute la surface du disque; un bouchon en laiton convenablement ajusté remplit même le trou central du disque, pour

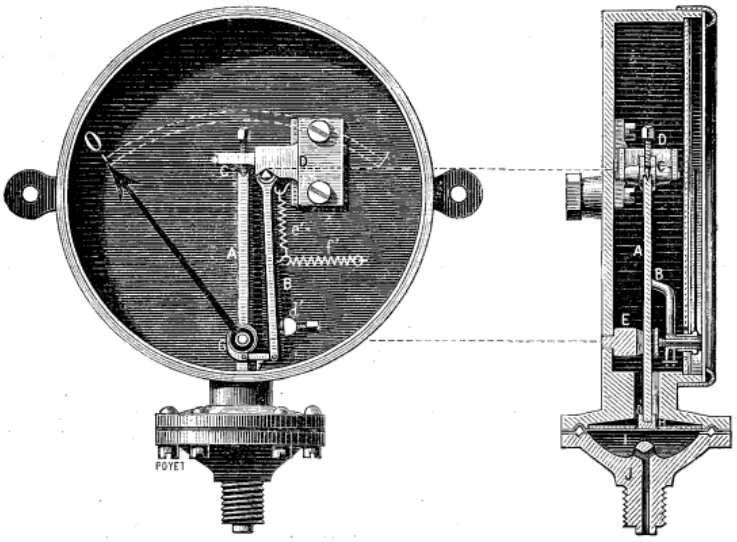


Fig. 1 et 2. — Manomètre métallique de M. Mignot.

que le diaphragme soit partout soutenu, et ce bouchon sert en même temps d'origine aux organes transmettant le mouvement à l'aiguille.

Ainsi que le représente le dessin annexé (fig. 1 et 2), la vapeur arrive en J, sous le disque acier H et le diaphragme en cuivre, dans une boîte bombée I en deux parties dont le joint serrant en même temps le diaphragme, est maintenu étanche par un anneau en plomb logé dans une gorge circulaire. Le tout constitue un appareil facile à visiter.

Quant au mécanisme actionnant l'aiguille, il est également fort simple, bien étudié et peu sujet à dérangements ou frottements anormaux.

Il se compose d'une tige centrale A en acier dont la base repose sur le bouchon *a* placé au centre du disque d'acier et partageant tous ses mouve-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ments. L'extrémité opposée de la tige A creusée en forme de crapaudine conique transmet par une vis à pointe conique réglable C le mouvement au levier amplificateur B; ce dernier, s'articulant en D sur un couteau entre la poussée de la tige A et celle d'un petit ressort de rappel *é*, multiplie la course initiale dans le rapport de 1 à 9 et actionne à son extrémité l'aiguille indicatrice par l'intermédiaire d'une petite bielle F. Un ressort *f'* ramène la bielle B, jusqu'à une vis de butée *d'* quand l'aiguille est au zéro.

On remarquera que la manivelle G qui fait corps avec l'aiguille et reçoit le mouvement de la bielle F est calée de façon à constituer un bras de levier très variable qui traduit en chemins angulaires proportionnels aux efforts les flexions initiales de la plaque. La nécessité de ce bras de levier variable a été, paraît-il, constatée expérimentalement par M. Mignot avec ses disques-ressorts, tandis qu'un ressort à boudin lui donnait directement des courses proportionnelles aux efforts. Ce résultat a lieu de surprendre quand on le compare avec les formules de Grashof (1) sur la flexion des plaques rondes, lesquelles indiquent des flèches proportionnelles aux efforts aussi bien pour une charge uniformément répartie que pour une charge unique au centre de la plaque; on sait en outre que les rondelles Belleville directement essayées à la flexion fournissent, d'accord avec ces formules, des flèches proportionnelles aux efforts. Mais on peut, en examinant ce qui se passe lors de la flexion de la plaque de M. Mignot dans sa boîte conique, expliquer cette apparente anomalie d'une façon assez satisfaisante. Il suffit pour cela d'observer que le disque élastique par sa flexion s'appuie sur le fond conique de la boîte de telle sorte que son diamètre actif diminue progressivement. De plus la portion annulaire extérieure à ce diamètre reçoit une pression qui tend également à diminuer progressivement les flèches transmises à l'aiguille. Ces deux éléments viennent modifier la loi de la flexion du disque en la diminuant, et cette diminution des flèches paraît être compensée d'autre part par la variation des bras de levier de la manivelle de l'aiguille avec une précision pratiquement suffisante pour faire constater la proportionnalité.

M. Mignot construit également des manomètres du même système pour les pressions hydrauliques les plus élevées, et cela sans augmenter le diamètre du disque ni, par suite, l'encombrement de l'appareil. Pour cela il superpose plusieurs disques, les uns sur les autres, en sorte que chacun d'eux fléchit pour son compte sans dépasser sa limite d'élasticité et tout en

(1) Voir l'*Aide-mémoire* de Ph. Huguenin, p. 314, et Reuleaux, *le Constructeur*, p. 56.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

conservant la faible épaisseur favorable à une trempe régulière de l'acier ; tous les autres détails de la construction sont identiques à ceux décrits plus haut.

Les avantages que M. Mignot attribue aux diverses particularités décrites se voient facilement, mais il peut être utile de les résumer en quelques mots :

Les divisions sont égales et les indications assez précises pour que l'on puisse en toute sécurité construire et graduer d'avance les cadrans émaillés ; en outre le peu de fatigue du disque butant à fin de course sur le fond de la boîte, le petit nombre des articulations, et leur disposition sur couteaux trempés, font que l'appareil ne peut guère se fausser et que les indications restent constantes pendant plusieurs années.

Dans les hautes pressions, le manomètre à disques superposés conserve à chacun d'eux une délicatesse telle qu'il marque, dit M. Mignot, à partir de $1^k,5$ au lieu de rester inerte jusqu'à 10 ou 15 kilogr., comme ce serait le cas avec un ressort d'une seule épaisseur.

Enfin le mode même de sa construction le met à l'abri des trépidations, des coups de bélier et de la gelée, qualités importantes dans la pratique.

Votre Comité des arts mécaniques a pensé que ces divers perfectionnements méritaient de vous être signalés ; il a l'honneur de vous proposer de remercier M. Mignot de son intéressante communication et d'autoriser l'insertion du présent rapport dans votre *Bulletin* avec les figures nécessaires à sa compréhension.

Signé : J. FARCOT, *rapporteur.*

Approuvé en séance le 27 *juin* 1890.

ARTS MÉCANIQUES

RAPPORT *fait par* M. REDIER, *au nom du Comité des arts mécaniques, sur les* HORLOGES ÉLECTRIQUES *présentées par* M. POUCHARD, *horloger, 4, rue Commines, à Paris.*

Les appareils présentés par M. Pouchard comprennent : 1° l'horloge type chargée de transmettre l'heure à un grand nombre de cadrans récepteurs ; 2° ces récepteurs eux-mêmes munis de dispositifs nouveaux propres à corriger les erreurs de transmission ; 3° enfin un mode de réglage à distance des horloges ordinaires.

L'horloge type est un régulateur à poids dont le pendule bat la se-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

conde; un moteur électrique rotatif remonte ce poids une fois par jour.

Ce moteur rotatif, très ingénieusement disposé, s'applique aussi bien aux pendules de cheminée et dans ce cas le remontage automatique se fait toutes les heures.

Les récepteurs fonctionnent suivant l'usage au moyen d'un déclic, mais à chaque heure l'horloge type vient corriger l'avance ou le retard produits par les accidents auxquels sont exposés les appareils électriques.

C'est la première fois que cette correction se réalise sur des cadrans compteurs.

Des fonctions analogues ont été établies pour le réglage des pendules à distance. Le dispositif que présente M. Pouchard produit ces effets d'avance ou de retard de la façon la plus simple.

On ne peut guère expliquer ces actions sans figures; mais si la Société veut bien accorder la publication de ces appareils dans son *Bulletin,* le lecteur y trouvera un grand nombre de détails nouveaux et pleins d'intérêt.

Cependant il était nécessaire que l'expérience vienne maintenir la confiance qu'inspiraient ces constructions. Elle dure depuis deux ans.

Le Chemin de fer l'Ouest est en possession d'une série de ces horloges et les rapports de ses ingénieurs sont tous élogieux pour ces inventions.

La Compagnie a installé son point de départ à la gare Saint-Lazare. Une horloge type transmet le réglage à une pendule de la gare Montparnasse et à une pendule de la gare du Mans, et conduit en même temps un certain nombre de compteurs. La différence des résistances ne trouble aucune des fonctions.

Il est convenu que les signaux télégraphiques sont suspendus de 2 heures 58 minutes à 3 heures du matin. C'est pendant ces deux minutes que la mise à l'heure générale se fait, lesdites pendules faisant elles-mêmes dévier à leur profit le courant destiné au télégraphe.

M. Pouchard donne d'ailleurs par ses constructions la preuve qu'il est très au courant de son métier et la main-d'œuvre s'y montre de la meilleure école.

En résumé, votre Comité des arts mécaniques vous propose de remercier M. Pouchard de sa communication et de faire publier dans le *Bulletin* de la Société la description de ses appareils avec figures.

Signé : A. REDIER, *rapporteur.*

Approuvé en séance le 11 *avril* 1890.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES

DESCRIPTION DES APPAREILS ÉLECTRIQUES AUTOMATIQUES DE M. R. POUCHARD POUR LA TRANSMISSION DE L'HEURE, POUR LE REMONTAGE ET LA REMISE A L'HEURE DES HORLOGES ET RÉGULATEURS DE CHEMINS DE FER.

M. Pouchard s'est proposé les deux problèmes suivants : le remontage à distance des horloges à poids, en même temps que leur remise à l'heure automatique d'après une horloge type, et la transmission de l'heure à des cadrans avec correction pour les retards qui se produisent fréquemment pendant cette transmission. Dans les deux cas, la solution donnée par M. Pouchard est simple et a donné toute satisfaction dans les applications qui en ont été faites.

1° *Mécanisme électrique pour remonter et remettre à l'heure les horloges à poids.* — Le mécanisme est représenté planche 50; les figures 1 et 2 permettent de comprendre le système de remontage qui s'effectue au moyen d'un moteur électrique spécial (fig. 3).

La figure 4 représente le mécanisme de l'horloge type qui sert à transmettre le courant pour la remise à l'heure de l'horloge réceptrice et la figure 5 représente les organes de remise à l'heure de cette horloge réceptrice.

Le remontage se fait au moyen d'un moteur électrique construit de telle sorte que son mouvement de rotation soit indépendant du sens du courant qui le met en marche.

Ordinairement, pendant le remontage d'une horloge, les rouages distraits temporairement de l'action du poids moteur s'arrêteraient si l'on ne prenait la précaution de remplacer momentanément l'action du poids par l'action d'un ressort. Dans le remontage automatique des horloges du système de M. Pouchard, on a remplacé l'action du ressort, que l'on ne pouvait employer, par celui d'un train d'engrenage différentiel qui laisse persister sur les rouages l'action même du poids moteur pendant le remontage.

Ce train différentiel est disposé de la façon suivante (pl. 50, fig. 1 et 2), la roue de remontage a folle sur l'axe b actionne, par l'intermédiaire de la roue à rochet f et de la roue de champ e, le pignon c fou sur la broche d; la broche d est goupillée dans l'axe b.

La roue de champ e', qui fait corps avec le tambour k et qui est folle sur l'arbre b, reçoit du pignon c un mouvement inverse de celui de la roue a et peut remonter le poids moteur dont la corde s'enroule sur le tambour k.

Pendant la marche normale, le poids est en charge sur la roue motrice a à l'aide du rochet f' et du cliquet f''; pendant le remontage, la roue a reste sous l'influence du poids moteur par l'intermédiaire du pignon e. La force motrice est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

prise sur le moteur électrique à l'aide de la vis sans fin g (fig. 3); montée sur l'axe de ce moteur, cette vis communique le mouvement au train différentiel ci-dessus par la transmission à vis et engrenages g, i, j et a (fig. 1). Pour remonter les horloges, il faut mettre en mouvement le moteur en reliant ledit moteur à la pile P; le moteur commande alors le train différentiel. Cette liaison est établie au moyen d'un commutateur formé d'une étoile hexagonale Q en laiton, fixée sur l'axe pp'; cet axe porte à son extrémité p' un tube d'argent r portant une seconde étoile hexagonale N; chacune de ces étoiles est munie d'un sautoir à ressort, M et R; c'est par le sautoir M de l'étoile N que le courant passe de la borne L à laquelle aboutit l'un des pôles de la pile P aux balais qq' : de là il se rend à la borne S, après avoir traversé le moteur.

Deux ouvertures sont pratiquées dans le tube d'argent r; dans la première passe un ergot u qui permet un déplacement d'un douzième de tour de l'étoile ponctuée Q par rapport à l'étoile L dessinée en traits pleins; l'autre v met à nu un sixième de la circonférence de la partie isolante sur laquelle vient porter en temps normal l'une des extrémités du balai q.

Toutes les huit heures un taquet t qui est fixé au tambour k vient rencontrer sur sa partie inférieure l'une des branches de l'étoile Q et la fait tourner ainsi que l'axe pp' d'un sixième tour.

Dans ce mouvement, le cylindre isolant s se déplace d'un sixième de tour, obligeant ainsi le balai q à porter sur le tube d'argent r. L'ergot u, bien que se déplaçant d'un sixième de tour, n'entraîne l'étoile N que d'un douzième de tour, à cause des dimensions de l'ouverture par où passe le taquet u.

Le second douzième de tour de l'étoile N est effectué par l'élasticité du sautoir M et le contact entre la pile et le balai q s'établit ainsi brusquement et complètement par le sautoir M. Le courant étant alors envoyé dans le moteur, le mouvement de remontage se produit; il s'ensuit que le butoir t rencontre l'étoile Q en sens inverse, c'est-à-dire sur la face supérieure d'une dent de l'étoile Q. Dans ce mouvement rétrograde de l'étoile Q, l'ergot u qui se déplace d'un sixième de tour ne fait qu'un douzième de tour par rapport à son encoche et ramène l'étoile N d'un douzième de tour, pendant que le sautoir M effectue le second douzième de tour et oblige ainsi le balai q à porter sur le cylindre isolant, ce qui interrompt la relation entre la pile et le moteur et ramène tous organes à l'état primitif.

Pour remettre les horloges à l'heure, l'action a lieu d'une manière indépendante du mécanisme de l'horloge sur la fourchette d'échappement qui affecte une forme spéciale (pl., fig. 4 et 5).

L'axe de l'échappement (fig. 5) porte une tige b terminée à sa partie inférieure par la fourchette c qui a la forme d'une coulisse; cette fourchette est munie d'une encoche d. La fourchette c est liée au balancier a au moyen d'une bielle e mobile autour d'un axe o, monté sur l'épaulement h du balancier a. Lorsque l'extré-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mité de la bielle e pénètre dans l'encoche d, ce qui a lieu en marche normale, le mouvement de la fourchette est solidaire de celui du balancier a; mais lorsque la bielle se trouve dégagée de l'encoche, le mouvement du balancier devient indépendant de celui de la fourchette. Si, à ce moment, la fourchette est abandonnée à elle-même, étant toujours sous l'action de l'échappement, elle prend un mouvement accéléré; ce moyen permet ainsi de corriger un retard. Si, au contraire, la fourchette c est arrêtée, le balancier continue seul son mouvement oscillatoire, l'horloge est alors arrêtée et l'avance qu'elle a pu prendre peut ainsi être corrigée en ne la laissant partir qu'à l'heure juste.

Pour dégager la bielle e de l'encoche d, on a disposé au-dessous de la fourchette e et en avant du balancier a des leviers t et t' actionnés par les palettes en fer doux u et x de deux électro-aimants l et m. Lorsque le courant passe dans l'électro-aimant m, le levier t' se soulève et déclenche la bielle e de l'encoche d : par suite le mouvement de la fourchette s'accélère. Si, au contraire, le courant passe dans l'électro-aimant l', c'est le levier t qui est soulevé. Ce levier t porte un taquet g sur lequel repose le levier t'; celui-ci est donc soulevé par ce mouvement, comme le levier t, et il est muni d'une lame flexible s qui peut s'appuyer sur le dessous de la fourchette c : le soulèvement du levier t force le levier t' à déclencher la fourchette, qui est aussiôt arrêtée par la lame flexible s, tandis que le balancier a continue seul sa marche.

Pour obtenir automatiquement la remise à l'heure, on fait usage d'une horloge type (fig. 4) reliée à une pile Q et en communication avec les autres horloges par un fil spécial ou par la ligne télégraphique. Chaque jour à heure fixe, pendant un temps qui varie avec les écarts à corriger, cette horloge coupe la ligne télégraphique qui dessert chaque poste muni d'horloges, au profit des appareils de remise à l'heure et permet d'envoyer le courant de la ligne dans les électro-aimants l et m. Sur la cage de l'horloge sont suspendus et calés, sur l'axe o', un levier y et une détente z. Le levier y porte à une certaine distance de l'axe o' un talon w qui peut se loger dans une encoche j pratiquée sur la périphérie d'un disque f qui fait un tour en 24 heures. La détente z est pressée par un ressort g' sur une came r munie de crans échelonnés r'; cette came est fixée sur la roue des heures. Une fois toutes les 24 heures le talon w se trouve en regard de l'encoche j et permet ainsi à la détente z de descendre sur les échelons r' de la came r; ces échelons correspondent à la 58e, 59e et 60e minute de l'heure.

Pendant la marche normale, le doigt en argent q, relié au levier y par une lame flexible, établit le contact entre la table v fixée à la borne p à laquelle aboutit le fil de la ligne H des appareils de remise à l'heure et la touche 3 reliée aux appareils télégraphiques L par la borne n à laquelle elle est fixée. De cette façon les horloges sont placées dans le circuit de la ligne télégraphique.

Au moment de la remise à l'heure, le doigt q, fixé à la base du levier y, re-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

produit en l'amplifiant le mouvement que prend le talon de la détente z; il se meut de droite à gauche produisant les effets suivants :

1° A la 58e minute il quitte la touche 3 de l'appareil télégraphique relié à la borne n et détache ainsi les appareils télégraphiques de la ligne H.

2° A 58 minutes 45 secondes, il établit le contact entre la table v et la touche 4. Les organes de remise à l'heure se trouvent alors dans le circuit jusqu'à la 60e minute.

3° Après cette dernière minute, la came r a rétabli la communication du poste avec la ligne télégraphique.

Les horloges ordinaires (fig. 5) sont disposées de la même manière que l'horloge type; seulement ces horloges sont munies de trois touches au lieu de deux.

La touche 3 communique par la borne n avec les appareils télégraphiques du poste.

La touche 2 communique par la borne k avec l'électro-aimant m.

La touche 1 communique par la borne k' avec l'électro-aimant l.

Le doigt q en se déplaçant sur la table v produit les effets suivants :

Lorsque l'horloge à régler arrive à 58 minutes, le doigt q abandonne la touche 3, détache les horloges de la ligne des appareils télégraphiques et se trouvant en regard de la touche 2 met la bobine m dans le circuit, la fourchette c est alors déclenchée et prend un mouvement accéléré. A 59 minutes le doigt q se trouve dans le vide entre 2 et 1, le courant est alors interrompu. A 60 minutes le doigt q établit le contact entre la table v et la touche 1 ; le courant passe alors dans la bobine l, la fourchette c est arrêtée et le balancier a continue seul son mouvement.

Si l'horloge est en avance d'une minute par exemple, l'horloge type, en envoyant un courant par la ligne à 58 minutes 45 secondes dans les organes de remise à l'heure de l'horloge, rencontre celle-ci à 59 minutes 45 secondes, c'est-à-dire au moment où le doigt q rencontre la touche 1. Le courant de la ligne passe alors de la table v dans l'électro-aimant l qui arrête la fourchette e jusqu'au moment où l'horloge type est à 60 minutes; à cet instant, le courant cessant de passer, le balancier a saisit de nouveau la fourchette c et tous les organes se remettent en place : l'horloge est remise à l'heure.

Au contraire, si le régulateur est en retard d'une minute et se trouve à 58 minutes, l'horloge type marquera 59 minutes. Le courant étant disponible depuis 58 minutes 50 secondes, il passera par la bobine m, la fourchette c sera alors déclenchée; comme la fourchette c oscille quatre fois plus vite que le balancier a, elle pourra faire 240 oscillations pendant que le balancier a n'en fera que 60 et pourra ainsi rattraper un retard de 3 minutes en 60 secondes. Dès que le retard sera rattrapé, le courant cessera de passer dans la bobine m et la fourchette c sera de nouveau saisie par le balancier a et reprendra sa marche normale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° *Transmission de l'heure avec remise à l'heure.* — La planche 51 représente l'ensemble des appareils pour la transmission électrique de l'heure. La figure 4 indique le mécanisme de l'horloge type établissant et interrompant le courant à la transmission de l'heure à l'horloge réceptrice, les figures 1 et 2 présentent les organes de cette horloge. Le courant de transmission, avant de parvenir à l'horloge réceptrice, traverse (fig. 3) un appareil portant un commutateur avec une touche servant spécialement à la remise à l'heure; ces pièces peuvent, comme l'indique le dessin, être jointes à un appareil quelconque servant à d'autres transmissions électriques et auquel les piles se trouvent reliées.

Ce système de transmission de l'heure par l'électricité est basé sur l'émission de courants à des intervalles réguliers par une horloge type.

Le passage et la rupture du courant sont déterminés par un contact doublé à pression et à frottement qui a pour but d'assurer aussi parfaitement que possible le passage du courant.

Le courant émis chaque minute par le régulateur type passe dans un électro-aimant A (fig. 1); celui-ci attire la palette de fer doux B mobile autour de l'axe G. Lorsque le courant cesse de passer, le contrepoids g et le poids du cliquet F, qui agissent sur la palette par le renvoi à équerre GHK mobile autour du point O, éloignent cette dernière des armatures D et E. Le mouvement du cliquet F, par rapport à l'articulation L, est tel qu'il agit sur le rochet R sans l'intervention d'aucun ressort.

Le mouvement descendant du cliquet est limité par le butoir-ressort M, son mouvement ascendant par la rencontre de la palette B avec les armatures D et E.

Le contre-cliquet P est monté sur le levier U qui pivote librement autour de l'axe *e;* ce cliquet a pour but d'empêcher tout mouvement de recul du rochet R; comme surcroît de précaution le taquet N vient à chaque attraction caler le contre-cliquet.

La roue à rochet R avance d'une dent, c'est-à-dire d'un soixantième de tour par minute; elle porte, sur son axe, l'aiguille des minutes et une minuterie ordinaire transmet le mouvement à l'aiguille des heures.

Les différents compteurs à mettre en marche sont montés en dérivation ou en tension sur le circuit de l'horloge type.

Malgré toutes les précautions prises pour assurer la marche régulière de cette transmission, il arrive parfois que le fonctionnement défectueux de la pile produit des interruptions anormales du courant, interruptions qui ont pour effet d'avancer ou de retarder de quelques minutes le compteur par rapport à l'horloge type.

Il faut pouvoir remédier à cet inconvénient sans qu'il soit nécessaire de remettre à l'heure chaque compteur en particulier, complication fort gênante lorsqu'il s'agit d'une installation de quelque importance. Dans les systèmes em-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ployés jusqu'à ce jour, on se contente de déterminer chaque jour à heure fixe un certain nombre de passages de courant, correspondant au retard le plus ordinaire à corriger ; si par exemple on compte sur un retard de trois minutes, on fait trois émissions de courant.

Les compteurs, ayant un retard de 3 minutes, sont bien alors remis à l'heure, mais ceux qui sont à l'heure prennent une avance de 3 minutes, et ainsi de suite.

La disposition suivante permet d'obtenir une remise à l'heure, rigoureuse dans tous les cas.

Un aimant en fer à cheval QST équilibré par un contrepoids V pivote librement autour d'un axe S.

Entre les deux branches Q et T de cet aimant se trouve un butoir X en fer doux monté sur l'armature E de l'électro-aimant ; ce butoir X est entouré d'une bague en cuivre *m*.

L'armature E, et par suite le butoir, prend, suivant le sens du courant qui passe dans l'électro, un pôle boréal ou un pôle austral. Si c'est un pôle boréal, le pôle austral est attiré ; si c'est un pôle austral, le pôle boréal de l'aimant est attiré.

L'aimant porte, sur sa branche intérieure T, un arrêt *y*.

D'autre part le rochet R porte une goupille *z* qui toutes les heures, à 60 minutes, se trouve en face du contre-cliquet P.

Tant que la branche T touche le butoir X, l'arrêt *y* laisse passer librement la goupille *z* et le rochet R peut librement continuer sa marche.

Si au contraire l'on inverse le courant au moyen du commutateur I (fig. 3), c'est la branche Q de l'aimant qui vient toucher le butoir X : l'arrêt de l'aimant viendra alors rencontrer la goupille du rochet, ce qui maintiendra la roue sur la minute de l'heure jusqu'à ce que l'aimant revienne à sa position primitive, ce qui a lieu en remettant le commutateur dans sa première position.

Pour opérer la remise à l'heure, on procédera donc de la façon suivante :

En marche normale, le sens du courant est tel que la branche T de l'aimant vient toucher le butoir X pour que le rochet R ne soit pas arrêté dans sa marche.

25 ou 30 minutes avant la remise à l'heure on inverse le courant, alors la branche Q de l'aimant vient en contact avec le butoir X, ce qui produit l'arrêt du rochet R lorsque l'aiguille est à la 60e minute de l'heure indiquée ; les récepteurs qui seraient en avance seront donc arrêtés, et ne se remettront en marche que lorsque la branche T touchera le butoir X.

Aussitôt que le contact de la 60e minute de l'heure a été fait par l'horloge type, on fait au moyen du bouton J (fig. 3) une série de contacts, 30 ou 40 ; le nombre n'y fait rien, puisque tous les récepteurs s'arrêteront sur la 60e minute et ne se remettront en marche que lorsque la branche T touchera le butoir, ce qui devra être fait avant la première minute de l'heure, en remettant le commutateur dans sa position primitive.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le passage brusque d'une minute à l'autre, effet que produisent généralement les récepteurs électriques ordinaires, désajuste et par suite déséquilibre les aiguilles, ce qui leur donne un mouvement d'oscillation dans leur marche. Pour éviter cet inconvénient, sur l'axe du rochet R est calée une roue d'engrenage ordinaire *a*, à denture très fine qui engrène avec un pignon *b* portant un volant *c* qui modère la vitesse du rouage en agissant sur un pignon à ailettes *d*.

On pourrait obtenir le même résultat au moyen d'une vis sans fin ; c'est à cette dernière disposition que M. Pouchard s'est arrêté.

MINES

NOTE SUR L'ÉTAT ACTUEL DE LA QUESTION DE FERMETURE DES LAMPES DE SÛRETÉ, PAR M. L. JANET, INGÉNIEUR AU CORPS DES MINES.

En parcourant les statistiques officielles des accidents de grisou, on est frappé par le grand nombre d'accidents qu'amène l'ouverture des lampes de sûreté dans les travaux.

Les règlements de toutes les exploitations grisouteuses interdisent bien, sous des peines sévères, d'ouvrir les lampes, mais les ouvriers mineurs, insouciants du danger, comme tous ceux qui sont accoutumés à le braver chaque jour, violent constamment ces règlements.

Plusieurs mobiles poussent le mineur à ouvrir sa lampe dans les travaux souterrains. Quelquefois il le fait simplement pour se procurer du feu afin d'allumer sa pipe (bien qu'il soit défendu de fumer) ou d'enflammer la mèche d'un coup de mine. S'il travaille avec une lampe sans verre, comme la vieille lampe Davy, il est tenté d'enlever le tamis pour voir plus clair. Mais c'est surtout lorsque sa lampe s'éteint (et les lampes de sûreté s'éteignent facilement, par exemple lorsqu'on les abaisse brusquement ou qu'on les incline) qu'il cherche à éviter la perte de temps résultant de l'obligation d'aller, comme le lui prescrivent les règlements, souvent très loin pour échanger sa lampe éteinte contre une lampe allumée; il ouvre alors sa lampe, et la rallume, soit à l'aide de la flamme de celle d'un de ses compagnons de travail qu'il ouvre également, soit simplement avec des allumettes.

Le nombre de lampes éteintes, que les ouvriers viennent échanger contre des lampes allumées, subit une augmentation énorme, toutes les fois qu'on installe dans une exploitation un bon système de fermeture des lampes. Nous avons vu, dans certaines mines du bassin houiller de Valenciennes, ce nombre passer, à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ce moment, de 3 pour 100 par jour, à 30 pour 100 (1); il est donc évident que, neuf fois sur dix, l'ouvrier rallumait lui-même dans les travaux sa lampe éteinte.

En présence de ces résultats, il est permis de dire que la fermeture offre une importance au moins aussi grande que le type lui-même de la lampe. A quoi bon, en effet, se donner tant de peine, pour éviter la propagation de la flamme, de l'intérieur à l'extérieur, si, chaque jour, un grand nombre de ces lampes sont ouvertes au fond, et deviennent ainsi presque aussi dangereuses que des lampes à feu nu?

Le but de cette note est de décrire, non pas tous les systèmes qu'ont pu imaginer les inventeurs, mais seulement ceux qui sont passés dans le domaine de la pratique courante, et spécialement ceux qui sont en usage aujourd'hui dans les mines françaises.

Les divers appareils de fermeture peuvent être classés en trois groupes principaux, suivant le but qu'ils doivent réaliser :

1° Impossibilité absolue pour les ouvriers d'ouvrir leurs lampes;

2° Impossibilité d'ouvrir les lampes, sans laisser les traces de la contravention commise;

3° Impossibilité d'ouvrir les lampes, sans en déterminer l'extinction.

Appareils ayant pour but de rendre impossible l'ouverture des lampes. — Il semble, au premier abord, très facile en principe de fermer les lampes de manière que les ouvriers ne puissent les ouvrir; cependant, parmi les nombreux systèmes imaginés dans ce but, bien peu ont pu résister à l'essai pratique.

La solution la plus rationnelle, et qu'on a essayée aussitôt après l'adoption des lampes de sûreté, consiste dans l'emploi d'un cadenas; mais le prix d'achat et le dérangement fréquent des appareils, ainsi que la possibilité pour les ouvriers de se procurer de fausses clefs, ont fait vite renoncer à ce système.

On a dès lors, presque dès le début de l'emploi des lampes de sûreté, remplacé le cadenas par un verrou qu'actionne une tige à vis. Cette tige est renfermée dans un tube qui traverse le réservoir à huile. Pour ouvrir la lampe, il suffit d'abaisser le verrou de fermeture; on obtient ce résultat en agissant, au moyen d'une clef particulière, sur la tige qui l'actionne.

Le principe de ce système a été appliqué d'une manière générale jusqu'à ces dernières années, et l'est encore, aujourd'hui, dans un grand nombre de mines; les dispositions de détail ont beaucoup varié, mais il est absolument inutile d'en donner la description : les ouvriers ouvrent sans difficulté leurs lampes, soit avec de fausses clefs, soit même avec de simples morceaux de bois convenablement taillés.

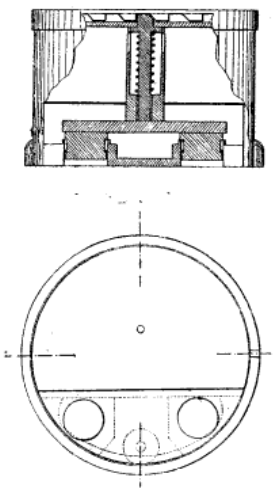
(1) Ces chiffres n'ont rien d'absolu. Ils sont susceptibles de varier beaucoup, avec le type de la lampe, l'habileté des ouvriers, et le type du gisement, les extinctions étant très fréquentes dans les veines de houille minces et fortement inclinées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il faudrait, pour avoir de bons résultats, munir chaque lampe d'une serrure de sûreté, ne s'ouvrant qu'avec une clef à profil compliqué et différente pour chaque lampe. Nous ne pensons pas qu'un pareil système puisse être appliqué dans la pratique. Tout mécanisme délicat se détériorerait très vite dans la mine, et serait obturé par la poussière de charbon : les appareils devraient donc être remplacés d'une manière continuelle.

Aussi, jusqu'à présent, n'a-t-on encore imaginé aucun système pratique de fermeture à clef, que les ouvriers ne sachent ouvrir.

On ne peut guère espérer trouver une solution complète du problème, qu'en déterminant le mouvement du verrou de fermeture, par des agents spéciaux, complètement hors de la portée des ouvriers, comme l'électricité, ou les fluides sous pression. Le premier principe a donné naissance à la fermeture électro-magnétique Villiers, le second à la fermeture hydraulique Cuvelier et Catrice.



Vue par dessous.

Fig. 1. — Lampe Villiers à fermeture électro-magnétique.

Fermeture électro-magnétique Villiers. — Cette fermeture fut étudiée par M. Villiers, directeur de la Société des houillères de Saint-Étienne, à la suite du du terrible coup de grisou du 8 novembre 1871, au puits Jabin, où soixante-dix ouvriers perdirent la vie, et qui fut attribué à l'ouverture d'une lampe de sûreté.

L'appareil a été appliqué, depuis 1872, aux fosses grisouteuses de la Société des houillères de Saint-Étienne, et fonctionne encore aujourd'hui, à l'entière satisfaction des exploitants. Depuis l'origine de ce système, M. Villiers y a apporté, avec la collaboration de M. Chansselle, ingénieur principal de la même Société, quelques perfectionnements de détail. La lampe se ferme par le jeu d'un loquet, repoussé constamment par un ressort à boudin, et dont l'extrémité, taillée en biseau, entre dans les crans d'une crémaillère circulaire pratiquée dans le chapeau de la lampe (fig. 1). Ce loquet est soudé à une pièce en fer doux, disposée horizontalement, et dont les extrémités sont en contact avec deux pistons, également en fer doux, mobiles dans des cylindres en cuivre. Tout ce mécanisme est renfermé dans une petite boîte en cuivre, soudée au-dessous du réservoir de la lampe, et qui ne laisse apparaître au dehors que les deux pistons en fer doux.

Pour fermer la lampe, il suffit simplement de visser le chapeau sur le réservoir à huile. Pour l'ouvrir, il faut abaisser le loquet, et par suite vaincre la tension du ressort. On obtient ce résultat en mettant les deux pistons de fer doux en contact avec les pôles d'un électro-aimant; ceux-ci sont attirés, deviennent eux-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mêmes des aimants, et attirent à leur tour la pièce de fer doux, placée au-dessus d'eux, qui est solidaire avec le loquet.

L'appareil employé d'abord pour ouvrir les lampes se composait d'une pile à acide sulfurique et bichromate de potasse et d'un électro-aimant dont les deux piles venaient se présenter au fond d'une petite cuvette en cuivre, où se logeait la lampe à ouvrir, de façon qu'il y eût coïncidence entre les pôles de l'électro-aimant et les pistons de la lampe. Plus tard, on eut recours à la machine Gramme, qui offrait sur les piles l'avantage de supprimer la manipulation de produits chimiques par des agents peu exercés. Enfin, dans ces dernières années, on s'est servi de puissants aimants permanents ; l'appareil du dernier type, imaginé par M. Raffard, et construit par la maison Bréguet, comprend une table, sous laquelle est installé un aimant, dont les deux pôles peuvent être mis en contact avec les pistons en fer doux de la lampe. On produit, non pas l'abaissement du verrou, mais le soulèvement de la lampe, qui repose sur une petite tablette mobile, que l'on élève au moyen d'un levier et d'une pédale. Un ressort à boudin ramène la tablette à sa position initiale après l'ouverture de la lampe.

Les aimants employés exercent à leurs pôles, au début de leur mise en service, un effort de 30 kilogrammes ; en admettant qu'ils s'affaiblissent notablement, on peut toujours employer des ressorts énergiques pour maintenir le loquet soulevé.

Avec ce système, l'ouverture des lampes n'est pas plus longue que dans le cas d'une fermeture ordinaire à clef. D'autre part, la pratique a démontré d'une manière certaine qu'il était absolument impossible aux ouvriers d'ouvrir les lampes.

En effet, en admettant qu'on réussisse à exercer un effet mécanique de traction sur les pistons, on ne ferait pas bouger la pièce de fer doux qui porte le loquet de fermeture. Puisque celle-ci se déplace, il est indispensable qu'elle soit attirée par les pistons momentanément aimantés.

On pourrait encore imaginer, et c'est un fait commun à toutes les lampes présentant une crémaillère au contact du chapeau et du réservoir à huile, qu'en imprimant à la lampe un choc très brusque de haut en bas, on puisse déterminer, pendant un instant, l'abaissement du loquet, ce qui permettrait de dévisser l'appareil d'une dent, et, en recommençant un certain nombre de fois, d'arriver à l'ouvrir. Mais, dans la pratique, quelque violent que soit le choc, l'inertie du loquet est trop faible pour vaincre la résistance des ressorts, même quand ceux-ci sont très affaiblis, et nous avons vu que la force attractive des aimants permettait, au contraire, de leur donner une grande puissance.

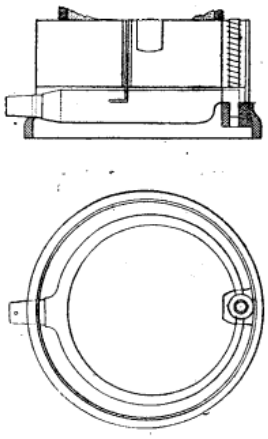
L'entretien des appareils est très simple ; on doit seulement surveiller les ressorts des lampes, et remplacer ceux qui sont devenus trop faibles ; quant aux électro-aimants ou aimants, leur usure est presque nulle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La fermeture électro-magnétique Villiers, employée comme nous l'avons dit depuis 1872 à la Société des houillères de Saint-Étienne, a été également appliquée, il y a quelques années aux fosses grisouteuses de la Société des mines de Montrambert (Loire), où elle donne d'excellents résultats.

Fermeture hydraulique Cuvelier et Catrice. — Le principe du système consiste à déterminer le mouvement du verrou de femeture par un fluide quelconque comprimé ou raréfié.

C'est à la fin de 1884, aux mines de Douchy (Nord), qu'a été faite la première application pratique de ce système, en choisissant comme agent l'eau sous pression.



Vue par dessous.

Fig. 2. — Lampe Cuvelier et Catrice à fermeture hydraulique.

Dans la disposition adoptée à Douchy (fig. 2), le verrou de fermeture est maintenu abaissé, c'est-à-dire dans la position d'ouverture, par un ressort à boudin qui l'enveloppe, mais, lorsqu'il a été relevé, il est maintenu dans cette situation au moyen de butoirs, constitués par les extrémités d'un tube manométrique Bourdon, soudé à la lampe en son milieu, et communiquant avec l'intérieur par un conduit capillaire et courbe. Pour que la tige du verrou puisse descendre sous l'action du ressort indiqué plus haut, il faut écarter les deux extrémités du tube manométrique : on y arrive en introduisant de l'eau sous pression à l'intérieur de ce tube par le petit conduit dont nous venons de parler.

Une plaque de garde, soudée sous le réservoir de la lampe, ferme complètement la chambre dans laquelle est logé le tube manométrique ; elle est seulement percée d'un petit trou permettant de pousser le verrou au moyen d'une broche que l'on y introduit, ce qui détermine la fermeture de la lampe.

Pour l'ouverture des lampes, on peut employer un accumulateur quelconque. A Douchy, la pression était obtenue au moyen de disques en fonte, suspendus à des tiges reliées à la crosse d'un piston mobile dans un cylindre.

Au début de l'application du système, on a quelque peu tâtonné pour déterminer la pression d'ouverture la plus convenable. Si cette pression était trop faible, l'ouvrier pourrait à la rigueur ouvrir la lampe à l'aide d'une petite seringue ; il pourrait aussi, par un choc très brusque, déterminer un mouvement du tube manométrique suffisant pour faire tomber le verrou. On a d'abord employé des lampes s'ouvrant sous une pression de 25 kilogrammes par centimètre carré, et l'on est monté peu à peu jusqu'à 50 kilogrammes. Au-dessus de 25 kilogrammes, il est absolument impossible d'ouvrir les lampes sans disposer d'un accumulateur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour amener une sécurité absolue, il est utile de vérifier de temps en temps les tubes manométriques, et de remplacer ceux qui cèdent à une pression inférieure à 25 kilogrammes.

L'entretien de tous les organes est très facile, et l'ouverture des lampes s'effectue avec une grande rapidité.

La fermeture hydraulique s'est beaucoup répandue depuis quelques années dans le bassin de Valenciennes; elle est employée aujourd'hui aux mines de Douchy, de Vicoigne et de Crespin (Nord), de Nœux, de Bruay, de Liévin, et de Bully-Grenay (Pas-de-Calais), et partiellement aux mines de Lens (Pas-de-Calais).

Appareils ayant pour but de rendre impossible l'ouverture des lampes sans laisser des traces de la contravention commise. — Les difficultés qu'on rencontre dans la recherche d'un appareil rendant absolument impossible l'ouverture des lampes par les ouvriers, conduisirent très vite certains inventeurs à proposer l'application de scellés analogues à ceux employés par la douane, et permettant de faire connaître sûrement les contraventions commises.

C'est ainsi que, dès 1832, une circulaire de M. le directeur des ponts et chaussées et des mines attirait l'attention des exploitants sur un dispositif imaginé par un sieur Régnier, mécanicien à Paris, et consistant à fermer la lampe avec une lame de plomb, dont on rapprochait les deux bouts en la pliant, et qu'on marquait d'une double empreinte en les comprimant fortement à l'aide d'une presse portative.

Malgré la grande supériorité de ce dispositif sur les fermetures à clef, seules en usage alors, il ne paraît pas qu'il se soit répandu.

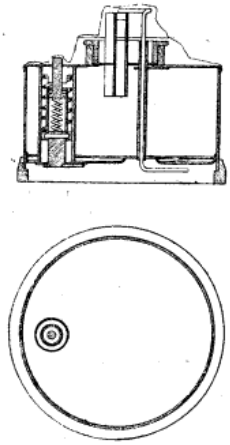


Fig. 3. — Lampe Dinant à fermeture soudée à l'étain.

Les divers appareils employés aujourd'hui, et reposant sur le même principe, peuvent être rangés dans deux catégories, suivant que la fermeture est effectuée par une soudure ou par un rivet de plomb.

Soudure à l'étain. — Le principe du système consiste à fermer la lampe au moyen d'une soudure faite par le lampiste. Il a été imaginé par M. Dinant, employé aux mines d'Anzin, et appliqué depuis 1870 aux fosses les plus grisouteuses de cette compagnie.

Le verrou de fermeture est solidaire avec une tige qui traverse complètement le réservoir et se termine à la partie inférieure par une platine allongée. On maintient le verrou soulevé en soudant cette platine (fig. 3), sur le fond du réservoir au moyen d'un globule d'étain dont on détermine la fusion avec un fer

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chauffé au rouge. L'opération s'effectue sur le réservoir des lampes séparées du tamis; la saillie du verrou ne gêne nullement pour visser le chapeau, qui porte à sa partie inférieure une encoche, ou mieux une crémaillère; l'interposition d'un ressort à boudin permet au verrou de descendre sous la pression du chapeau.

Pour ouvrir une lampe, il suffit d'appliquer sur la platine un fer chauffé au rouge : l'étain entre en fusion, et par l'effet du second ressort à boudin, le verrou s'abaisse. La lampe est alors ouverte.

Cette fermeture offre des garanties satisfaisantes au point de vue de la sécurité : il est à peu près impossible à l'ouvrier d'avoir à sa disposition, dans le fond de la mine, un fer chauffé au rouge; d'un autre côté, toute tentative d'ouverture par des moyens mécaniques offrirait évidemment des traces d'effraction.

Il arrive cependant quelquefois que la platine se dessoude seule sous l'action du ressort, soit à la suite d'un choc, soit lorsque la soudure n'a pas été bien faite par le lampiste qui en est chargé. On ne peut donc pas toujours conclure qu'il y a contravention lorsqu'on trouve une lampe ouverte entre les mains d'un ouvrier. Aussi, est-il utile de tenir sur le carreau de chaque fosse un registre sur lequel on inscrit les noms des ouvriers qui ont rapporté leur lampe ouverte. Il est probable que si le fait se renouvelle plusieurs fois, à peu d'intervalle, pour le même ouvrier, on se trouve en présence d'ouvertures volontaires de la lampe.

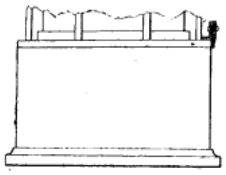


Fig. 4. — Lampe d'Anzin avec fermeture à rivet de plomb.

L'opération de la soudure qu'il faut répéter chaque fois est un peu longue, un homme ne pouvant guère souder plus de soixante lampes à l'heure. C'est probablement ce qui a empêché le système de se répandre, alors qu'il réalisait, au moment où il a été appliqué, un progrès considérable sur toutes les fermetures à clef.

Rivure au plomb. — La fermeture des lampes au moyen d'un rivet de plomb qu'on écrase et sur lequel on marque des signes spéciaux est d'un emploi relativement récent en France; mais, depuis quelques années, il paraît jouir d'une certaine faveur, et est appliqué aujourd'hui, avec certaines variantes, dans un assez grand nombre de houillères.

A Anzin, l'appareil de fermeture adopté par M. François, ingénieur en chef de Compagnie, se compose simplement de deux petites lames soudées, l'une au réservoir, l'autre à la bague du chapeau (fig. 4). Ces lames sont percées chacune d'un œillet, et sont soudées de telle façon que ces œillets arrivent juste en face l'un de l'autre, lorsque la lampe est vissée à fond. On introduit alors dans le trou formé par ces œillets une cheville en plomb, qu'on rive au moyen d'une pince spéciale, qui imprime en même temps, sur chaque extrémité du rivet, une marque bien apparente. Pour dériver, on emploie une autre pince dont l'une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des branches maintient l'œillet, tandis que l'autre branche qui est armé d'un poinçon chasse le rivet.

Cette fermeture paraît offrir des garanties satisfaisantes : il est évidemment très difficile aux ouvriers de se procurer une pince à river. Néanmoins il est bon, pour plus de sûreté, de changer de temps en temps les marques imprimées sur les têtes des rivets.

Il peut arriver quelquefois, comme dans le système Dinant, que l'on trouve une lampe ouverte entre les mains d'un ouvrier, sans pouvoir l'accuser à coup sûr d'une contravention. Si le rivet de plomb est trop court, la tête formée par écrasement n'est pas assez large pour le maintenir; en outre, les œillets s'agrandissent par l'usage et peuvent laisser échapper le rivet. La tenue d'un registre sur lequel on inscrit le nom des ouvriers qui ont rapporté leurs lampes ouvertes, s'impose donc aussi dans ce système.

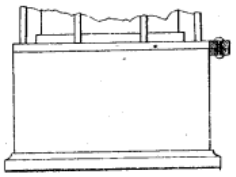


Fig. 5. — Lampe de Campagnac avec fermeture à rivet de plomb.

Malgré sa grande simplicité, ce système de fermeture n'est pas sans présenter quelques inconvénients pratiques. Le rivetage exige une main-d'œuvre supplémentaire : comme il ne peut s'effectuer qu'après l'allumage, il augmente la quantité d'huile consommée; enfin les œillets, qui, ainsi que cela a déjà été dit, tendent à s'élargir, doivent être changés assez fréquemment.

Le dispositif d'Anzin est aussi appliqué aux mines d'Ostricourt et de Ferfay (Pas-de-Calais).

Aux mines de Campagnac (Aveyron) (fig. 5), on emploie un système tout à fait analogue : seulement les deux œillets, au lieu d'être verticaux, sont disposés horizontalement.

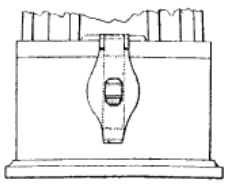


Fig. 6. — Lampe de Blanzy avec fermeture à rivet de plomb.

A Blanzy (Saône-et-Loire), le principe est un peu différent; le réservoir à huile porte un anneau, et le chapeau de la lampe une pièce de tôle mobile autour d'un axe horizontal (fig. 6) et percée d'une ouverture correspondant à l'anneau, en sorte qu'on peut amener la pièce de tôle contre le réservoir; mais si on place un rivet de plomb dans l'anneau, les saillies du rivet empêchent de soulever la pièce de tôle, et par suite d'ouvrir la lampe.

A l'Escarpelle (Nord) (fig. 7), M. Brun, directeur de cette Compagnie, pour transformer ses lampes de la manière la plus simple, a imaginé de prolonger la vis de fermeture jusqu'en dehors de la bague du chapeau, et de placer un rivet de plomb dans un petit trou pratiqué à l'extrémité de cette vis.

MM. Vialla et Catrice ont cherché à supprimer l'obligation d'allumer la lampe avant de la river. Les mouvements du verrou de fermeture sont déterminés par une pièce placée à la partie inférieure de la lampe, et cintrée suivant le rebord

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

intérieur de celle-ci (fig. 8). Cette pièce est percée d'un œillet destiné à recevoir le rivet et correspondant exactement avec un autre trou, pratiqué dans la bague de la lampe. Lorsque les deux œillets sont juxtaposés, le verrou est dans la position de fermeture. On peut alors effectuer le rivetage à un moment quelconque, et, lors de la descente, il suffit d'allumer la lampe et de visser le chapeau, dont la partie inférieure est munie d'une crémaillère. Pour ouvrir la lampe, on chasse le rivet, et on fait tourner la pièce cintrée, ce qui abaisse le verrou et permet le dévissage du chapeau.

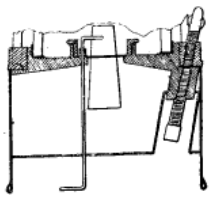


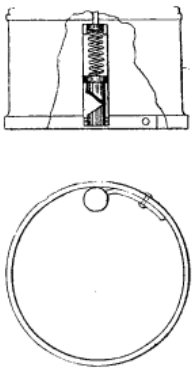
Fig. 7. — Lampe de l'Escarpelle avec fermeture à rivet de plomb.

Cet appareil est actuellement essayé aux mines de Lens et de Liévin (Pas-de-Calais).

La disposition imaginée par M. Dinoire, ingénieur aux mines de Lens, offre le même avantage; le rivet est placé sur le chapeau, au lieu de se trouver à la base du réservoir à huile. Un des montants en cuivre est remplacé par une pièce plate en fer, percée d'un trou (fig. 9). Le verrou de fermeture est maintenu par un ressort à boudin, renfermé dans un tube portant un œillet qui se place en face du trou dont nous venons de parler. On effectue le rivetage comme dans les appareils précédents. Pour fermer la lampe, il suffit de visser le chapeau sur le réservoir à huile dont la partie supérieure est munie d'une crémaillère.

Cet appareil est appliqué depuis le commencement de l'année 1889 à l'une des fosses de la Compagnie des mines de Lens, et a donné jusqu'ici toute satisfaction.

Le rivet est placé dans une position telle qu'il ne peut guère subir de choc qui déforme les empreintes, ni être sali par la poussière de charbon. L'inspection des rivets au fond par les surveillants est très commode. Le système Dinoire nous paraît un des meilleurs de tous ceux qui reposent sur l'emploi du rivet de plomb. Cependant les essais pratiques n'ont pas eu encore une durée assez longue pour qu'on puisse se prononcer définitivement sur sa valeur.



Vue par dessous.

Fig. 8. — Lampe Vialla-Catrice avec fermeture à rivet de plomb.

Appareils ayant pour but de rendre impossible l'ouverture des lampes, sans en déterminer l'extinction. — Des divers appareils imaginés dans ce but, un seul est passé en France dans le domaine de la pratique : c'est le système Dubrulle.

Le principe consiste à rendre solidaires les mouvements du verrou de fermeture et de la mèche, de manière que, pour effacer le verrou, et par suite pour ouvrir la lampe, il soit nécessaire de noyer la mèche dans l'huile. Le chapeau est muni d'une crémaillère à sa partie inférieure, et le verrou est maintenu

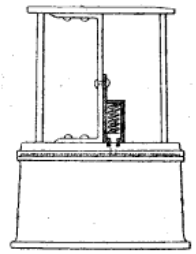
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

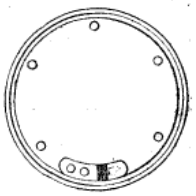
par un ressort à boudin, en sorte que le vissage s'opère sans difficulté.

Mais, dans la pratique, les ouvriers arrivent à ouvrir les lampes Dubrulle sans les éteindre : il suffit de faire carboniser l'extrémité supérieure de la mèche, en l'élevant avec excès, et de déterminer, en l'abaissant rapidement, la séparation d'un morceau qui continue à brûler pendant qu'on dévisse la lampe. Dans le cas de lampes Davy, sans tube de verre, on peut aussi passer à travers les mailles du tamis une aiguille qui, maintenant la mèche, empêche celle-ci de descendre en même temps que le verrou.

D'ailleurs tous les appareils reposant sur ce principe, même au cas où ils rempliraient parfaitemement leur but, n'en devraient pas moins être absolument condamnés. C'est surtout lorsque sa lampe est éteinte, que l'ouvrier songe à l'ouvrir, afin de la rallumer, et s'il a des allumettes dans ses poches, rien ne s'oppose à ce qu'il le fasse, ni ne permet de constater l'ouverture.

La fermeture Dubrulle, qui est encore aujourd'hui assez répandue en France, ne nous semble donc pas pouvoir être admise dans les exploitations grisouteuses.





Vue par dessous.

Fig. 9.— Lampe Dinoire avec fermeture à rivet de plomb.

Conclusion. — D'après l'examen auquel nous venons de nous livrer, les seuls systèmes de fermeture offrant des garanties satisfaisantes sont ceux qui rendent absolument impossible l'ouverture des lampes par les ouvriers, ou, si cette condition n'est pas remplie, permettent au moins de reconnaître les lampes qui ont été ouvertes. La fermeture électro-magnétique Villiers, la fermeture hydraulique Cuvelier et Catrice, la soudure Dinant, et la rivure au plomb rentrent dans ces conditions.

Les appareils reposant sur le premier principe sont préférables au point de vue de la sécurité, car il est évident qu'il vaut mieux prévenir les imprudences, que de les réprimer une fois qu'elles ont été commises. Le contrôle est aussi beaucoup plus facile; il suffit, pour la fermeture électro-magnétique, de vérifier si le chapeau est vissé à fond, et, pour la fermeture hydraulique, si le verrou a été poussé. Avec la rivure au plomb, il est indispensable d'avoir un lampiste qui examine soigneusement toutes les lampes venues du fond, afin de découvrir les rivets offrant les traces d'effraction. Nous avons vu aussi que quelquefois la soudure ou le rivet de plomb se détache, sans qu'il y eût tentative d'ouverture de la part de l'ouvrier. Pour que ces derniers systèmes (soudure Dinant et rivure au plomb) donnent de bons résultats, il est donc nécessaire de les surveiller de près.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMMERCE

PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE. — PROJETS ADOPTÉS PAR LA CONFÉRENCE DE MADRID

Le *Bulletin* de mai 1881 (p. 270 et suiv.) contient le projet de *Convention internationale*, dont les bases avaient été établies dans une conférence *pour la protection de la propriété industrielle*, tenue à Paris, le 4 novembre 1880.

Ce projet, approuvé par le Sénat et par la Chambre des Députés, fut converti en une convention définitive, le 20 mars 1883. L'article 14 avait prévu que ladite convention serait « soumise à des révisions périodiques, en vue d'y introduire les « améliorations de nature à perfectionner le système de l'Union et que des confé- « rences auraient lieu successivement dans l'un des États contractants entre les « délégués desdits États ».

Conformément à cette disposition, une Conférence se tint à Rome en avril 1886, mais les dispositions additionnelles proposées soulevèrent de vives critiques dans le public et ne reçurent pas les ratifications des Gouvernements adhérents à l'Union.

Le *Congrès de la propriété industrielle*, réuni à Paris pendant l'Exposition universelle de 1889, eut pour résultats d'éclairer l'opinion sur le but et l'utilité de la Convention internationale de 1883 et, aussi, d'en faire connaître les imperfections, de préparer le terrain de la discussion pour la Conférence qui devait se tenir à Madrid en 1890. Cette dernière a eu lieu le 1er avril et a préparé quatre projets, où il semble avoir été tenu compte des desiderata signalés au Congrès de Paris.

Le premier projet vise la *répression des fausses indications de provenance sur les marchandises*, le second concerne l'*enregistrement international des marques de fabrique ou de commerce*, le troisième est exclusivement fiscal et a pour but de fixer la *dotation du Bureau international de l'Union* établi à Berne, le quatrième, et non le moins important, détermine *l'interprétation et l'application de la Convention*.

Ces projets étant actuellement soumis à la ratification des Gouvernements des États de l'Union, il paraît utile de reproduire ci-après *in extenso* le premier, le second et le quatrième.

PROJETS ADOPTÉS PAR LA CONFÉRENCE DE MADRID

Protocole final.

La Conférence internationale de l'Union pour la protection de la propriété industrielle convoquée à Madrid le 1er avril 1890, ayant terminé ses travaux, soumet aux Gouvernements des États de l'Union les quatre projets dont la teneur suit :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Premier projet.

Arrangement concernant la répression des fausses indications de provenance sur les marchandises conclu entre :

(Énumération des États contractants.)

Les soussignés, Plénipotentiaires des Gouvernements des États ci-dessus énumérés,

Vu l'article 15 de la Convention internationale du 20 mars 1883 pour la protection de la propriété industrielle,

Ont, d'un commun accord et sous réserve de ratification, arrêté l'Arrangement suivant :

ARTICLE PREMIER. — Tout produit portant une fausse indication de provenance dans laquelle un des États contractants, ou un lieu situé dans l'un d'entre eux, serait, directement ou indirectement, indiqué comme pays ou comme lieu d'origine, sera saisi à l'importation dans chacun desdits États.

La saisie pourra aussi s'effectuer dans l'État où la fausse indication de provenance aura été apposée, ou dans celui où aura été introduit le produit muni de cette fausse indication.

Si la législation d'un État n'admet pas la saisie à l'importation, cette saisie sera remplacée par la prohibition d'importation.

Si la législation d'un État n'admet pas la saisie à l'intérieur, cette saisie sera remplacée par les actions et moyens que la loi de cet État assure en pareil cas aux nationaux.

ART. 2. — La saisie aura lieu à la requête soit du ministère public, soit d'une partie intéressée, individu ou société, conformément à la législation intérieure de chaque État.

Les autorités ne seront pas tenues d'effectuer la saisie en cas de transit.

ART. 3. — Les présentes dispositions ne font pas obstacle à ce que le vendeur indique son nom et son adresse sur les produits provenant d'un pays différent de celui de la vente; mais, dans ce cas, l'adresse, ou le nom, doit être accompagnée de l'indication précise et en caractères apparents du pays ou du lieu de fabrication ou de production.

ART. 4. — Les tribunaux de chaque pays auront à décider quelles sont les appellations qui, à raison de leur caractère générique, échappent aux dispositions du présent Arrangement, les appellations régionales de provenance des produits vinicoles n'étant cependant pas comprises dans la réserve statuée dans cet article.

ART. 5. — Les États de l'Union pour la protection de la propriété industrielle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui n'ont pas pris part au présent Arrangement, seront admis à y adhérer sur leur demande et dans la forme prescrite par l'article 16 de la Convention du 20 mars 1883 pour la protection de la propriété industrielle.

ART. 6. — Le présent Arrangement sera ratifié, et les ratifications en seront échangées à Madrid dans le délai de six mois au plus tard.

Il entrera en vigueur un mois à partir de l'échange des ratifications et aura la même force et durée que la Convention du 20 mars 1883.

En foi de quoi les Plénipotentiaires des États ci-dessus énumérés ont signé le présent Arrangement.

A Madrid, le ... mil huit cent quatre-vingt-dix.

Second projet.

Arrangement concernant l'enregistrement international des marques de fabrique ou de commerce conclu entre :

(Énumération des parties contractantes.)

Les soussignés, Plénipotentiaires des États ci-dessus énumérés,

Vu l'article 15 de la Convention internationale du 20 mars 1883, pour la protection de la propriété industrielle,

Ont, d'un commun accord et sous réserve de ratification, arrêté l'Arrangement suivant :

ARTICLE PREMIER. — Les sujets ou citoyens de chacun des États contractants pourront s'assurer, dans les autres États, la protection de leurs marques de fabrique ou de commerce, acceptées au dépôt dans le pays d'origine, moyennant le dépôt desdites marques au Bureau international, à Berne, fait par l'entremise de l'Administration dudit pays d'origine.

ART. 2. — Sont assimilés aux sujets ou citoyens des États contractants les sujets ou citoyens des États n'ayant pas adhéré au présent Arrangement, qui satisfont aux conditions de l'article 3 de la Convention.

ART. 3. — Le Bureau international enregistrera immédiatement les marques déposées conformément à l'article 1er. Il notifiera cet enregistrement aux États contractants. Les marques enregistrées seront publiées dans un supplément, au journal du Bureau international, au moyen soit d'un dessin, soit d'une description présentée en langue française par le déposant.

En vue de la publicité à donner dans les divers États aux marques ainsi enregistrées, chaque Administration recevra gratuitement du Bureau international le nombre d'exemplaires de la susdite publication qu'il lui plaira de demander.

ART. 4. — A partir de l'enregistrement ainsi fait au Bureau international, la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

protection, dans chacun des États contractants, sera la même que si la marque y avait été directement déposée.

ART. 5. — Dans les pays où leur législation les y autorise, les Administrations auxquelles le Bureau international notifiera l'enregistrement d'une marque, auront la faculté de déclarer que la protection ne peut être accordée à cette marque sur leur territoire.

Elles devront exercer cette faculté dans l'année de la notification prévue par l'article 3.

Ladite déclaration ainsi notifiée au Bureau international sera par lui transmise sans délai à l'Administration du pays d'origine et au propriétaire de la marque. L'intéressé aura les mêmes moyens de recours que si la marque avait été par lui directement déposée dans le pays où la protection est refusée.

ART. 6. — La protection résultant de l'enregistrement au Bureau international durera vingt ans à partir de cet enregistrement, mais ne pourra être invoquée en faveur d'une marque qui ne jouirait plus de la protection légale dans le pays d'origine.

ART. 7. — L'enregistrement pourra toujours être renouvelé suivant les prescriptions des articles 1 et 3.

Six mois avant l'expiration du terme de protection, le Bureau international donnera un avis officieux à l'Administration du pays d'origine et au propriétaire de la marque.

ART. 8. — L'Administration du pays d'origine fixera à son gré et percevra à son profit une taxe qu'elle réclamera du propriétaire de la marque dont l'enregistrement international est demandé.

A cette taxe s'ajoutera un émolument international de 200 francs dont le produit annuel sera réparti par parts égales entre les États contractants par les soins du Bureau international, après déduction des frais communs nécessités par l'exécution de cet Arrangement. L'émolument de 200 francs est un maximum qui pourra être réduit lors de l'échange des ratifications.

ART. 9. — L'administration du pays d'origine notifiera au Bureau international les annulations, radiations, renonciations, transmissions et autres changements qui se produiront dans la propriété de la marque.

Le Bureau international enregistrera ces changements, les notifiera aux Administrations contractantes et les publiera aussitôt dans son journal.

ART. 10. — Les Administrations régleront d'un commun accord les détails relatifs à l'exécution du présent Arrangement.

ART. 11. — Les États de l'Union pour la protection de la propriété industrielle, qui n'ont pas pris part au présent Arrangement, seront admis à y adhérer sur leur demande et dans la forme prescrite par l'article 16 de la Convention du 20 mars 1883 pour la protection de la propriété industrielle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dès que le Bureau international sera informé qu'un État a adhéré au présent Arrangement, il adressera à l'Administration de cet État, conformément à l'article 3, une notification collective des marques qui, à ce moment, jouissent de la protection internationale.

Cette notification assurera, par elle-même, aux dites marques, le bénéfice des précédentes dispositions sur le territoire de l'État adhérent, et fera courir le délai d'un an pendant lequel l'Administration intéressée peut faire la déclaration prévue par l'article 5.

ART. 12. — Le présent Arrangement sera ratifié et les ratifications en seront échangées à Madrid dans le délai de six mois au plus tard.

Il entrera en vigueur un mois à partir de l'échange des ratifications et aura les mêmes force et durée que la Convention du 20 mars 1883.

En foi de quoi, les Plénipotentiaires des États ci-dessus énumérés ont signé le présent Arrangement.

A Madrid, le... mil huit cent quatre-vingt-dix.

Règlement d'exécution. — Le règlement pour l'exécution de l'Arrangement ci-dessus sera mis en harmonie avec le texte définitif dudit Arrangement par le Bureau international, sous le contrôle du Gouvernement Suisse, qui le transmettra aux États contractants par la voie diplomatique.

Quatrième projet.

Protocole déterminant l'interprétation et l'application de la convention conclue à Paris le 20 mars 1883 entre la Belgique, le Brésil, l'Espagne, les États-Unis d'Amérique, la France, la Grande-Bretagne, le Guatemala, l'Italie, la Norwège, les Pays-Bas, le Portugal, la Serbie, la Suède, la Suisse et la Tunisie.

Les soussignés, Plénipotentiaires des Gouvernements ci-dessus énumérés,

Dans le but d'assurer l'interprétation et l'application uniformes de la Convention conclue à Paris le 20 mars 1883 pour la constitution de l'Union pour la protection de la propriété industrielle, ont, d'un commun accord et sous réserve de ratification, arrêté le Protocole suivant :

I. *Assimilation des étrangers.* — Est assimilé aux sujets ou citoyens des États contractants, le sujet ou citoyen d'un État ne faisant pas partie de l'Union, qui est domicilié ou possède ses principaux établissements industriels ou commerciaux sur le territoire de l'un des États de l'Union.

II. *Pays d'outre-mer.* — Relativement aux États de l'Union situés en Europe, sont considérés comme pays d'outre-mer (art. 4) les pays extra-européens qui ne sont pas riverains de la Méditerranée.

III. *Indépendance réciproque des brevets délivrés dans divers États.* —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1° Lorsque dans les délais fixés à l'article 3 de la Convention, une personne aura déposé dans plusieurs États de l'Union des demandes de brevets pour la même invention, les droits résultant des brevets ainsi demandés seront indépendants les uns des autres.

2° Ils seront également indépendants des droits résultant des brevets qui auraient été pris pour la même invention dans des pays non adhérents à l'Union.

IV. *Interprétation du mot « exploiter »*. — Chaque pays pourra déterminer le sens dans lequel il y a lieu d'interpréter chez lui le terme « exploiter », au point de vue de l'application de l'article 5 de la Convention.

V. *Marques de fabrique*. — 1° Les marques de fabrique, municipales ou collectives, seront protégées au même titre que les marques individuelles. Le dépôt pourra en être effectué, et l'usurpation poursuivie, par toute autorité, association ou particulier intéressé.

2° Une marque de fabrique ne pourra tomber dans le domaine public dans l'un des États de l'Union aussi longtemps qu'elle sera l'objet d'un droit privatif dans le pays d'origine.

VI. *Expositions internationales*. — 1° La protection temporaire prévue à l'article 11 de la Convention consiste dans un délai de priorité s'étendant au minimum jusqu'à six mois, à partir de l'admission du produit à l'exposition, et pendant lequel l'exhibition, l'application ou l'emploi non autorisé par l'ayant droit, de l'invention, du dessin, du modèle ou de la marque ainsi protégée, ne pourront pas empêcher celui qui a obtenu ladite protection temporaire, de faire valablement, dans ledit délai, la demande de brevet ou le dépôt nécessaire pour s'assurer la protection dans tout le territoire de l'Union.

Chaque État aura la faculté d'étendre ledit délai.

2° La susdite protection temporaire n'aura d'effet que si, pendant sa durée, il est présenté une demande de brevet ou fait un dépôt en vue d'assurer à l'objet auquel elle s'applique, la protection définitive dans un des États contractants.

3° Les délais de priorité mentionnés à l'article 4 de la Convention s'ajoutent à la protection temporaire prévue par l'article 11.

4° Les inventions brevetables auxquelles la protection provisoire aura été accordée en vertu de l'article 11 de la Convention, pourront être notifiées au Bureau international par l'Administration du pays où a lieu l'exposition, pour faire l'objet d'une publication dans l'organe officiel dudit Bureau.

VII. *Accession de nouveaux États à l'Union*. — Lorsqu'un nouvel État adhérera à la Convention, la date de la note par laquelle son accession sera annoncée au Conseil fédéral suisse sera considérée comme celle de l'entrée dudit État dans l'Union, à moins que son gouvernement n'indique une date d'accession postérieure.

VIII. *Colonies et possessions étrangères*. — Lorsqu'un des États contractants

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

désirera qu'une de ses colonies, ou possessions étrangères, soit considérée comme appartenant à l'Union par le fait même de l'accession de la métropole, il devra le notifier au Gouvernement de la Confédération suisse, qui en donnera avis à tous les autres.

IX. *Documents à envoyer au Bureau international.* — Dès qu'une loi, un règlement, une convention, ou tout autre document officiel se rapportant à la protection des brevets d'invention, des dessins ou modèles industriels, des marques de fabrique ou de commerce, du nom commercial ou des indications de provenance, aura été publié dans un des États de l'Union ou dans une de ses colonies, cet État adressera autant d'exemplaires de ce document au Bureau international qu'il en faudra à celui-ci pour envoyer un exemplaire à chacun des États contractants, et pour en conserver deux exemplaires dans ses propres archives. Le Bureau international procédera sans retard à la répartition des documents qui lui seront ainsi adressés.

Il sera en outre envoyé autant que possible au Bureau international un exemplaire de tous les documents parlementaire qui seront publiés dans les États de l'Union sur les matières susmentionnées.

X. *Statistique.* — 1° Avant la fin du premier semestre de chaque année, les Administrations de l'Union transmettront au Bureau international les indications statistiques suivantes, concernant l'année précédente, savoir :

A. *Brevets d'invention.* — 1° Nombre des brevets demandés ;

2° Nombre des brevets délivrés ;

3° Sommes perçues pour brevets.

B. *Dessins ou modèles industriels.* — 1° Nombre des dessins ou modèles déposés ;

2° Nombre des dessins ou marques enregistrés ;

3° Sommes perçues pour dessins ou modèles.

C. *Marques de fabrique ou de commerce.* — 1° Nombre des marques déposées ;

2° Nombre des marques enregistrées ;

3° Sommes perçues pour marques.

2° Le Bureau international est autorisé à adresser aux Administrations des États contractants, sur les divers points concernant la propriété industrielle, des formulaires statistiques que lesdites Administrations rempliront dans la mesure où cela leur sera possible.

XI. *Renseignements à fournir par le Bureau international.* — 1° Le Bureau international est tenu de fournir gratuitement aux diverses Administrations des États contractants les renseignements qu'elles pourront lui demander sur des questions relatives à la propriété industrielle.

2° Les mêmes renseignements seront fournis aux particuliers domiciliés dans le territoire de l'Union, moyennant une taxe de 1 franc par renseignement demandé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette taxe pourra être payée en timbres-poste des divers États contractants, et cela sur la base suivante pour les États qui n'ont pas le franc pour unité monétaire, savoir :

Brésil	1 franc = 400 reis.
Espagne	1 franc = 1 piécette.
États-Unis d'Amérique	1 franc = 20 cents.
Grande-Bretagne	1 franc = 10 pence.
Guatemala	1 franc = 20 cent^{os} de p^{so}.
Norwège	1 franc = 80 ære.
Pays-Bas	1 franc = 50 cents.
Portugal	1 franc = 200 reis.
Suède	1 franc = 80 ære.

Les Administrations des États contractants accepteront, aux taux indiqués par le paragraphe précédent, les timbres de leur pays que le Bureau international aura reçus à titre de frais de renseignements.

Dispositions finales. — Le présent Protocole sera ratifié, et les ratifications échangées à Madrid dans le délai de six mois au plus tard.

Il entrera en vigueur un mois à partir de l'échange des ratifications, et aura les mêmes force et durée que la Convention du 20 mars 1883, dont il sera considéré comme faisant partie intégrante.

En foi de quoi, les Plénipotentiaires des États ci-dessus énumérés, ont signé le présent Protocole à Madrid, le... mil huit cent quatre-vingt dix.

Les Gouvernements respectifs auront à signer, dans un délai de six mois, ceux des projets ci-dessus qu'ils voudront bien accepter.

La signature et l'échange des ratifications aura lieu de la manière consignée dans ces instruments eux-mêmes.

La prochaine Conférence se réunira à Bruxelles.

MÉTALLURGIE

SUR LA MÉTALLURGIE DE L'ALUMINIUM PAR M. H. ROSCOE

C'est à la France et à Sainte-Claire Deville en particulier que nous sommes redevables de la première méthode de préparation de l'aluminium à l'état de pureté et en quantité suffisante pour pouvoir préciser ses propriétés, et *la barre de métal d'un blanc d'argent extrait de l'argile* fut une des merveilles chimiques de la première Exposition de Paris, en 1855.

Depuis cette époque, l'Angleterre et l'Amérique ont achevé de fonder la métallurgie de l'aluminium et nous allons exposer les importantes améliorations que l'on a fait subir à la première méthode. Le procédé, qui avait été suggéré

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par Œrsted, réalisé par Wöhler et modifié par Sainte-Claire Deville, est resté le même en principe. Le métal est encore préparé en réduisant le chlorure double d'aluminium et de sodium par le sodium métallique, en présence de la cryolithe.

Pour marquer le progrès accompli depuis la découverte de Sainte-Claire Deville, nous dirons que le métal qui coûtait alors 2 700 francs le kilogramme ne vaut plus que 55 francs aujourd'hui et se fabrique par tonnes dans l'usine d'Olburg dirigé par M. Castner, et que les progrès réalisés par cet intelligent métallurgiste américain sont considérables.

Cette usine fabrique annuellement 50 000 kilogrammes d'aluminium et consomme pour cela 200 000 kilogrammes de sodium, 400 000 kilogrammes de chlore et 500 000 kilogrammes de chlorure double.

Fabrication du sodium. — Le premier perfectionnement porte sur la fabrication du sodium d'après le *procédé Castner*. Ce procédé consiste à chauffer la soude caustique fondue et à l'état parfaitement fluide, avec du charbon; la réduction peut être faite dans ces conditions dans de grands récipients et à une température relativement basse. La réaction qui se produit peut être exprimée par la formule suivante :

$$3NaHO + C = Na^2CO^3 + 3H + Na.$$

Le récipient employé est de forme ovoïde; son plus grand diamètre est d'environ $0^m,46$ et sa hauteur est de $0^m,92$; il est divisé en deux parties; la partie inférieure est en forme de creuset et la partie supérieure ou couvercle est munie d'une tige verticale et d'un tube de dégagement. Au commencement de l'opération, on élève les couvercles dans la chambre de chauffe, par des ouvertures ménagées dans la sole et on les fixe à leur place par leur tube de dégagement qui sort en dehors du fourneau. Au-dessous de chaque ouverture de la sole sont disposés des élévateurs hydrauliques dont les plates-formes portent les creusets. Ces élévateurs sont munis de soupapes renversées ordinaires pour la montée et la descente et les plates-formes sont disposées de manière à fermer hermétiquement la sole du fourneau.

On monte les creusets chargés à leur place, de manière qu'ils viennent s'adapter aux couvercles en formant un joint imperméable aux gaz et aux vapeurs qui ne peuvent se dégager pendant la réduction que par le tube. La pression hydraulique maintient la fermeture étanche des récipients jusqu'à la fin de l'opération.

Cette première opération dure environ deux heures; au bout de ce temps on abaisse les creusets, on les enlève avec des pinces et on les roule sur des chariots vers la fosse à scories où on les vide, puis le creuset est repris par les pinces et reporté au four. On le recharge sur sa route et on le replace dans le four comme

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la première fois. Il ne faut qu'une minute et demie par creuset pour toutes ces opérations et environ 7 minutes pour les cinq creusets d'un four. En raison de la chaleur conservée par le creuset, les réductions subséquentes ne durent qu'une heure dix minutes. Le traitement se continue alternativement dans les quatre fours à 5 creusets, sans interruption pendant le jour et la nuit.

Les condenseurs assemblés aux tubes de dégagement des couvercles sont d'une forme spéciale appropriée au procédé. Ils ont environ $0^m,13$ de diamètre et $0^m,90$ de long avec une petite ouverture de fond à $0^m,50$ environ de l'origine. Leur fond est incliné de manière que le métal condensé coule dans un petit vase placé au-dessous de l'ouverture. Les gaz qui se dégagent par l'extrémité des condenseurs, brûlent avec la flamme caractéristique du sodium. Les condenseurs sont aussi pourvus à leur extrémité d'une petite porte à charnière, par laquelle l'ouvrier observe de temps en temps la marche de la distillation. Avant chaque opération de rechargement des creusets, on remplace les petits vases pleins de métal par des vases vides. Ces vases contiennent environ 3 kilog. de métal, on les porte directement à l'atelier de moulage du sodium où l'on fond et l'on coule le métal sous forme de grosses barres qui servent à la production de l'aluminium, ou en petits bâtons pour la vente.

On a soin de maintenir la température des fours à 1 000 degrés centigrades environ et on manœuvre les registres d'air et de gaz de manière qu'elle varie le moins possible.

Un four en marche exige 250 livres (115 kil.) de soude caustique par heure et dix minutes, et produit dans le même temps 30 livres de sodium ($13^k,5$) et environ 240 livres de carbonate de soude brut. La production des quatre fours dépasse une tonne en 24 heures. Le résidu de carbonate, traité par la chaux d'après la méthode ordinaire, produit les deux tiers du poids de la soude caustique employé. Le sodium, après son moulage, est conservé dans de l'huile minérale et placé dans des magasins qui sont mis à l'abri du feu et de l'humidité.

Préparation du chlore. — Une fabrique d'acide chlorhydrique voisine de l'usine y envoie ce produit au moyen d'un large tube en gutta-percha, et on l'emmagasine dans de profondes citernes. On prépare le chlore de la manière ordinaire, c'est-à-dire que l'on chauffe ensemble l'acide chlorhydrique et le bioxyde de manganèse, et le gaz qui s'en dégage est envoyé par des conduits en poterie et des tubes de plomb dans des gazomètres doublés en plomb, où il est emmagasiné.

L'acide chlorhydrique et le bioxyde de manganèse sont mélangés dans de grands réservoirs ou alambics construits en dalles de grès avec joints en caoutchouc et qui sont chauffés au moyen de la vapeur. Le chlore se dégage et le résidu de chlorure de manganèse reste en dissolution. On reconstitue du bioxyde de manganèse avec ce résidu en suivant le procédé Weldon. En raison de la difficulté de maintenir le chlore obtenu des alambics à une pression constante, et afin de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

régler à volonté son passage dans les 60 cornues qu'il alimente, et dans lesquelles se fabrique le chlorure double, on emmagasine ce gaz dans quatre gazomètres. Chacun de ceux-ci a un volume de 1 000 pieds cubes et est doublé en plomb ainsi que tous les tuyaux de conduite. Le chlore se rend donc directement dans les gazomètres qui le fournissent aux cornues.

Préparation du chlorure double. — Le chauffage se fait dans douze grands fours régénérateurs à gaz; chaque four reçoit cinq cornues horizontales en terre réfractaire de 3 mètres de long chacune; elles contiennent le mélange nécessaire à la production. Ces fours forment deux rangées de six de chaque côté du passage principal d'un bâtiment qui a 250 pieds de long sur 50 de large. Les supports qui portent les conduites principales d'amenée du chlore, sont au-dessus de ce passage. Chaque cornue est reliée aux conduites par un tuyau en poterie et plomb qui reçoit le gaz des conduites par des soupapes de réglage. Celles-ci sont disposées de manière que le chlore traverse une certaine épaisseur de liquide dont la pression non seulement sert à régler l'écoulement du gaz, mais s'oppose à son retour dans le cas d'une augmentation accidentelle de pression dans la cornue.

Le mélange que l'on charge dans les cornues, est obtenu en broyant ensemble de l'hydrate d'alumine, du sel commun et du charbon de bois. On l'humecte avec de l'eau qui dissout le sel en partie et on le jette dans un appareil analogue à ceux qui font les tuyaux de drainage, sauf que la matière en sort à cylindres pleins continus qui sont poussés sur une plate-forme et découpés en longueurs de $0^{m},08$ environ. On empile ces cylindres au-dessus des fours pour les faire sécher. Au bout de quelques heures ils sont solidifiés et on les charge sur des chariots qui alimentent les cornues.

La réussite de ce procédé dépend en grande partie :

1° Des proportions relatives des matières;

2° De la température du four;

3° De la quantité de chlore qui arrive dans un temps donné;

4° De la forme des cornues employées.

Lorsque les fours et les cornues ont atteint la température favorable à l'opération, on remplit ces dernières avec les cylindres du mélange, on lute les portes et on chauffe pendant quatre heures; au bout de ce temps, toute l'eau de l'hydrate d'alumine est expulsée. On ouvre alors les soupapes des conduites et le chlore arrive dans les cornues. A l'autre extrémité de chaque cornue est ajusté un tuyau en terre qui conduit dans des caisses de condensation construites en briques. Ces caisses sont pourvues de portes et de tuyaux en terre communiquant avec des petits carneaux par lesquels sortent les vapeurs non condensées pour se rendre dans la grande cheminée. Au commencement le chlore est absorbé par la charge, et il ne sort que de l'oxyde de carbone qui vient brûler dans les condenseurs ouverts. Au bout d'un certain temps il se dégage des fumées denses et on ferme

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

alors les condenseurs, et les vapeurs non condensées se rendent par les carneaux dans la cheminée.

La réaction qui se passe peut être exprimée ainsi :

$$Al^2O^3 + 2NaCl + 3C + 6Cl = 2\,AlCl^3,NaCl + 3CO.$$

On fait passer le chlore pendant 72 heures environ, on ouvre de temps en temps les portes des condenseurs pour surveiller la marche de la distillation. Après le temps voulu, on ferme les soupapes d'arrivée du chlore et on ouvre les portes d'arrière des fours. Le chlorure double brut distillé par les cornues se trouve condensé dans les tuyaux de sortie et a coulé dans les condenseurs où il s'est solidifié en grandes masses irrégulières.

La production d'une batterie de cinq cornues est en moyenne de 1 600 à 1 800 livres (700 à 800 kil.), ce qui n'est pas éloigné de la quantité théorique. On enlève le chlorure double des condenseurs, on vide les cornues de leurs résidus consistant en alumine, charbon et sel que l'on réemploie dans l'opération suivante avec de nouvelles matières. La production hebdomadaire des 12 cornues est de 30 000 livres (13 500 kil.).

Le double chlorure distillé contient toujours une certaine quantité de fer sous forme de protochlorure et de bichlorure résultant de la présence du fer dans les matières employées et dans la terre réfractaire des cornues. Comme il faut employer 10 livres de chlorure double pour obtenir une livre d'aluminium, il en résulte qu'une faible proportion de fer dans le chlorure double a une grande influence sur le résultat obtenu. Malgré tous les soins apportés dans le choix des matières premières et dans la terre des cornues, il a été impossible d'obtenir en grand un chlorure double contenant moins de 0,3 p. 100 de fer.

Le chlorure double brut est déliquescent et sa couleur varie du jaune pâle au rouge foncé. Cette variété de couleur provient surtout de la proportion relative des deux chlorures de fer en présence. La moyenne des analyses donne une proportion de 0,4 p. 100 de fer. Le métal obtenu au moyen de ce chlorure double contient rarement moins de 5 p. 100 de fer, quantité très préjudiciable à la bonne qualité de l'aluminium pour l'étirage en fils, le laminage, etc. Il était donc nécessaire d'affiner ce métal. C'est ce qui fut fait pendant quelque temps et on était arrivé à abaisser la proportion de fer à 2 p. 100.

Mais M. Castner rendit cette opération inutile en inventant un procédé de purification du chlorure double avant la réduction. Ce procédé n'a pas été publié; il donne un chlorure double à l'état pur qui est tout à fait blanc et beaucoup moins déliquescent que le même produit brut. Ce nouveau produit est obtenu en quelques minutes par un traitement très simple que n'augmente presque pas le prix de revient du produit final; il ne contient plus que 0,01 p. 100 de fer. On fond ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

double chlorure pur dans de grands vases de fer et on le coule dans des cuves semblables à celles employées pour conserver la soude caustique.

Fabrication de l'aluminium. — On obtient ce métal en réduisant le chlorure double pur en présence du sodium. L'opération s'effectue dans un grand four à réverbère dont la sole est en pente. La sole est inclinée vers la face antérieure du four qui est percée de plusieurs ouvertures à différentes hauteurs. On broie le chlorure pur avec la cryolithe dans la proportion de 2 pour 1 et l'on monte le mélange sur un échafaudage élevé au-dessus du four de réduction. Le sodium est jeté en morceaux dans une machine semblable à celle employée pour découper le tabac, il en sort en petits fragments et il est alors monté sur le même échafaudage que le mélange de chlorure et de cryolithe.

On mélange intimement les trois substances en les malaxant dans un grand tambour tournant. En ouvrant le tambour, son contenu tombe dans un chariot placé en dessous. Le four ayant été porté à la température voulue, on ferme les registres d'accès d'air et de gaz et on amène le chariot au-dessus du centre de la sole. Le toit du four porte de grandes trémies dans lesquelles on verse la charge aussi rapidement que possible. La réaction s'opère presque immédiatement et toute la charge se liquéfie rapidement. Au bout d'un certain temps, le gaz est réintroduit et la charge maintenue à une température modérée, pendant environ deux heures. Au bout de cette période, on perce avec une barre l'ouverture inférieure qui a été lutée préalablement avec un tampon de terre réfractaire et le métal liquide coule en un ruisseau argenté dans les moules placés au-dessous de l'ouverture. Lorsque tout le métal est sorti, on fait écouler les scories dans de petits chariots en fer et on les enlève. Puis on rebouche les ouvertures et l'on recommence une nouvelle opération. La charge d'un four se compose de 1 200 livres de chlorure pur, 600 livres de cryolithe et 350 livres de sodium et produit 115 à 120 livres d'aluminium.

La pureté du métal obtenu est en moyenne de 99 p. 100; le 1 p. 100 restant est formé de fer et de silicium en proportions variables.

On réunit le produit de 8 ou 9 charges, pour le refondre dans un four et obtenir une qualité uniforme; on brasse la masse pendant la fusion et on coule dans des moules en lingots de 60 livres chacun. On envoie ces gros lingots à l'atelier de moulage, où on les refond et les coule sous diverses formes selon leur destination. Le métal obtenu vaut actuellement 2 240 livres la tonne (56 000 francs), et l'on peut espérer, eu égard à la rapidité des progrès déjà accomplis, obtenir bientôt l'aluminium à meilleur marché. L'usine de M. Castner a envoyé à l'Exposition de Paris deux blocs de 1 000 livres chacun, l'un en aluminium pur, et l'autre en bronze d'aluminium.

(*Journal of the Franklin Institute.*)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Recherche de l'alcool amylique dans les eaux-de-vie. — *Procédé de Röse-Lunge.* — C'est le seul procédé qui permette de doser facilement et assez exactement l'alcool amylique. Si l'on agite ensemble 20 c. c. de chloroforme avec 100 c. c. d'alcool pur à 50 degrés, en laissant reposer le liquide, il se divise au bout d'un certain temps en deux couches : dans le bas se trouve le chloroforme contenant en dissolution une certaine proportion d'alcool, ce qui porte son volume de 20 c. c. à 36 c. c.,6; dans le haut se trouve l'alcool contenant du chloroforme en dissolution.

Si l'alcool est impur et contient de l'alcool amylique, le volume de la couche inférieure sera plus grand, selon la proportion d'alcool amylique. Pour faciliter l'évaluation des volumes, Röse emploie un appareil qui est formé d'un tube en verre surmonté d'un renflement en forme de poire et dont la contenance est de 175 c. c. Ce tube est parfaitement calibré et divisé en fractions de 2 c. c., la première division inférieure marquant 20 c. c. On y verse au moyen d'un entonnoir allongé 20 c. c. de chloroforme et 100 c. c. de l'alcool à essayer; on agite avec précaution, puis on laisse déposer et on mesure le volume du chloroforme.

L'alcool à essayer doit être préalablement amené à 50° Tralles, parce que sa solubilité dans le chloroforme varie avec son degré de concentration. Pour mêler suffisamment les deux liquides, il faut retourner le tube 30 à 35 fois de haut en bas. On observe le volume lorsque les liquides sont devenus limpides, ce qui a lieu au bout de 1 heure à 8 heures de repos.

Les éthers, les acides volatils et autres impuretés influent sur les indications de l'appareil : c'est pourquoi il importe de s'en débarrasser au moyen de la potasse caustique.

Il faut s'assurer préalablement de la pureté du chloroforme employé en expérimentant sa solubilité dans l'alcool pur à 50 degrés.

Quelquefois des alcools impurs donnent à la surface de séparation des deux couches une apparence trouble; pour éviter cet inconvénient, on ajoute 5 à 10 gouttes d'acide sulfurique, ce qui n'a aucune influence nuisible appréciable.

Le procédé de Röse est peu applicable aux alcools très concentrés, parce qu'ils contiennent en général très peu d'alcool d'amylique.

L'appareil de Röse perfectionné par Hertzfeld consiste en un tube de la contenance de 175 à 180 c. c. qui présente à peu près la même forme que celui décrit ci-dessus. La partie inférieure est divisée en 5 parties de 20 à 25 c. c. de manière qu'on peut apprécier exactement 1 centimètre cube.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il faut établir d'abord exactement le niveau que prend le chloroforme lorsqu'il a été mêlé avec l'alcool pur. Pour cela, on étend l'alcool avec de l'eau jusqu'à ce que sa densité soit de 0,9654 à 15°, ce qui arrive lorsque la dissolution contient 30 p. 100 d'alcool.

On commence par verser du chloroforme pur porté à 15° dans le tube jusqu'à la première division inférieure marque 20 et on plonge le tube dans un vase d'eau à 15°; on y ajoute 100 c. c. de la dissolution d'alcool à la densité de 0,9654, puis 1 centimètre cube d'acide sulfurique pris à un degré à peu près quelconque. On agite en retournant l'appareil 50 fois environ et on laisse reposer dans le vase d'eau à 15°. Après un repos de 5 minutes, on observe la division de séparation des deux liquides qui sert de base aux expériences suivantes.

Pour essayer une eau-de-vie ou un alcool, on en prend 200 ou 100 c. c. à 15° et on distille cette quantité avec un peu de potasse caustique et quelques petits morceaux de pierre ponce; on recueille le produit de la distillation dans une éprouvette graduée en ajoutant de l'eau pour rétablir le volume primitif et on mesure sa densité à 15°. On amène ensuite ce liquide à la densité de 0,9654 en ajoutant le poids d'eau ou d'alcool calculé à l'avance au moyen de tables, qui est nécessaire pour l'amener à cette densité. On opère ensuite sur ce liquide, ainsi qu'il a été dit ci-dessus.

D'après des expériences faites antérieurement, on sait qu'à chaque surélévation du niveau du chloroforme de 15 c. c. correspond une augmentation de 0,1 p. 100 d'alcool amylique. Soit b le chiffre de la division qui correspond au niveau du chloroforme agité avec l'alcool pur à 30°; c le chiffre correspondant au niveau du mélange du chloroforme avec l'alcool essayé; — a le volume d'eau ou d'alcool ajoutés aux 100 c. c. du produit distillé pour l'amener à 30°; on aura la proportion cherchée d'alcool amylique par la formule suivante :

$$\frac{(c - b)(100 + a)}{150}$$

On peut apprécier par ce procédé jusqu'à 0,01 p. 100 d'alcool amylique.

(*Die chemische Industrie.*)

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

PROCÈS-VERBAUX

Séance du 11 juillet 1890.

Présidence de *M. Haton de la Goupillière*, Président.

M. Miraglia, correspondant de la Société, envoie une carte hydrographique de l'Italie avec indication des terrains irrigués et navigables et remettra ultérieu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rement d'autres renseignements sur l'agriculture italienne. Des remerciements sont adressés à M. Miraglia par M. le Président, au nom de la Société.

M. Jean Lachaume, rue de Rebeval, 88. — Perfectionnements apportés aux vélocipèdes et tricycles. (Arts mécaniques.)

M. Victor Germain, rue Copernic, 25. — Appareil extincteur automatique pour essences et pétroles. (Arts économiques.)

M. Léon Hérardin, rue des Écoles, 53, à Montreuil-sous-Bois. — Raccord pour les câbles électriques. (Arts économiques.)

M. Mestre, mécanicien, rue Julien-Lacroix, 12. — Nouveau système de boîtes à ordures. (Arts économiques.)

M. Justinus-Mullerus, chimiste de la maison Herm Chevalier, à Penig (Allemagne). — Procédé pour remplacer l'acide sulfurique dans la teinture de la soie. (Arts chimiques.)

M. Tommasi, chimiste, rue Jacob, 45. — Traité théorique et pratique d'électrochimie. (Arts chimiques.)

M. Léon Tissot, professeur et expert-comptable, rue de Rivoli, 80, présente trois ouvrages de comptabilité : Les calculs du commerce; Le commerce, sa nature, ses agents et ses documents; Comptabilité nouvelle. (Commerce.)

M. Léon Laurent, constructeur d'instruments d'optique, rue de l'Odéon, 21, réclame en faveur de *M. Audrien de l'Étang* l'idée des deux colorimètres présentés par *M. Pellin* dans la séance du 23 mai dernier. (Arts économiques.)

M. Delaurier, rue Daguerre, 77. — Nouveaux procédés lumineux pour empêcher les abordages des navires en mer. (Arts économiques.)

M. Alfred Basin, rue Neuve, à Lillers (Pas-de-Calais). — Mémoire sur les générateurs à vapeur. (Arts mécaniques.)

M. le Président du Comité de secours aux incendiés de Fort-de-France (Martinique et de Port-Louis (Guadeloupe), rue Cambon, 45, fait appel au concours dévoué de la Société pour recueillir des offrandes au profit de son œuvre et dépose au secrétariat de la Société des listes de souscription.

M. Hyacinthe Petit, quai Jemmapes, 100. — Lit pliant avec fond en toile. (Arts économiques.)

M. Charles Guyard, mécanicien, rue de la Tour, 112, Paris-Passy. — Moteur hydraulique. (Arts mécaniques.)

M. Melin, imprimeur-lithographe, rue du Pressoir, 26. — Procédé pour conserver, sur papier de transport, des épreuves lithographiques et typographqiues pouvant être reproduites après un laps de temps indéfini. (Constructions et Beaux-Arts.)

Les fondateurs de la Société anonyme de l'*Élevage français* adressent des prospectus de cette Société.

Le Président de la Chambre syndicale des constructeurs de machines et instru-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ments d'agriculture et d'horticulture de France, rue de Lancry, 10, adresse le compte rendu de la séance tenue par cette chambre le mercredi 4 juin 1890.

Le Syndicat des ingénieurs-conseils en matière de propriété industrielle fait hommage de son *Bulletin* n° 14.

M. le Président exprime les regrets éprouvés par la Société en apprenant la mort de l'un de ses membres, *M. Charles Grad*, qu'elle venait d'élire comme correspondant dans le Comité du commerce. M. Grad était député de l'Alsace ; c'était un géologue distingué et un grand industriel.

M. Hirsch, membre du Conseil, adresse la lettre suivante à *M. le Président* de la Société :

« Monsieur le Président,

« J'ai l'honneur de vous remettre, avec la présente lettre, le compte rendu de « quelques expériences que j'ai eu récemment l'occasion de faire sur un moteur « à gaz construit par MM. Rouart frères.

« Le moteur est à deux cylindres : en allure normale, il développe environ « 16 chevaux effectifs (12 poncelets).

« Les expériences ont eu pour objet de constater le rendement, c'est-à-dire « la quantité de gaz consommé par unité de travail produit ; le détail de ces « expériences est donné dans le compte rendu ci-joint. Quant au résultat obtenu, « il est remarquable : cette machine a réalisé aux essais une consommation très « faible : 600 litres de gaz par cheval-heure effectif ; autrement dit, cette machine « transforme en travail 20 p. 100 de la chaleur contenue dans le combustible « qu'elle consomme. Un pareil résultat dépasse de beaucoup tout ce que l'on a « pu obtenir jusqu'ici à l'aide de machines à vapeur. Nos meilleures machines à « vapeur présentent en effet un rendement thermique qui n'atteint guère « 10 p. 100.

« J'ai pensé que ces résultats pourraient intéresser la Société, c'est pourquoi « j'ai pris la liberté de vous les communiquer.

« Je vous prie d'agréer, Monsieur le Président, l'hommage de mes sentiments « respectueux.

« J. Hirsch. »

M. le Président remercie *M. Hirsch* de cette communication qui est renvoyée à la Commission du *Bulletin*.

Nomination de membres de la Société. — *M. Boulenger*, manufacturier à Choisy-le-Roy, membre de la Société depuis trente ans, ayant rempli les formalités nécessaires, est nommé à l'unanimité par le Conseil membre perpétuel donateur de la Société.

Sont nommés membres de la Société :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Flamant, ingénieur en chef des ponts et chaussées, professeur à l'École des ponts et chaussées et à l'École centrale, présenté par *M. Haton de la Goupillière;*

M. Honoré Voisin, ingénieur des mines, directeur de l'Exploitation des mines de Roche-la-Molière et Firminy, à Firminy, présenté par *M. Haton de la Goupillière;*

M. Henri Domage, directeur de la Société anonyme des charbonnages des Bouches-du-Rhône, à Marseille, présenté par *M. Haton de la Goupillière;*

M. Eugène Pepratx, trésorier de la Société scientifique et industrielle des Pyrénées-Orientales, à Perpignan, présenté par *M. de Salverte.*

NOMINATION DE MEMBRES CORRESPONDANTS FRANÇAIS OU ÉTRANGERS. — Sont nommés correspondants de la Société :

Arts chimiques. — *MM. Boulenger*, fabricant de faïences fines, à Choisy-le-Roy; *Paul Darblay*, fabricant de papiers, à Essonnes; *Schneider*, maître de forges au Creusot; *François Gillet*, teinturier à Lyon; *Sir Roscoë,* de la Société royale de Londres; *Sir Frédéric Abel*, président de la Commission gouvernementale des explosifs à Londres; *Canizzaro*, professeur à l'Université de Rome; *Mendeleef,* professeur à l'Université de Saint-Pétersbourg.

Agriculture. — *MM. Marcano,* professeur à l'Université de Caracas (Vénézuéla); général *Annenkoff.*

Construction et Beaux-Arts. — *MM. Pepratx* (Eugène), trésorier de la Société scientifique et industrielle des Pyrénées-Orientales, à Perpignan; *Pollok* (Anthoni), ingénieur consultant, à Washington.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Température dans les cylindres des machines à vapeur.* — *M. Hirsch*, au nom du Comité des arts mécaniques, fait un rapport sur le mémoire présenté par *M. Dwelshauvers-Dery*, correspondant de la Société, relatif à l'étude sur la température des parois dans un cylindre de machine à vapeur.

M. Donkin a essayé d'apporter quelque lumière dans ces difficiles problèmes et a imaginé, à cet effet, une méthode expérimentale que *M. Dwelshauvers-Dery* a fait connaître récemment dans une communication à la Société industrielle de Mulhouse. Le mémoire qui est présenté aujourd'hui a un but un peu différent; il a pour objet de retrouver, par le calcul et à l'aide d'un simple diagramme d'indicateur, les températures que prennent à chaque instant les parois d'un cylindre de machine à vapeur.

Il y a là un progrès important accompli dans l'étude des phénomènes si complexes dont le cylindre des machines à vapeur est le siège.

Le Comité des arts mécaniques a l'honneur de proposer de remercier l'auteur et de voter l'insertion du présent rapport au *Bulletin,* ainsi que l'insertion *in extenso* du mémoire de M. Dwelshauvers-Dery et des figures qui l'accompagnent.

Ces conclusions sont adoptées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Étude des ciments. — *M. Le Châtelier* fait, au nom du Comité des arts chimiques, un rapport sur un mémoire de *M. Candlot* ayant trait aux propriétés des ciments.

M. Candlot a présenté à la Société pour concourir à un prix de chimie un mémoire sur les propriétés chimiques des ciments. Cette étude a pour objet la question si importante de l'altération des ciments dans les travaux à la mer. M. Candlot le premier a réussi à mettre en évidence dans l'action de l'eau de mer l'intervention d'un certain nombre des phénomènes simples et de réactions chimiques déterminées; son travail fait avancer d'une façon incontestable une question restée jusqu'ici stationnaire et sera le point de départ nécessaire d'autres nouvelles recherches faites sur le même sujet.

Le Comité des arts chimiques propose en conséquence d'envoyer les félicitations de la Société à *M. Candlot*, et d'insérer avec le présent rapport son mémoire *in extenso* dans le *Bulletin*.

Ces conclusions sont adoptées.

Communication. — *Compression des gaz.* — *M. Mekarski*, ingénieur, fait une communication sur la production et les applications de l'air comprimé à haute pression.

M. le Président remercie *M. Mekarski* de son importante communication qui est renvoyée à la Commission du *Bulletin*.

Séance du 25 juillet 1890.

Présidence de *M. Haton de la Goupillière*, Président

M. F. Abel, président de la commission gouvernementale des explosifs et secrétaire de l'Institut impérial de la Grande-Bretagne, des colonies et des Indes, adresse des remerciements, pour sa nomination de correspondant de la Société et fait hommage de deux brochures : 1° Conférence sur les explosifs sans fumée ; 2° Travaux de l'Institut impérial de la Grande-Bretagne, des colonies et des Indes. (Bibliothèque.)

M. William Sellers, correspondant de la Société, à Philadelphie, remercie pour l'envoi des bulletins de la Société et annonce l'envoi prochain des dessins et de la description d'une très puissante machine à raboter.

M. Édouard Simon, membre du Conseil, fait hommage, de la part de *M. Jules Domergue*, de son important ouvrage intitulé : *Révolution économique*. M. Domergue s'est proposé l'étude des causes multiples qui, dans la plupart des pays, déterminent le revirement des esprits vers le système de la protection. (Bibliothèque.)

M. A. Guettier, ingénieur civil, rue Vital, 35, Paris-Passy, rappelle qu'il a été nommé en 1830-1831 élève de l'École des arts et métiers de Châlons à la suite d'un concours ouvert par la Société d'Encouragement et prie celle-ci de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vouloir bien accepter pour sa bibliothèque l'hommage reconnaissant des ouvrages technologiques qu'il a publiés dans sa longue carrière.

M. Gaudin, photographe, boulevard Bonne-Nouvelle, 31, sollicite l'autorisation de photographier à titre gracieux tous les membres de la Société.

Le Conseil municipal de Lyon a, dans sa séance du 24 juin dernier, décidé à l'unanimité qu'une *grande Exposition nationale et coloniale* serait ouverte à Lyon au mois de mai 1892. Les renseignements devront être adressés au comité de l'Exposition, 26, rue de la République, Lyon.

M. Casimir Rey, 25, boulevard de la Reine, à Versailles, a déposé à la Société d'Encouragement, le 13 décembre 1889, un pli cacheté dont il a demandé l'ouverture dans la séance du 25 juillet 1890. Sa communication a pour objet l'examen des appareils et procédés employés pour la mise du feu aux mines à distance. Le perfectionnement que préconise M. Rey consiste essentiellement à placer deux boules creuses de cuivre, de 1 à 2 centimètres de rayon, aux extrémités de l'amorce, sur le fil métallique qui la traverse et qui doit y faire passer l'étincelle électrique. Ces boules augmenteraient dans des proportions considérables l'intensité de l'étincelle et permettraient, soit d'employer des courants plus faibles, soit d'opérer à des distances beaucoup plus grandes. M. Rey indique également l'application de la cellulose successivement nitrifiée, dissoute et dénitrifiée à la mise du feu à distance.

M. l'Administrateur, directeur de la Société Électro-Métallurgique française, à Froges (Isère), adresse un mémoire sur la fabrication de l'aluminium et de ses alliages. (Arts chimiques.)

M. Tubœuf, cultivateur, à Puits (Côte-d'Or). — Note sur l'emploi des vieilles toiles d'emballage pour protéger les récoltes pendant les pluies persistantes. (Agriculture.)

La Société des ingénieurs civils fait savoir qu'elle transmettra à l'avenir, au secrétariat de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale, une note succincte des communications présentées dans chaque séance.

Le résumé du 18 juillet signale ainsi un mémoire sur la *nitrification des Koms ou anciens monticules égyptiens*, adressé par *M. Ventre-Bey* et analysé par *M. P. Buquet*, puis une communication de *M. Hillairet* sur la *transmission électrique de Domène* (Isère).

Au début de la séance précédente, le Président de cette Société, *M. Contamin*, avait appelé l'attention de ses collègues sur les nombreuses et importantes récompenses décernées récemment par la Société d'Encouragement à des membres de la Société des ingénieurs civils. Ce fait témoigne que les deux Sociétés, par des moyens différents, concourent à un but commun : le développement des forces productrices de la France.

M. Giuseppi, à Suzi de Corse. — Nouveau système de chemins de fer écono-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

miques aériens par poulie roulant sur câble métallique suspendu à des poteaux. (Arts mécaniques.)

M. Chevallier, à Noisy-le-Sec, rue Trépillon, 16. — Appareil applicable aux véhicules roulant sur rails, réduisant considérablement la résistance à la traction. (Arts mécaniques.)

M. Delaurier, rue Daguerre, 77. — Adresse de nouvelles observations au sujet du système qu'il recommande pour éviter les explosions dans les mines à grisou. Il appelle également l'attention de la Société sur le moteur à marée dont il est l'inventeur et sur le moulin universel qu'il a construit pour utiliser la force du vent, des cours d'eau ou des marées. (Arts mécaniques.)

M. Cathelineau père, constructeur, à Rennes. — Système de presse qui, en changeant les récipients dont elle est munie, peut servir soit au bottelage des fourrages, soit au pressurage des raisins et des pommes, etc. (Agriculture.)

M. Étienne-Auguste Cabanié, rue Perchepinte, 14, à Toulouse. — 1° Note sur la falsification des beurres; 2° machine à dévider les cocons. (Agriculture.)

M. Em. Placet, ingénieur des arts et manufactures, rue Denfert-Rochereau, 47. — Extraction des métaux au moyen de l'électricité. (Arts chimiques.)

M. Cacheux, secrétaire général de l'œuvre des Congrès de sauvetage, adresse les Comptes rendus des trois congrès organisés par cette œuvre depuis qu'il en a repris la direction. Il demande que la Société d'Encouragement s'intéresse à l'œuvre soit par une récompense pécuniaire, soit par une médaille qui faciliterait beaucoup son action. (Commerce.)

M. Tommasi, chimiste, rue Jacob, 45, soumet à l'examen de la Société ses trois derniers ouvrages : 1° *Traité des piles électriques*, 2° *Annuaire de la chimie industrielle et de l'électrochimie*, 3° *Dorure, argenture, cuivrage, nickelage et galvanoplastie*. (Arts chimiques.)

La Société a reçu les publications suivantes :

Exposition universelle de 1889. — *Exposition collective de l'industrie du Gaz.* — *Le pavillon du gaz.* — Album illustré, in-4.

Étude géologique et agronomique sur le canton de Montmarault, par *M. Marcel Vacher*, secrétaire de la Société d'agriculture de l'Allier. Cette étude a obtenu la grande médaille d'or de la Société des agriculteurs de France et un prix de 1 000 francs de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale. (Bibliothèque.)

Nomination d'un membre de la Société. — Est nommé membre de la Société :

M. Ferdinand Chalmeton, directeur de la Compagnie houillère de Bessèges, présenté par *M. Haton de la Goupillière*.

Communications. — *Acide phénique.* — *M. de Luynes* présente, au nom de *M. Reines*, des échantillons d'acide phénique synthétique préparé à Neuville-sur-Saône dans la succursale de la « Badishe anilin et soda Fabrick ».

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cet acide phénique est tout à fait incolore ; il fond à 41° ; il bout à 178° ; il donne avec l'eau des dissolutions limpides. Il est remarquable par son odeur faible bien différente de celle des phénols les plus purs du commerce qui sont toujours souillés par des traces de produits supérieurs. M. de Luynes ajoute que cet acide phénique est le plus pur qu'il ait eu entre les mains jusqu'à présent.

Par l'ensemble de ces qualités et par son bas prix, l'acide phénique synthétique est appelé à remplacer l'acide phénique ordinaire dans ses applications à la médecine, à la conservation des matières putrescibles, et dans la fabrication des produits chimiques, M. de Luynes met sous les yeux du Conseil deux échantillons d'acide phénique synthétique, l'un fondu et l'autre cristallisé.

M. le Président remercie *M. de Luynes* de son intéressante communication, qui est renvoyée au Comité des arts chimiques.

Mesure des hautes températures. — M. Le Châtelier, membre du Conseil, fait une communication sur la mesure des températures élevées développées dans les foyers industriels.

M. H. Le Châtelier étudie d'abord les différents appareils proposés pour la mesure de ces températures.

Le plus exact des pyromètres proposés jusqu'ici à l'industrie est le pyromètre thermo-électrique dont le principe a été indiqué dès 1832 par Becquerel. Si pendant 50 ans cet appareil est resté sans applications, cela a tenu à quelques difficultés de détail complètement levées aujourd'hui. Il fallait employer pour le couple des métaux suffisamment homogènes, tels que la platine et ses alliages, et avoir un galvanomètre assez rustique pour pouvoir être installé dans les usines. Les galvanomètres à cadres mobiles de MM. Desprez et d'Arsonval remplissent toutes les conditions désirables. On peut avec un semblable pyromètre faire des mesures concordant à moins de 10°. La seule incertitude provient des points fixes employés pour la graduation.

En admettant 1500° pour le point de fusion du palladium, on trouve :

Acier doux	1450
Acier dur	1400
Acier-manganèse	1260
Ferro-nickel	1230
Fonte grise	1220
Fonte blanche	1135

M. le Président remercie *M. Le Châtelier* de sa communication, qui est renvoyée à la commission du *Bulletin*.

Balance photométrique. — M. Lion, ingénieur civil, rue Legendre, 78, présente une balance photométrique à base d'iodure d'azote, construite par *MM. Alvergniat*, constructeurs, à Paris.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce photomètre est basé sur l'action destructrice qu'exerce la lumière sur l'iodure d'azote.

Préparé en faisant réagir l'ammoniaque à 22° sur l'iode, ce corps peut être manié sans le moindre danger quand on le conserve au sein de sa liqueur mère et fournit un dégagement d'azote variable avec l'intensité de l'éclairement qu'il subit.

La production d'azote commence et cesse instantanément avec l'impression lumineuse.

L'appareil se compose essentiellement de deux capacités métalliques closes et juxtaposées et dont le fond est constitué par des glaces égales sur lesquelles repose le réactif. Deux miroirs inclinés à 45° permettent de renvoyer verticalement vers ces glaces les rayons émis horizontalement par l'étalon et par la lumière à lui comparer.

Les deux vases sont mis en communication par un manomètre différentiel extrêmement sensible dont les indications sont fournies par deux colonnes, liquides contenus dans des tubes capillaires juxtaposées.

Des pistons plongeurs permettent, avant une mesure, d'établir l'inégalité de pression dans les récipients, les colonnes manométriques étant amenées au même niveau.

Si donc les deux réactifs sont également éclairés, ils fournissent dans le même temps des quantités égales d'azote, la pression monte également de part et d'autre, et les colonnes manométriques restent à la même hauteur.

Dans le cas contraire, il y a excès de pression du côté le plus éclairé, excès qui se manifeste instantanément par une dénivellation. Laissant donc l'étalon fixe, on déplace l'autre lumière dans le sens convenable jusqu'à ce que le manomètre ne varie plus.

La loi de l'inverse du carré des distances devient alors immédiatement applicable.

L'appareil présente toujours une certaine dissymétrie, de même qu'une balance qui ne peut jamais être considérée comme rigoureusement juste; il faudra donc, pour obtenir un résultat exact et indépendant de cette dissymétrie, employer un procédé de même genre que celui de la double pesée de Borda.

A cet effet, l'un des réactifs étant éclairé à l'aide d'une *lumière tare* placée à une distance invariable d'un côté de l'appareil, on réalise deux équilibres du manomètre en éclairant successivement l'autre réactif avec l'étalon et avec la lumière à lui comparer.

M. le Président remercie *M. Lion* de son intéressante communication, qui est renvoyée au Comité des arts économiques.

Le Gérant : J.-H. Ginestou.

Paris. — Typ. Georges Chamerot, 19, rue des Saints-Pères. — 26171

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1

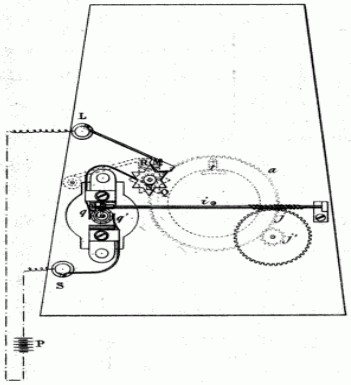


Fig. 2

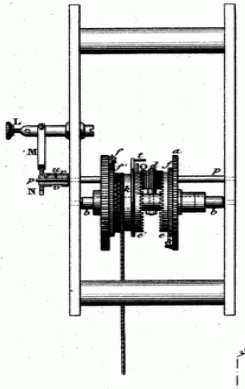


Fig. 3

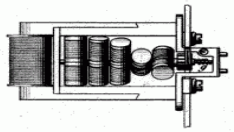


Fig. 4

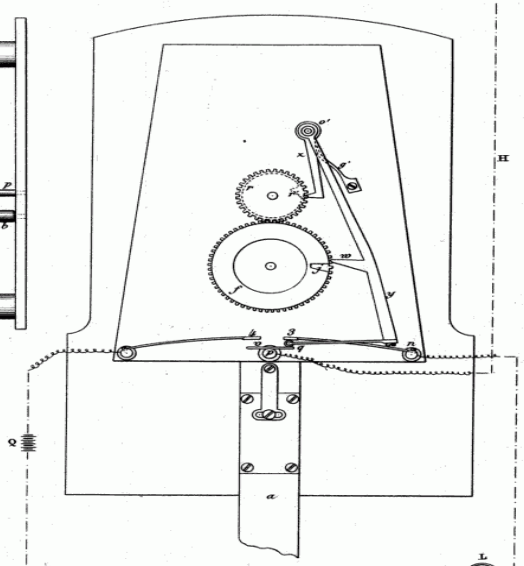
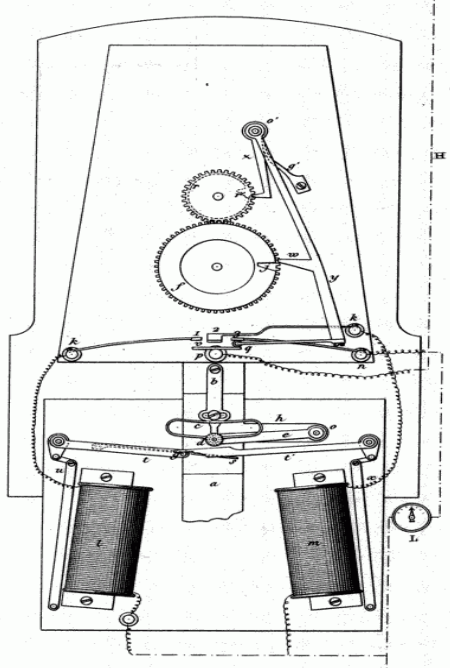


Fig. 5



Echelle au 2/5

Imp. R. Taneur, Paris.

Léon Chaumont del. et sc.

REMONTAGE ET REMISE À L' HEURE AUTOMATIQUE DES HORLOGES DE CHEMINS DE FER, SYSTÊME POUCHARD.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 4

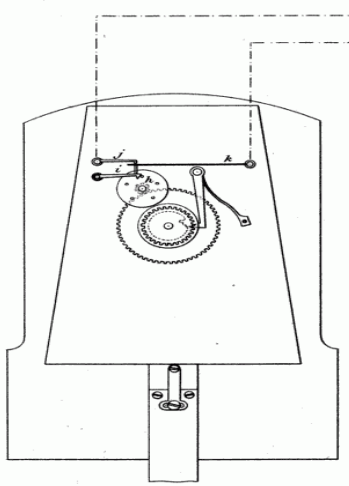


Fig. 3

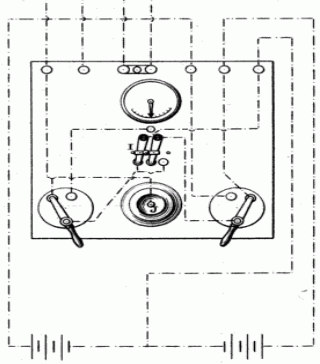


Fig. 1

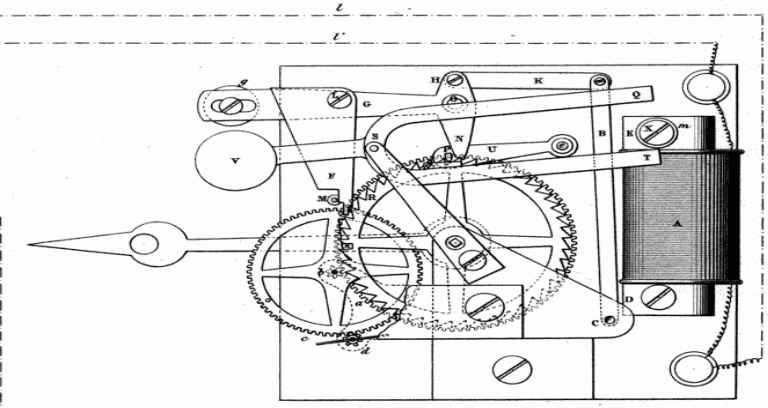


Fig. 2

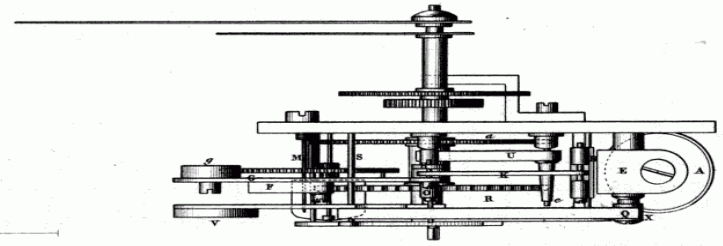


Fig. 1 et 2. Grandeur d'exécution.
Fig. 3 et 4. Echelle au 1/3

Imp. R. Taneur, Paris.

Léon. Chaumont del. et sc.

TRANSMISSION DE L'HEURE AVEC REMISE À L'HEURE, SYSTÊME POUCHARD.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

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

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. HIRSCH, *au nom du Comité des arts mécaniques, sur le* MÉMOIRE *présenté par* M. DWELSHAUVERS-DÉRY, *comportant* L'ÉTUDE DE LA TEMPÉRATURE DES PAROIS DANS UN CYLINDRE DE MACHINE A VAPEUR.

M. Dwelshauvers-Déry, l'éminent professeur à l'Université de Liège, l'un des collaborateurs les plus distingués du regretté G.-A. Hirn, a été nommé récemment membre correspondant de notre Société. Il a tenu à donner la preuve de l'intérêt qu'il porte à nos travaux, et à fournir sa part de collaboration. Il nous a, en conséquence, fait l'honneur de nous envoyer un mémoire relatif à la théorie pratique de la machine à vapeur, théorie dont l'illustre Hirn a esquissé les traits généraux, et dont les savants de tous les pays s'efforcent de préciser les principes. Malgré ces recherches, poursuivies de tous côtés avec talent et persévérance, le sujet est encore rempli d'obscurités.

L'un des points les plus difficiles, c'est l'analyse des échanges de chaleur qui, dans le cylindre d'une machine en mouvement, se produisent incessamment entre la vapeur et les parois métalliques qui la renferment. Les phénomènes qui se passent dans un pareil cylindre sont en effet des plus compliqués. La pression, et par suite la température de la vapeur, sont constamment variables; tantôt cette vapeur, plus chaude que la paroi, lui communique de la chaleur; tantôt la vapeur, plus dilatée et par conséquent plus froide, reçoit à son tour de la chaleur de la paroi précédemment échauffée; ces échanges varient très rapidement d'intensité et de sens, et ils sont loin d'être les mêmes au même instant, dans les différents points de la paroi.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Donkin a essayé d'apporter quelque lumière dans ces difficiles problèmes. Il a imaginé à cet effet une méthode expérimentale, que M. Dwelshauvers-Déry a fait connaître récemment dans une communication à la Société industrielle de Mulhouse. Le mémoire qui est présenté aujourd'hui à notre Société, a un but un peu différent : il a pour objet de retrouver, par le calcul et à l'aide d'un simple diagramme d'indicateur, les températures que prennent à chaque instant les divers points de la paroi d'un cylindre de machine à vapeur.

Pour arriver à ce résultat, M. Dwelshauvers s'appuie sur deux hypothèses, à savoir :

1° La superficie de la paroi prend à chaque instant la température de la vapeur avec laquelle elle est en contact; « on suppose en effet, dit l'auteur, que, la vapeur dans le cylindre étant toujours accompagnée d'une rosée répandue sur le métal, la couche métallique superficielle est à la même température que l'eau saturée qui la tapisse, et, par suite, a la même température que la vapeur dans le cylindre; »

2° Les parties de la paroi qui sont en contact, non pas avec la vapeur, mais avec la jante du piston conservent, pendant toute la durée du passage du piston, la température qu'elles avaient au commencement de ce passage; autrement dit, la surface cylindrique du piston est considérée comme absolument imperméable à la chaleur : « M. Donkin donne son approbation à cette manière de faire, en considération du peu de durée du contact entre les surfaces métalliques, comparativement à la résistance de ces surfaces à la transmission de la chaleur. »

L'auteur ne se dissimule nullement les objections que peuvent soulever ces hypothèses : « Sans doute, dit-il, il y a là une assertion qui, peut-être, ne se vérifie pas en fait d'une manière absolue, mais que l'expérience rend très probable; et, du reste, qui pourrait dire comment les choses se passent en réalité? »

Les calculs établis sur ces bases ont évidemment le caractère d'une approximation; néanmoins ils présentent le plus vif intérêt, en ce qu'ils nous donnent, pour la première fois, une idée nette du sens et de l'intensité des échanges de chaleur qui se succèdent si rapidement dans un cylindre à vapeur pendant une révolution de la machine.

Les hypothèses ci-dessus une fois admises, les résultats s'en déduisent à l'aide des tables des vapeurs, par des calculs assez faciles, mais fort longs. L'auteur conduit ces calculs avec méthode et symétrie, et les présente, sous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

forme de tableaux graphiques et chiffrés, avec cette clarté saisissante qui lui est particulière, et qui permet au lecteur de comprendre sans effort la marche et les conséquences du calcul.

Cette méthode est appliquée au cas d'une petite machine expérimentale de M. Donkin, ayant 152 millimètres de diamètre de piston, 203 millimètres de course, et faisant 300 révolutions à la minute; lors de l'expérience choisie comme base d'étude, la machine marchait à simple effet, c'est-à-dire que l'arrivée de vapeur était interceptée sur la face inférieure du piston, la face supérieure recevant seule la pression. Les résultats du calcul sont des plus intéressants. Pendant la course descendante, la face supérieure du piston, le fond supérieur du cylindre et les parois de l'espace mort cèdent constamment de la chaleur, tandis que les autres parties de la paroi successivement découvertes par le piston en absorbent au contraire; de sorte qu'il se produit une distillation continue. Dans la course ascendante, les mêmes effets se poursuivent pendant un certain temps, puis ils se renversent vers la fin de la course. Au-dessous du piston, les échanges de chaleur suivent une loi plus compliquée, mais dont il est facile de se rendre compte par la lecture des graphiques.

Quant à la température moyenne, qui présente un intérêt tout spécial au point de vue de l'action des enveloppes de vapeur, elle va constamment en s'abaissant, depuis le haut jusqu'au bout du cylindre, à part une courte région, voisine du fond inférieur, et où elle se relève légèrement.

La méthode de calcul proposée par M. Dwelshauvers-Déry est à la fois originale et féconde en résultats; en l'appliquant à une des expériences de M. Donkin, l'auteur démontre la marche à suivre dans les calculs, et facilite ainsi la tâche de tous ceux qui désireront travailler à ces sortes de questions. Il y a là un progrès important accompli dans l'étude des phénomènes si complexes dont le cylindre des machines à vapeur est le siège.

Le Comité des arts mécaniques a l'honneur de vous proposer de remercier très vivement l'auteur, et de voter l'insertion *in extenso*, dans le *Bulletin*, du mémoire de M. Dwelshauvers-Déry et des figures qui l'accompagnent.

Signé : J. Hirsch, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 11 *juillet* 1890.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES

SUR LA MÉTHODE PROPOSÉE PAR M. DONKIN POUR ESTIMER LA TEMPÉRATURE MOYENNE DES DIVERSES PARTIES DE LA COUCHE MÉTALLIQUE INTERNE DES CYLINDRES A VAPEUR, PAR V. DWELSHAUVERS-DÉRY (1).

En vue d'étudier les opérations thermiques dont les parois des cylindres sont le siège, et d'autres questions importantes qui s'y rattachent, M. Donkin a construit une petite machine expérimentale, uniquement destinée à des essais. Elle n'a d'autre résistance à vaincre que celle parfaitement constante d'un frein à corde. Le cylindre est vertical au-dessus du bâti type pilon; le diamètre du piston, 6 pouces (0^m,152); sa course, 8 pouces (0^m,203). Elle est construite pour fonctionner à des vitesses allant au moins à 300 tours par minute.

Toutes les mesures ont été prises pour assurer la plus parfaite régularité de la marche, et, dans les essais, on maintient, d'une manière aussi absolue que possible, l'état d'un régime constant. Aussi, parmi les diagrammes relevés à l'indicateur à des intervalles de temps courts et égaux, on n'en trouve pas qui diffère grandement du diagramme moyen dressé suivant une des méthodes usitées.

Le diagramme moyen (pl. 52, fig. 5) constitue le point de départ de l'application de la méthode de M. Donkin à la recherche de la température moyenne des diverses zones cylindriques verticales dans lesquelles on peut supposer divisée la surface interne du cylindre qui *voit* la vapeur. On suppose en effet que, la vapeur dans le cylindre étant toujours accompagnée d'une rosée répandue sur le métal, la couche métallique superficielle est à la même température que l'eau saturée qui la tapisse et, par suite, à la même température que la vapeur dans le cylindre. Or, faute de savoir comment mieux faire, on admet que cette dernière correspond à la pression indiquée et peut ainsi être déterminée au moyen des tables de vapeurs saturées.

Pendant la marche de la machine, le piston, à mesure qu'il se meut, découvre des surfaces métalliques nouvelles; et l'ensemble des surfaces en contact avec le fluide évoluant se met, pour ainsi dire instantanément, à chaque moment, à la température continuellement changeante de ce fluide. Sans doute il y a là une assertion qui, peut-être, ne se vérifie pas en fait d'une manière absolue, mais que l'expérience rend très probable; et, du reste, qui pourrait dire comment les choses se passent en réalité?

Aux moments où le piston recouvre une surface métallique, quel est le sens

(1) Liège, juin 1890.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de l'échange de chaleur entre lui et la paroi, et, par conséquent, quel est le sens de la variation de température de la paroi? En suite de nos recherches et réflexions à ce sujet, nous avons cru bien faire en supposant qu'une zone que le piston vient de recouvrir conserve la température qu'elle avait au moment où le piston a effectué son passage devant elle, et cela tout le temps qu'elle reste couverte. M. Donkin donne son approbation à cette manière de faire, en considération du peu de durée du contact entre les surfaces métalliques, comparativement à la résistance de ces surfaces, à la transmission de la chaleur.

Afin de tenir compte du temps pendant lequel une zone de la paroi cylindrique est portée par la vapeur à une température donnée, M. Donkin a divisé la course du piston en dix parties inégales mais parcourues par le piston en des temps égaux, à supposer que le mouvement de rotation soit uniforme. La double course s'effectue en vingt temps égaux, pendant chacun desquels le piston passe devant la 1re, 2e,... 10e zone, puis 9e, 8e,... 2e, 1ère successivement. Mais, pour déterminer la portion de cylindre à chaque instant en contact avec la vapeur sur l'une ou l'autre face du piston, il convient de diviser le cylindre comme nous l'indiquons figure 1 (pl. 52). Il est visible que, dans les dix temps de la course descendante, la face supérieure *s*, *s* du piston passe successivement devant les zones A, B, C..., J, mais ensuite elle remonte, passant successivement devant ces mêmes zones, en sens inverse. Il n'y a donc que les zones de A à J qui soient à certains moments en contact avec la vapeur du dessus du piston; ce qui vient de métal en dessous de J peut être couvert par le piston arrivé dans sa position inférieure figurée en *s's'*,*i'i'*, ou bien, si le piston est plus haut, être en contact avec la vapeur du dessous. Pour cette raison, nous avons indiqué, à droite de la figure 1, une seconde division en zones K, L, M..., S, T, dont les parties K, L, M, N, composent à fort peu près le prolongement des divisions A, B... jusqu'à J. A dire vrai, la division N enjambe sur J, et il en est une portion, la portion supérieure, qui se confond avec J; mais il serait bien difficile de tenir compte de cette circonstance dans les calculs qui suivent; et, ensuite, la petite erreur qui en provient mérite-t-elle d'être prise en considération?

Nous avons donc divisé le cylindre en zones d'égale durée que l'on voit clairement fig. 4 et qui portent les dénominations A, B, C,... J, N, M, L, K. Il n'y a parmi elles que la zone N qui soit un peu trop petite. En outre, il y a lieu de considérer la zone Z qui n'atteint jamais le piston et dont la surface, ainsi que celle du fonds *f*, *f*, et celle du dessus du piston *s*, *s*, est toujours à la température de la vapeur au-dessus du piston; donc, sa température moyenne est celle de la vapeur même. Nous avons de même, en dessous, ajouté la zone Y dont le rôle est analogue. En tout, 16 zones.

Nous prenons comme exemple un essai à simple effet, figure 5. Dans le coup descendant, la vapeur agit au-dessus du piston et le dessous est en communica-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tion avec le condenseur; dans le coup montant, le dessus est en communication avec le condenseur, mais le dessous est fermé partout; la vapeur qui y était restée emprisonnée dans le coup descendant depuis le commencement de la compression, s'y détend et sa température que la compression avait élevée au-dessus de 100°, tombe à 67°, au moment où, par anticipation, le dessous est de nouveau ouvert au condenseur. A partir de là, pression et température vont se relevant, ce qui prouve que de la vapeur passe du condenseur dans le cylindre. Un fait à noter ici et qui s'explique par l'action des parois, c'est que, pendant la communication avec le condenseur la pression et la température sont plus élevées dans le cylindre que pour le condenseur, et également plus élevées pour le compartiment supérieur que dans le compartiment inférieur. Le principe de Watt exprimant l'égalité de pression dans deux vases communiquants ne se vérifie pas en pratique d'une manière absolue. Ce fait est rendu frappant par la figure 3.

La base de la figure 3 est divisée en vingt parties égales représentant chacune le vingtième de la durée d'un tour. Les ordonnées du diagramme supérieur ZZ sont proportionnelles aux températures successives que prend la vapeur au-dessus du piston et que l'on a calculées d'après les pressions indiquées figure 5. Celles du diagramme inférieur YY se rapportent de même au-dessous du piston. Il en résulte : 1° que la température moyenne de la zone Z et des surfaces *ff* et *ss* est égale à l'ordonnée moyenne du diagramme ZZ; 2° que celle de la zone Y et des surfaces *f'f'*, *s's'*, est égale à l'ordonnée moyenne du diagramme YY; 3° que la température moyenne des autres zones dépend de leur position relative dans le cylindre. Mais le fait ci-dessus annoncé se voit clairement. De 1 à 10, le dessous du piston communique avec le condenseur; de 10 à 20, c'est le dessus. Or la courbe ZZ entre 10 et 20 est en tous points au-dessus de la courbe YY entre 1 et 10, tant que la communication existe.

Le tracé des diagrammes ZZ, YY de la figure 3 a été fait après celui de la figure 2. Dans cette dernière, le piston est représenté dans les positions qu'il occupe à la fin de chaque temps depuis le premier jusqu'au vingtième, avec les températures de la vapeur tant au-dessus qu'au-dessous à chaque fois. Cette température est la moyenne pendant le parcours de chaque division; elle a été portée comme ordonnée du milieu de chaque division de la base de la figure 3.

Pour déterminer la température moyenne d'une zone quelconque, par exemple de la zone E pendant le tour, on inscrit dans un tableau tel que celui que nous donnons ci-après, les températures successives de cette zone dans chacun des vingt temps qui constituent la durée d'un tour; puis on prend la moyenne arithmétique des vingt nombres inscrits dans chaque colonne verticale. Ces températures moyennes sont représentées figure 4 par les ordonnées au milieu de chaque zone Z, A, B... K, Y. Le trait continu fait connaître la loi de variation de ces températures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau des données du diagramme de la figure 3 (pl. 52).

TEMPS	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	N	M	L	K	Y	TEMPS
	degrés	degrés	degrés	degrés	degrés	degrés	degrés	degrés	degrés	degrés	degrés	degrés	degrés	degrés	degrés	degrés	
1	143,3	126,0	97,8	90,0	88,0	80,6	80,6	80,6	80,6	80,6	80,6	80,6	80,6	80,6	80,6	80,6	1
2	142,8	142,8	120,0	90,0	88,0	82,2	82,2	82,2	82,2	82,2	82,2	82,2	82,2	82,2	82,2	82,2	2
3	142,2	142,2	142,2	115,0	88,0	83,0	83,3	83,3	83,3	83,3	83,3	83,3	83,3	83,3	83,3	83,3	3
4	137,8	137,8	137,8	137,8	108,7	83,0	83,9	83,9	83,9	83,9	83,9	83,9	83,9	83,9	83,9	83,9	4
5	129,4	129,4	129,4	129,4	129,4	104,5	83,9	84,4	84,4	84,4	84,4	84,4	84,4	84,4	84,4	84,4	5
6	122,8	122,8	122,8	122,8	122,8	122,8	102,7	84,4	85,0	85,0	85,0	85,0	85,0	85,0	85,0	85,0	6
7	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0	107,7	85,0	85,3	85,4	85,6	85,6	85,6	85,6	85,6	7
8	117,8	117,8	117,8	117,8	117,8	117,8	117,8	117,8	101,0	85,3	85,4	85,6	85,6	85,6	85,6	85,6	8
9	116,1	116,1	116,1	116,1	116,1	116,1	116,1	116,1	116,1	100,5	85,4	85,6	85,6	86,1	86,1	86,1	9
10	115,0	115,0	115,0	115,0	115,0	115,0	115,0	115,0	115,0	115,0	99,2	85,6	85,6	86,1	94,5	97,2	10
11	103,9	103,9	103,9	103,9	103,9	103,9	103,9	103,9	103,9	103,9	106,2	85,6	85,6	86,1	96,5	100,6	11
12	98,9	98,9	98,9	98,9	98,9	98,9	98,9	98,9	98,9	99,5	106,2	85,6	85,6	85,8	94,4	94,4	12
13	94,4	94,4	94,4	94,4	94,4	94,4	94,4	94,4	94,4	99,5	106,2	86,6	84,4	88,3	88,3	88,3	13
14	93,3	93,3	93,3	93,3	93,3	93,3	93,3	93,3	94,4	99,5	92,3	82,0	83,3	83,3	83,3	83,3	14
15	92,2	92,2	92,2	92,2	92,2	92,2	92,2	93,3	85,0	87,6	78,3	78,3	78,3	78,3	78,3	78,3	15
16	91,1	91,1	91,1	91,1	91,1	91,6	92,2	83,3	75,6	75,6	75,6	75,6	75,6	75,6	75,6	75,6	16
17	90,6	90,6	90,6	90,6	90,6	91,6	84,7	73,3	73,3	73,3	73,3	73,3	73,3	73,3	73,3	73,3	17
18	90,0	90,0	90,0	90,0	90,6	79,4	74,1	71,1	71,1	71,1	71,1	71,1	71,1	71,1	71,1	71,1	18
19	97,8	97,8	96,8	90,0	90,6	79,4	67,2	67,2	67,2	67,2	67,2	67,2	67,2	67,2	67,2	67,2	19
20	108,9	106,1	97,8	90,0	89,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	20
Sommes.	2248,3	2228,2	2167,9	2088,3	2041,2	1919,7	1850,4	1798,1	1750,3	1732,7	1704,2	1646,1	1616,2	1624,8	1649,2	1656,0	
Moyennes	112,4	111,4	108,4	104,4	102,1	96,0	92,5	89,9	87,5	86,6	85,1	80,8	80,8	81,2	82,5	82,8	

MÉTHODE DE M. DONKIN, PAR M. DWELSHAUVERS-DÉRY.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mais la détermination de la température d'une zone à chaque temps doit être faite avec certaines précautions. Tant qu'une zone est entièrement découverte, soit au-dessus, soit au-dessous du piston, sa température est celle de la vapeur qu'elle touche. Ainsi la zone E, d'après la figure 2, est à la température de la vapeur sous le piston, 80°,6 pendant le premier temps; mais dès le second temps elle commence déjà à être couverte par le piston. A partir de la fin du 5e temps, c'est-à-dire pendant les 6e, 7e, 8e... 15e temps, elle est à la température de la vapeur au-dessus du piston, comme on le voit au diagramme figure 3 et au tableau. Elle est recouverte dans le 16e temps par le piston qui monte, et elle n'est complètement découverte qu'à la fin du 19e temps, mais alors c'est avec la vapeur du dessous qu'elle est en contact, et, pendant le 20e temps, elle en prend la température, 70°,0. En résumé, il n'y a de doute que pour les temps 2, 3, 4, 5 à la descente et 16, 17, 18, 19 à la montée. Pour ceux-là, les chiffres du tableau sont encadrés et les traits du diagramme (fig. 3) sont pointillés. Le diagramme (fig. 3) fait clairement comprendre notre méthode, mais il convient de l'expliquer au moins pour l'une des zones, E par exemple (fig. 6).

Le piston prend le temps 2 et une bonne partie du temps 3 pour recouvrir cette zone. Il est assez naturel de supposer que, dans le temps 2, la température a été celle de la vapeur sous le piston 82°,2; qu'elle était de 83°, c'est-à-dire un peu inférieure à 83°,3 dès que la zone a été entièrement recouverte; qu'elle est restée telle dans le temps 4; puis, dans le temps 5, elle a passé de 83° à la température de la vapeur au-dessus du piston à la fin de ce temps 5; cette dernière est de 126°. Nous admettons donc que la température dans le temps 5 est la moyenne entre 83° et 126°, soit 104°,5.

Dans le 16e temps, la zone E se couvre à mesure que le piston remonte; sa température peut être prise égale à la moyenne de celle de la vapeur, soit 91°,6; et elle est supposée rester telle jusqu'à la fin du 17e temps. Après cela, en deux temps, à peu près, elle tombe à celle de la vapeur sous le piston, soit 68°,6. Nous supposons donc pendant les 18e et 19e temps une moyenne de 79°,4, chiffre inscrit au tableau et déduit de la figure 3.

Nous avons procédé de la même façon pour les seize zones Z, A, B... L, K, Y.

Le diagramme de la figure 4 montre que, de la zone Z la plus chaude à la zone N la plus froide, la différence de température est d'environ 33°, ce qui n'est pas négligeable. Le dessous est plus froid que le dessus, de manière qu'il doit y avoir un flux de chaleur vertical dans le sens de haut en bas aussi bien qu'un flux horizontal vers l'extérieur. Le phénomène de transmission est donc fort compliqué.

Pour un cylindre à double effet, la courbe est abaissée vers le milieu et relevée aux deux extrémités, et la différence entre la température maxima et la température minima est plus petite. Le flux vertical se fait donc dans les deux sens

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du dessous et du dessus vers le milieu, ce qui ne diminue pas la complication.

Les expériences faites par M. Donkin ont confirmé ces déductions. Dans un mémoire adressé à la Société industrielle de Mulhouse au mois d'avril dernier (1890), j'ai fait connaître le révélateur inventé par cet ingénieur distingué et qui est aux échanges de chaleur à peu près ce que l'indicateur est à la conversion de la chaleur en travail. Pour apprécier les progrès que M. Donkin a fait faire à la théorie expérimentale des machines à vapeur, la présente notice est un complément utile du précédent mémoire.

ARTS MÉCANIQUES

RAPPORT *fait par le* COLONEL GOULIER, *au nom du Comité des arts mécaniques, sur quelques* INSTRUMENTS DE DESSIN *présentés par* M. J. PILLET, *ingénieur des arts et manufactures, professeur de dessin industriel, 38, boulevard Garibaldi, à Paris.*

Les instruments présentés sont de trois espèces; on va les examiner successivement :

1° La première espèce comprend des tire-lignes à pointiller destinés, soit à être employés à la main (fig. 1), soit à être annexés aux compas, comme pièces de rechange supplémentaires. De même que les tire-lignes à pointiller du commerce, chaque appareil porte une molette à denture convenable et qui, en roulant sur le dessin, y dépose, sous forme de trait interrompu, l'encre dont les dents se sont chargées au contact d'un *encreur*. M. Pillet fait d'ailleurs remarquer que 10 ou 12 molettes, plus ou moins épaisses et à dentures diverses (fig. 2 et 3), suffisent à un dessinateur pour obtenir toutes les sortes de pointillés dont on fait usage, depuis le ponctué fin jusqu'aux gros traits en pointillés variés, par lesquels on indique les coupes. — Alors se simplifie l'outillage pourvu que les molettes puissent être montées indifféremment sur chacun des axes fixes autour desquels elles doivent tourner.

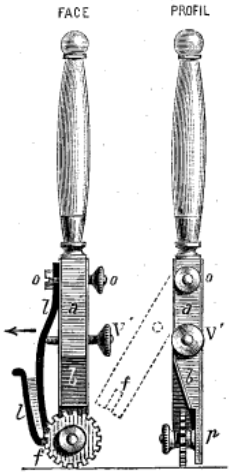


Fig. 1. — Tire-ligne à pointiller de M. Pillet.

Ordinairement, dans les tire-lignes à pointiller, l'encreur est constitué par un pinceau plein d'encre où l'on plonge la molette.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Souvent les dents de celles-ci s'y empâtent. Pour éviter ce danger, M. Pillet a constitué son encreur par une lame de ressort *l*, repliée sur elle-même (fig. 1) et portant une entaille *f* pour le passage de la molette. Tout est disposé d'ailleurs de telle sorte que l'encre soit maintenue dans le pli du ressort, comme dans un tire-lignes ordinaire, par l'effet de la capillarité, et qu'au moyen d'une vis de rappel V' on puisse amener le contour de la molette en simple contact avec la surface de l'encre dont elle se charge alors sans empâtement.

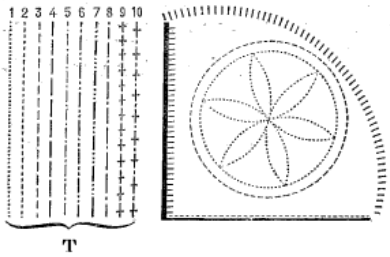


Fig. 2 et 3.
Tracés obtenus avec le tire-ligne à pointiller.

Avec ses tire-lignes, M. Pillet fait les lignes pointillées aussi bien courbes que droites (fig. 2 et 3) : il peut même, en disposant, sur un axe suffisamment long, deux ou trois molettes séparées par des rondelles, tracer simultanément plusieurs lignes pointillées parallèles; de même que, avec un tire-lignes double ordinaire, on trace des traits pleins parallèles entre eux.

2° La seconde espèce des instruments présentés est le *té-équerre*, dont la principale destination est de tracer, sur le plan d'une voie de communication, les directions de profils perpendiculaires à l'axe de cette voie; mais, ainsi que nous le verrons, ce *té* est applicable encore à la solution d'autres problèmes de géométrie pratique.

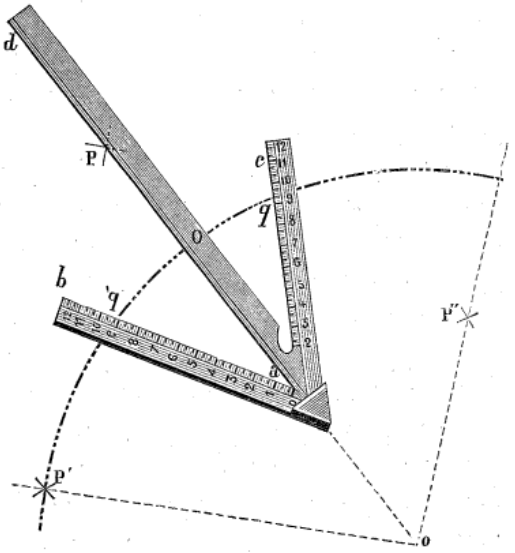


Fig. 4. — Té-équerre de M. Pillet.

Le té-équerre (fig. 4) se compose de trois règles, en buis, ayant chacune un biseau, et assemblées à *tiers-bois*, par l'une de leurs extrémités, de telle sorte que les arêtes des trois biseaux viennent de concourir en un même point *a* que nous appellerons le sommet du té; les deux règles extrêmes *ab*, *ac*, forment d'ailleurs, avec la médiane, des angles égaux entre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

eux, angles d'environ 30°. La règle médiane est plus longue de moitié que les règles extrêmes, et celles-ci portent sur leur biseau des divisions égales entre elles, et chiffrées de manière que les zéros des deux chiffraisons correspondent au sommet du té.

La règle médiane pourrait aussi porter une graduation ; mais pour son emploi ordinaire (le tracé des profils en travers), il est préférable de coller sur son biseau une bande de papier sur laquelle on trace, à l'échelle du dessin, deux divisions chiffrées, à partir d'un zéro commun. Lorsqu'on rapporte les profils, on fait correspondre ce zéro à OP′, ligne d'axe du plan.

Il résulte de cette construction que, si sur les biseaux des deux branches du té, on considère deux points q et q' ayant la même cote, ces points sont à égale distance du sommet de ce té et, par suite, constituent, avec ce sommet, un triangle isocèle dont l'apothème est représenté par le biseau de la règle médiane. Si donc on fait concorder ces deux points avec une droite ou une circonférence, figurant sur le papier la ligne d'axe d'une voie de communication, l'arête médiane représentera une normale à cet axe. Si de plus la main gauche déplace le té, sur le dessin, pour faire passer un point connu de cette ligne médiane par un point donné, soit sur l'axe comme P′, soit en dehors de lui comme P et P″, on pourra, avec la main droite, tracer le profil qui passe par ce point. Puis, à l'aide des échelles tracées sur le biseau de la règle médiane, on pourra marquer immédiatement les différents points qui ont été déterminés sur ce profil.

Fig.5

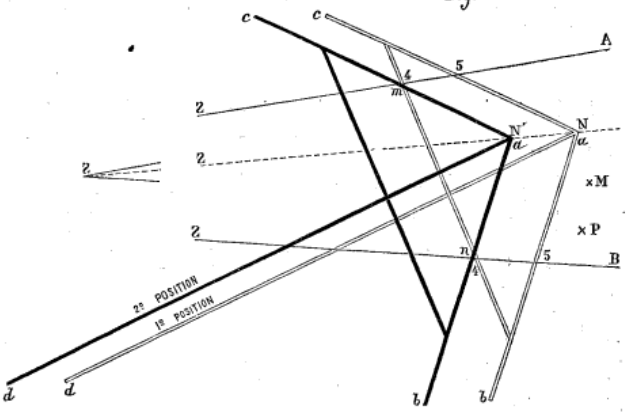


Fig. 5. — Exemple de l'emploi du Té-équerre.

Cette construction pourra d'ailleurs être simplifiée, par exemple dans le cas d'un chemin de fer, si, sur ces échelles médianes, on a marqué d'avance les points correspondant aux éléments fixes du profil (rails, banquettes, fossés, etc...).

Pour des épures au chantier, on peut tirer bon parti d'un grand té formé

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de 2 mètres et d'un double mètre assemblés ensemble par une de leurs extrémités. Mais alors il convient, pour lui donner une certaine rigidité, de le munir d'une traverse fixée vers les deux extrémités des branches du té, à égale distance de son sommet (fig. 5).

Tant dans ce cas que pour des dessins ayant des dimensions ordinaires, le té-équerre facilite l'exécution des épures dans lesquelles on a à considérer les centres de cercles de grands rayons. Car, alors même que ces centres ne sont pas accessibles, on peut y substituer, par des constructions auxiliaires, la considération de normales aux circonférences tracées, normales qui concourent aux centres inabordables, et par suite peuvent servir à les déterminer. (Voir le schéma fig. 5 et son explication p. 682, indiquant la forme de l'instrument et son application à l'un des problèmes dont il vient d'être question.)

3° Le troisième appareil présenté par M. Pillet a pour objet de tracer d'un mouvement continu les courbes du second degré. Il est basé sur les principes géométriques bien connus dans lesquels, s'il s'agit d'une ellipse, le traçoir s'appuie en le pliant sur un fil dont les extrémités sont fixées aux deux foyers; s'il s'agit d'une hyperbole, l'une des extrémités du fil est fixée à l'un des foyers pendant que l'autre est attachée en un point d'une règle-alidade qui pivote autour du second foyer. Enfin, s'il s'agit d'une parabole, l'alidade pivotante est remplacée par la règle d'un té, que la main gauche fait glisser le long d'une règle directrice, pendant que la main droite conduit le traçoir.

Ce qui distingue l'appareil de M. Pillet des appareils analogues, c'est la manière dont il y matérialise les foyers au moyen de plombs munis de pointes qui servent de pivots, et l'emploi qu'il fait d'une règle à rainures le long de laquelle il déplace le traçoir. Celui-ci d'ailleurs est monté sur un coulisseau qui glisse sur la règle et qui maintient ce traçoir dans une direction normale au plan du dessin.

Ce dispositif est ingénieux, mais comme il n'a pas encore été correctement exécuté, nous faisons toutes réserves sur les avantages qu'il peut présenter. Il est à craindre, en effet, que d'une part l'extensibilité du fil, d'autre part la difficulté de l'installation correcte de l'appareil sur le dessin ne permettent pas d'obtenir, dans le tracé des ellipses, le degré de précision dont on a besoin pour le dessin industriel. En effet, pour ce genre de dessin, toutes les fois qu'on veut reproduire des perspectives photographiques d'appareils renfermant un grand nombre de pièces faites au tour, on a à tracer

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de nombreuses ellipses souvent très voisines les unes des autres et qui, à cause de cette proximité, exigent une grande correction. Or, ce qu'il faut pour cela dans les bureaux de dessin industriel, c'est un instrument d'un emploi commode et simple et capable de cette précision (1).

Quoi qu'il en soit, les appareils que M. Pillet nous a présentés, en particulier ses tire-lignes à pointiller et son té-équerre semblent pouvoir faciliter la tâche des dessinateurs. Aussi le Comité des arts mécaniques a-t-il l'honneur de vous prier, Messieurs, de remercier M. Pillet de sa communication et d'ordonner l'insertion, dans le *Bulletin* de la Société, du présent rapport accompagné des gravures sur bois nécessaires pour son intelligence.

Signé : Colonel GOULIER, *rapporteur*.

Approuvé, en séance, le 27 *juin* 1890.

LÉGENDE DES FIGURES CORRESPONDANT AU TIRE-LIGNE A POINTILLER ET AU TÉ-ÉQUERRE DE M. PILLET.

Fig. 1. Tire-ligne.
a, b. Bâti.
V. Écrou permettant de changer la molette portant les caractères.

(1) Voici quelques indications sur les appareils qui nous sont connus :

1° Compas à ellipse décrit dans BION : *Construction et usage des instruments de mathématiques*, 3e édition. Paris, 1725 ; livre III, chapitre Ier.

2° Divers compas à ellipses, à hyperboles et à paraboles décrits dans *Geometrical Essais de* GEORGES ADAMS, planches III et XI, 4e édition. Londres, 1813.

3° Ellipsographe d'Adrien GAVARD. Instrument basé sur le principe du pantographe, et faisant partie de la collection d'instruments dont cet habile constructeur a fait don au Conservatoire des Arts et Métiers.

4° Ellipsographe de M. d'OCAGNE, ingénieur des ponts et chaussées, faisant partie des collections de l'école. De même que les ellipsographes de M. PILLET et d'autres inventeurs, cet instrument permet de tracer avec continuité la circonférence *presque entière* de l'ellipse.

5° Ellipsographe de M. E. KUENTZ, ingénieur civil. Cet inventeur demeurait, il y a une dizaine d'années, rue Pérot, 16, à Pantin-Paris.

6° Ellipsen und hyperbelzirkel von J. HORN, dans *Zeitschrift für instrumentenkunde*, 1890, page 230.

7° On trouve, dans le *Bulletin* de la Société d'Encouragement, la description d'un certain nombre de compas à ellipse ou ellipsographes (voir à cet égard les tables générales des matières de ce *Bulletin*).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l, l. Lame de ressort formant réservoir.
f. Fente du réservoir.
o. Axe de rotation de la lame de ressort.
V′ Vis réglant sa position.
P. Portée s'appuyant sur la règle ou le pistolet.
F. Sens de la marche du tire-ligne.
T. Traits pointillés les plus employés par le dessinateur.

Fig. 5. Exemple de l'emploi du *Té-équerre à traverse* pour résoudre des problèmes sur les épures faites au chantier.

Soient données deux droites SA, SB, se rencontrant en un point S, situé en dehors des limites de l'épure, et les points M, N, P : nous nous proposons de tracer des droites telles que SM, SN, SP, concourant en S.

Solution. Pour le point N.

1° On place l'instrument [1re position] de telle sorte que le sommet *a* coïncide avec N et que les deux divisions 5, 5, par exemple, coïncident avec SA, SB. On marque les points *m* et *n* où la traverse du té rencontre SA, SB.

2° On place l'instrument [2 position] de telle sorte que les 2 divisions 4, 4, par exemple, coïncident avec *m* et *n*. On marque le point N′ où se trouve le sommet *a*.

Il est facile de voir que NN′ est la droite cherchée. On opérerait de même pour M et pour P.

Nota. — Pour rendre plus clair le dessin, on a réduit l'instrument à sa forme théorique, on a exagéré l'ouverture des courtes branches, enfin on a indiqué la première position par un double trait et la seconde par un trait fort. NN′S est la droite cherchée.

ARTS CHIMIQUES

Rapport *de* M. Le Chatelier *sur un* mémoire de M. Candlot ayant trait aux propriétés des ciments.

M. Candlot a présenté à la Société d'Encouragement un mémoire sur les propriétés chimiques des ciments, qui a pour objet la question si importante de l'altération des ciments dans les travaux à la mer. Les causes immédiates de la destruction des mortiers dans l'eau de mer sont à peine entrevues, les moyens d'y remédier font absolument défaut. Si on met à part l'influence de la porosité des mortiers dont le rôle pouvait aisément être deviné *a priori*, les expériences en quantité innombrable faites sur ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sujet n'ont apporté jusqu'ici aucune lumière. M. Candlot le premier a réussi à mettre en évidence dans l'action de l'eau de mer l'intervention d'un certain nombre de phénomènes simples, de réactions chimiques déterminées.

On sait que l'action de l'eau de mer sur les ciments se manifeste de deux façons différentes; elle produit en premier lieu une diminution considérable de la rapidité de prise et occasionne ensuite une désagrégation progressive des mortiers qui ne se termine le plus souvent que par leur ruine complète.

Dans un premier mémoire, couronné antérieurement par la Société d'Encouragement, après avoir montré que des trois sels renfermés dans l'eau de la mer : *chlorure de sodium*, *chlorure de magnésium*, *sulfate de magnésie*, le premier n'exerce aucune action, M. Candlot avait établi que les sels de magnésie n'agissent qu'après s'être transformés en sels de chaux correspondants et avait étudié avec grand soin l'influence du chlorure de calcium ainsi produit. Il avait été amené à reconnaître que, tandis que les solutions faibles de ce sel à 20 grammes par litre ralentissent la prise comme le fait l'eau de mer, les solutions concentrées à 300 grammes produisent au contraire une accélération considérable. Ces diverses propriétés du chlorure de calcium ont été l'objet d'applications intéressantes.

Dans son nouveau travail, M. Candlot continue à approfondir l'action du chlorure de calcium et étudie en outre le rôle du sulfate de chaux qui se produit dans le mortier aux dépens du sulfate de magnésie des eaux de la mer. En ce qui concerne le premier de ces sels, il établit que si les solutions faibles de chlorure ralentissent la prise, c'est qu'elles s'opposent à la dissolution de l'alumine des aluminates de chaux. On peut supposer que le chlorure de calcium décompose l'aluminate en s'emparant de la chaux pour former de l'oxychlorure de calcium qui reste en dissolution. Les solutions concentrées de chlorure augmentent, au contraire, considérablement la solubilité des aluminates et même des ferrites. Avec une dissolution à 300 grammes par litre, on peut dissoudre jusqu'à 25 grammes d'alumine par litre, tandis qu'en présence de l'eau pure on ne dépasse pas 1 gramme. Cet accroissement de solubilité de l'alumine, cause directe de l'accélération de prise, résulte de la formation d'un chloro-aluminate de chaux qui a été entrevu par M. Candlot, mais n'a pu être analysé d'une façon précise. Ce sel n'est stable qu'en présence de la solution concentrée de chlorure qui imbibe les cristaux et empêche de les isoler à l'état de pureté.

Ces faits intéressants et entièrement nouveaux ne sont pas sans présenter d'analogies en chimie. On sait que le chlorure de plomb, peu soluble dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'eau, est complètement insoluble dans les dissolutions faibles d'acide chlorhydrique et devient au contraire très soluble dans les solutions concentrées de cet acide. De même que pour le chlorure de calcium, l'acide chlorhydrique en excès donne avec le chlorure de plomb une combinaison très soluble, mais stable seulement dans les dissolutions concentrées. A petite dose, au contraire, cet acide diminue la solubilité du chlorure de plomb en s'emparant de l'eau de la dissolution pour former un hydrate qui ne dissout plus le chlorure de plomb.

Après avoir ainsi élucidé d'une façon complète le rôle du chlorure de calcium, M. Candlot s'est préoccupé de l'action plus importante encore du sulfate de chaux. Il a reconnu que ce sel formait avec l'aluminate de chaux une combinaison parfaitement cristallisée et fortement hydratée dont la composition peut être représenté par la formule :

$$Al^2O^3, 3CaO + 2,5\ (CaO,SO^3) + 6O,HO$$

Les propriétés de ce sel double, les conditions de sa décomposition étudiées par M. Candlot donnent l'explication immédiate de l'influence du sulfate de chaux sur la prise et le durcissement des ciments. Elles permettront sans doute de jeter un certain jour sur le mécanisme de la désagrégation des ciments à l'eau de mer. Les cristallisation et destruction alternatives de ce composé peuvent être la cause directe du fendillement qui amène la ruine des mortiers; la désagrégation se produirait par un mécanisme analogue à celui qui est réalisé dans l'essai au sulfate de soude des pierres gélives qui sont détruites par les cristallisations répétées de ce sel.

Le mémoire de M. Candlot est rempli de tableaux numériques, de résultats d'expériences du plus haut intérêt qui ne sauraient être résumés en quelques lignes; ce travail fait avancer d'une façon incontestable une question restée jusqu'ici stationnaire et sera le point de départ nécessaire de toutes nouvelles recherches faites sur le même sujet. Votre Comité des arts chimiques vous propose en conséquence d'insérer ce mémoire *in extenso* dans le *Bulletin* de la Société d'Encouragement et d'envoyer toutes vos félicitations à son auteur.

Signé : Le Chatelier, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 11 *juillet* 1890.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS CHIMIQUES

SUR LES PROPRIÉTÉS DES PRODUITS HYDRAULIQUES. — RÔLE DU CHLORURE DE CALCIUM ET DU SULFATE DE CHAUX SUR LA PRISE ET LE DURCISSEMENT DES MORTIERS, PAR M. CANDLOT.

L'action de l'eau de mer sur les mortiers a toujours été, de la part des savants qui se sont occupés des produits hydrauliques, l'objet de nombreuses recherches. L'importance d'assurer la conservation des travaux exécutés à la mer était bien faite d'ailleurs pour attirer l'attention sur cette question.

Dans la pratique, l'examen attentif des faits a conduit à des résultats importants et l'on sait maintenant quelles sont les conditions dans lesquelles le mortier a le plus de probabilités de se conserver intact.

Mais on n'a pas encore réussi à approfondir le rôle de l'eau de mer et à connaître d'une manière précise les causes qui interviennent soit au moment de la prise, soit pour déterminer la destruction des mortiers. Tout ce que l'on sait actuellement, et Vicat a été le premier à le montrer, c'est que le sulfate de magnésie contenu dans l'eau de mer attaque la chaux des mortiers en se transformant en sulfate de chaux et la magnésie est précipitée. On a admis que le sulfate de chaux formé pouvait cristalliser et produire ainsi le gonflement et la ruine des mortiers : mais cette hypothèse n'a pas encore été confirmée par un fait positif.

Toutes les recherches faites sur ce sujet peuvent, par conséquent, présenter de l'intérêt ; c'est à ce titre que nous exposons les résultats que nous avons pu obtenir jusqu'à présent et qui pourront servir soit à poursuivre des investigations plus complètes, soit à fournir quelques applications pratiques, soit enfin à donner l'explication de certains faits encore peu connus.

Après avoir examiné l'action de chacun des sels qui entrent dans la composition de l'eau de mer sur le ciment, nous avons reconnu que deux de ces sels seulement avaient un rôle important : le sulfate de magnésie et le chlorure de magnésium ; nous nous sommes assurés que le chlorure de sodium n'avait aucune action.

Partant de ce fait que le chlorure de magnésium et le sulfate de magnésie se transforment, en présence de la chaux des mortiers, le premier en chlorure de calcium, le second en sulfate de chaux, nous avons étudié spécialement chacun de ces deux sels.

I. **Rôle du chlorure de calcium.** — Nous rappellerons brièvement, en les complétant par les nouveaux résultats acquis, les données que nous avons exposées

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans une note publiée en 1888 sur le rôle du chlorure de calcium (*Annales de la construction*).

1° *Solutions faibles de* CaCl. — L'emploi pour le gâchage des ciments de solutions contenant de faibles quantités de chlorure de calcium, depuis quelques grammes jusqu'à 40 à 50 grammes par litre, procure un ralentissement plus ou moins considérable de la prise. Avec des solutions plus riches, de 100 à 400 grammes par litre, on obtient au contraire des prises plus rapides. Exemple :

Solution de chlorure de calcium	Durée de prise du ciment pur.	
En grammes par litre.	Échantillon n° 1.	Échantillon n° 2.
2	5′	1h,0
5	8′	10h,0
10	18′	10h,0
20	1h,00	12h,0
40	4h,35′	8h,0
60	3h,20′	6h,20′
100	3′	20′
200	3′	9′
300	2′	8′

Quand on gâche un mortier de ciment avec une solution faible de CaCl, la résistance du mortier, surtout quand il est conservé à l'air, est sensiblement augmentée.

En ce qui concerne les phénomènes de prise, nous n'avons eu depuis qu'à vérifier ce que nous avions avancé.

Les mortiers gâchés avec des solutions de CaCl à 10, 30 et 50gr par litre, dont nous n'avions alors que les résultats au bout de 3 mois, ont été essayés maintenant jusqu'à 2 ans et les résistances qui ont été constatées sont venues confirmer pleinement les premiers résultats obtenus. Tous les mortiers sont composés de 1 partie de ciment pour 3 de sable normal, en poids.

La première série d'essais, dans laquelle les briquettes sont restées constamment à l'air, a donné les résistances suivantes :

Résistance à la traction par centimètre carré.

	7 jours.	28 jours.	3 mois.	1 an.	2 ans.
Mortier gâché à l'eau douce :	11k,6	15k,7	22k,5	29k,7	39k,5
Mortier gâché avec une solution de CaCl à 20 gr. par litre. .	15k,4	20k,5	29k,9	43k,7	51k,4

(Densité des éprouvettes : 2,02.)

Dans une deuxième série comprenant 7 échantillons de ciment de diverses provenances, les briquettes de mortiers, 24 heures après leur confection, ont été immergées pendant 2 jours, puis elles ont été conservées à l'air. On a employé

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des solutions de CaCl à 10, 20 et 50 grammes par litre. Voici les résultats moyens :

Résistance à la traction par centimètre carré.

		7 jours.	28 jours.	3 mois.	1 an.	2 ans.
Mortier gâché à l'eau douce :		9k,8	17k,8	24k,8	37k,6	46k,4
Mortier gâché avec une solution de CaCl contenant par litre . .	10 gr.	12k,1	21k,8	29k,5	45k,9	54k,4
	20 gr.	13k,0	22k,8	30k,0	44k,7	52k,3
	50 gr.	13k,2	23k,8	29k,3	48k,8	62k,7

(Densité des éprouvette : 2,05.)

Une troisième série de mortiers a été faite avec trois échantillons de ciment ; les briquettes, au lieu d'être comprimées fortement, comme cela avait été fait pour les essais précédents, ont été gâchées à la consistance ordinaire du chantier.

Résistance à la traction par centimètre carré.

		7 jours.	28 jours.	3 mois.	1 an.	2 ans.
Mortier gâché à l'eau douce :		6k,8	12k,7	20k,0	29k,8	37k,5
Mortier gâché avec une solution de CaCl contenant par litre . .	10 gr.	7k,5	13k,5	21k,0	37k,4	49k,8
	20 gr.	10k,5	16k,8	26k,2	41k,8	49k,6

(Densité des éprouvettes : 1,93.)

Enfin une dernière série comprenait 11 échantillons de ciment ; le mortier avait été comprimé fortement.

Résistance à la traction par centimètre carré.

	7 jours.	28 jours.	3 mois.	1 an.	2 ans.
Mortier gâché à l'eau douce :	11k,0	19k,0	28k,8	42k,2	47k,9
Mortier gâché avec une solution de CaCl à 20 gr. par litre. .	14k,0	24k,6	35k,7	48k,7	53k,8

(Densité des éprouvettes : 2,05.)

Des essais à la compression ont été exécutés sur 6 échantillons de ciment et on a obtenu, en moyenne, les chiffres suivants :

Résistance à la compression par centimètre carré.

	7 jours.	28 jours.	3 mois.	1 an.	2 ans.
Mortier gâché à l'eau douce :	114k,5	167k,5	165k,3	221k,4	266k,7
Mortier gâché avec une solution de CaCl à 20 gr. par litre. .	157k,1	226k,2	201k,6	270k,0	320k,0

(Densité des éprouvettes : 2,10).

Pour expliquer l'influence des solutions faibles de CaCl sur la prise, nous avions été amené à examiner si la dissolution des sels qui se forment pendant la prise était moins rapide dans ces solutions que dans l'eau pure. Nous partions de ce principe que la cristallisation qui accompagne la prise de tous les corps

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

durcissant dans l'eau résulte de la production préalable d'une dissolution sursaturée et que la solubilité des corps mis à durcir au contact de l'eau influe sur la rapidité de la cristallisation et par suite sur celle de la prise.

Nous avons vérifié que la chaux se dissout beaucoup moins dans une solution faible de chlorure que dans l'eau pure. Nous en avions conclu, par analogie, que les sels qui concourent à la prise et au durcissement devaient également se dissoudre moins facilement dans la solution de chlorure. Depuis, nous avons reconnu l'exactitude de cette hypothèse en opérant sur de l'aluminate de chaux et sur des ciments alumineux.

Vingt grammes d'aluminate de chaux Al^2O^3,1,5CaO, finement pulvérisés, ont été délayés dans 300 centimètres cubes d'eau distillée; de temps en temps on a prélevé la moitié du liquide qui a été remplacé à chaque fois par de l'eau distillée; dans le liquide clair on a dosé la chaux et l'alumine en dissolution (1). La même opération a été répétée, mais au lieu d'eau distillée on a employé une solution de CaCl à 30 grammes par litre. Voici les résultats de ces essais :

	TEMPS ÉCOULÉ depuis le commencement de l'expérience.	EAU DISTILLÉE.		CaCl 30 GR. PAR LITRE.	
		CHAUX par litre.	ALUMINE par litre.	CHAUX par litre.	ALUMINE par litre.
		grammes.	grammes.	grammes.	grammes.
1er essai. . . .	10 minutes.	0,649	0,850	0,147	0,090
2e — . . .	4 heures.	0,649	0,980	0,354	0,500
3e — . . .	24 —	0,324	0,300	0,206	0,460
4e — . . .	36 —	0,309	0,230	0,118	0,200
5e — . . .	10 jours.	0,395	0,220	0,091	0,012
6e — . . .	22 —	0,366	0,210	0,061	0,110
7e — . . .	1 mois.	0,366	0,240	0,061	0,080
8e — . . .	2 —	0,310	0,190	0,040	0,090
9e — . . .	3 —	0,278	0,260	0,031	0,080
10e — . . .	5 —	0,334	0,240	0,030	0,060

Comme on le voit, la dissolution de l'aluminate est beaucoup moins importante dans la solution de chlorure que dans l'eau pure. La prise des ciments étant due principalement à la formation de l'aluminate hydraté Al^2O^3, 4CaO, 12HO, le retard de la prise, quand on emploie une solution faible de CaCl pour le gâchage s'explique ainsi parfaitement.

Quand on agite du ciment à prise rapide, tel que le Vassy, avec un grand excès de solution faible de CaCl, il ne se produit pas du tout de prise; tandis qu'avec un ciment Portland, par exemple, la prise se produit toujours, aussi grande que soit la quantité de liquide dans lequel on a délayé le ciment. En

(1) On a dosé la chaux par une liqueur titrée; l'alumine a été dosée au poids.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

répétant l'expérience précédente avec du ciment à prise rapide (Grenoble), on a obtenu les résultats ci-dessous :

	TEMPS ÉCOULÉ depuis le commencement de l'expérience.	EAU DISTILLÉE.		CaCl 30 GR. PAR LITRE.	
		CHAUX par litre.	ALUMINE par litre.	CHAUX par litre.	ALUMINE par litre.
		grammes.	grammes.	grammes.	grammes.
1er essai. . . .	5 minutes.	0,304	0,130	0,304	»
2e —	6 heures.	0,273	0,240	0,212	»
3e —	24 —	0,304	0,150	0,076	»
4e —	3 jours.	0,197	»	0,030	»
5e —	7 —	0,212	»	0,015	»
6e —	10 —	0,136	»	0,030	»
7e —	13 —	0,152	»	0,060	»
8e —	15 —	0,121	»	0,030	»
9e —	20 —	0,121	»	0,045	»
10e —	25 —	0,100	»	0,024	»
11e —	30 —	0,091	»	0,030	»
12e —	31 —	0,091	»	0,015	»
13e —	35 —	0,091	»	0,030	»
14e —	40 —	0,076	»	0,015	»
15e —	45 —	0,076	»	0,015	»

Avec un ciment exclusivement siliceux (grappiers du Teil), les résultats ont été les suivants :

	TEMPS ÉCOULÉ depuis le commencement de l'expérience.	EAU DISTILLÉE. — CHAUX PAR LITRE.	CaCl 30gr PAR LITRE. — CHAUX PAR LITRE.
		grammes.	grammes.
1er essai.	10 minutes.	1,239	1,047
2e —	6 heures.	1,121	1,003
3e —	10 jours.	1,563	1,209
4e —	4 semaines.	1,337	1,185
5e —	8 —	1,494	1,159
6e —	12 —	1,372	1,128
7e —	16 —	1,281	1,021
8e —	18 —	1,178	0,961
9e —	20 —	1,116	0,961
10e —	21 —	1,069	0,899
11e —	22 —	0,992	0,808
12e —	23 —	0,790	0,660
20e —	24 —	0,868	0,620
27e —	26 —	0,805	0,653

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ainsi la solution faible de chlorure empêche à peu près complètement la dissolution de l'aluminate de chaux, mais elle ne paraît pas avoir d'action bien sensible sur le silicate de chaux.

On peut en conclure que, dans les ciments prompts, tels que le ciment de Vassy, de Grenoble, etc., la prise et le durcissement, pendant les premiers temps tout au moins, est due exclusivement à l'aluminate de chaux puisque ces ciments ne durcissent pas du tout quand ils sont gâchés avec un grand excès de la solution faible de chlorure de calcium; dans le ciment Portland, l'élément prédominant est le silicate de chaux et l'aluminate de chaux intervient uniquement au moment de la prise.

Le ciment prompt gâché en pâte ferme avec une solution de chlorure à 30 ou 50 grammes par litre, prend à peu près aussi vite que s'il était gâché avec de l'eau pure, tandis que la même solution retarde considérablement la prise du Portland. C'est que, dans le premier cas, la proportion d'aluminate de chaux est très grande, et le chlorure de calcium se trouve en trop faible quantité pour que son action soit appréciable. Si, au contraire, c'est le chlorure qui se trouve en grand excès en présence de l'aluminate, celui-ci ne se dissout pas et ne peut pas cristalliser. C'est pourquoi, avec la même solution de chlorure, on n'obtient aucune prise avec le ciment de Vassy si, au lieu de le gâcher en pâte ferme, on le délaye en bouillie claire. Dans tous les phénomènes de prise, il faut tenir compte de cette question de prépondérance des éléments en présence qui joue un rôle très important.

Nous avons constaté en outre que les solutions faibles de CaCl possèdent la propriété d'empêcher le gonflement des ciments qui contiennent un excès de chaux. De pareils ciments qui, à l'eau douce ou à l'eau de mer, se fendillent, gonflent et sont rapidement détruits, résistent très bien et n'éprouvent aucune décomposition quand on opère le gâchage avec une solution de CaCl. La teneur en CaCl par litre doit atteindre 40 à 60 grammes pour que l'effet soit complet.

On pourrait croire que cette action du chlorure provient de ce que, la prise étant beaucoup plus lente, la chaux libre a le temps de s'éteindre avant que le mortier n'ait commencé à durcir. Mais il n'en est rien; nous avons essayé de ralentir la prise par d'autres moyens, en regâchant le mortier, par exemple, une fois la première prise faite; il reprend ensuite très lentement et le gonflement dû à l'hydratation tardive de la chaux libre se produit de la même manière.

L'action de la solution faible de CaCl est due à la propriété qu'elle possède de déterminer l'extinction rapide de la chaux vive, quelle que soit la température à laquelle elle ait été portée. Quand une chaux grasse contient quelques centièmes de silice, d'alumine et d'oxyde de fer, elle est susceptible d'éprouver un commencement de fusion quand on lui fait subir une cuisson très intense; une pareille chaux, mise en contact avec l'eau pure, s'hydrate avec une lenteur extrême; en morceaux, elle peut rester plusieurs jours sans qu'il se produise de commencement d'ex-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tinction; réduite en poudre fine et gâchée avec de l'eau pure, elle ne s'éteint qu'au bout de un ou deux jours et en gonflant beaucoup.

Si, au contraire, on gâche cette chaux pulvérisée avec une solution faible de CaCl, on observe au bout de quelques minutes une élévation de température qui devient bientôt considérable et en peu de temps l'extinction est complète. Un ciment contenant une proportion exagérée de chaux se trouve dans des conditions identiques à celles de la chaux surcuite et l'influence des solutions faibles de CaCl sur des ciments de cette nature se trouve ainsi expliquée.

Nous avons examiné si le même fait se présentait avec d'autres sels tels que le chlorure de sodium, le sulfate de magnésie, le sulfate de chaux, l'eau de mer. Mais ces solutions ne donnent pas de résultats différents de l'eau douce. Voici les expériences qui ont été faites à ce sujet :

Le poids de chaux employé pour chaque essai a été de 50 grammes et la quantité liquide dans laquelle on a délayé la poudre était de 20 c. c.

1° Gâchage avec de l'eau distillée.

Température initiale.	18°
— après 5′.	19°
— — 10′.	20°
— — 15′.	25°
— — 20′.	25°

La température reste stationnaire pendant quelque temps, puis elle revient à 20°; l'extinction n'est complète qu'au bout de 48 heures environ.

2° Gâchage avec une solution de sulfate de magnésie à 6 grammes par litre.

Température initiale.	21°
— après 5′.	22°
— — 10′.	25°
— — 15′.	26°
— — 25′.	27°
— — 40′.	26°
— — 45′.	25°

Même observation que ci-dessus.

3° Gâchage avec une solution de sulfate de magnésie à 50 grammes par litre.

Température initiale.	18°
— après 5′.	22°
— — 10′.	24°
— — 20′.	25°,5
— — 30′.	26°
— — 40′.	25°

Même observation que ci-dessus.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

4° Gâchage avec une solution de chlorure de sodium à 30 grammes par litre.

Température initiale		20°
—	après 10′	24°
—	— 15′	25°
—	— 25′	26°
—	— 40′	25°

Même observation que ci-dessus.

5° Gâchage à l'eau distillée, la chaux ayant été mélangée préalablement avec 10 p. 100 de sulfate de chaux.

Température initiale		21°
—	après 10′	23°
—	— 15′	24°
—	— 25′	25°
—	— 35′	27°
—	— 50′	25°

Même observation que ci-dessus.

6° Gâchage à l'eau de mer.

Température initiale		21°
—	après 5′	22°
—	— 10′	22°,5
—	— 15′	24°
—	— 20′	25°
—	— 25′	25°
—	— 35′	24°,5
—	— 45′	24°

Même observation que ci-dessus.

7° Gâchage avec une solution de CaCl à 5 grammes par litre.

Température initiale		18°
—	après 5′	18°
—	— 10′	18°,5
—	— 20′	21°
—	— 30′	24°
—	— 40′	25°
—	— 50′	26°
—	— 60′	25°

Même observation que ci-dessus.

8° Gâchage avec une solution de CaCl à 30 grammes par litre.

Température initiale		18°
—	après 5′	19°
—	— 10′	21°
—	— 15′	35°
—	— 20′	90°
—	— 25′	98°
—	— 30′	90°

L'extinction est complète.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

9° Gâchage avec une solution de CaCl à 60 grammes par litre.

Température initiale		18°
—	après 5′	19°
—	— 10′	24°
—	— 15′	90°
—	— 20′	98°
—	— 25′	99°
—	— 30′	95°

L'extinction est complète.

Cette propriété remarquable du chlorure de calcium rend bien compte de son action sur les ciments contenant un excès de chaux; évidemment ces ciments doivent être absolument proscrits, mais quand un contrôle sévère n'est pas possible, l'emploi du chlorure donne une sécurité qui n'est certainement pas le moindre des avantages qu'il possède.

Avec une solution concentrée, on aurait un résultat absolument différent, car la formation de l'oxychlorure empêche l'extinction de la chaux; un ciment contenant un excès de chaux, gâché avec une solution de CaCl à 300 grammes par litre prend très rapidement et par la suite il gonfle et se désagrège.

2° *Solutions concentrées de chlorure de calcium.* — Le ciment Portland, dont la prise est beaucoup retardée par l'emploi d'une solution faible de CaCl, prend au contraire très rapidement quand la solution de chlorure est concentrée, c'est-à-dire quand elle renferme 100 à 400 grammes de ce sel par litre.

Les essais de prise qui ont été exposés plus haut mettent ce fait en évidence. Tandis que la solution à 20-40 grammes procure un ralentissement de prise de plusieurs heures, on arrive, avec la solution à 300 grammes, à obtenir une prise de quelques minutes.

Non seulement la prise se produit rapidement, mais le mortier durcit aussi très vite et acquiert en peu de temps une grande résistance.

Voici un exemple des résultats que l'on peut obtenir avec un ciment de fabrication récente (ce qui est, comme nous le verrons, une condition indispensable), gâché avec une solution de CaCl à 32° Baumé (380 grammes par litre).

Résistance par cent. carré.	à la traction	à la compression.
Au bout de 1 heure.	5k,0	67k,0
— 6 heures.	16 ,0	127 ,5
— 48 heures.	41 ,0	200 ,0
— 7 jours.	48 ,5	235 ,5
— 28 jours.	50 ,0	325 ,0
— 1 an.	57 ,0	460 ,0

Le même ciment gâché avec de l'eau douce a donné :

Résistance par cent. carré.	à la traction	à la compression.
Au bout de 48 heures.	12k,2	109k,5
— 7 jours.	25 ,9	128 ,3

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Au bout de 28 jours.	36 ,1	313 ,0
— 1 an.	52 ,0	470 ,0

Si, au lieu de ciment frais, ou tout au moins absolument garanti du contact de l'air humide, on emploie du ciment de fabrication ancienne et ayant absorbé une certaine quantité d'humidité, les choses se passent tout différemment. La prise est lente et dans certains cas le ciment gonfle et se désagrège au bout de quelques heures. La résistance dans tous les cas est peu importante.

Quand un ciment frais est gâché avec une solution à 300-400 grammes de CaCl par litre, il se manifeste au moment de la prise une forte élévation de température. Avec un ciment éventé il n'y a, au contraire, aucun échauffement.

Nous allons voir que ces divers phénomènes sont encore dus à l'action du chlorure de calcium sur l'aluminate de chaux.

En examinant ce qui se passe quand on agite de l'aluminate de chaux anhydre dans une solution concentrée de CaCl 200 à 400 grammes par litre, nous avons reconnu que, au contraire de la solution faible dans laquelle il se dissout très peu d'alumine, la quantité d'alumine qui entre en dissolution est très importante. Ainsi, dans une expérience, nous avons obtenu les résultats suivants :

	MATIÈRES EN DISSOLUTION POUR UN LITRE DE LIQUEUR (1).	
	CHAUX.	ALUMINE.
	grammes.	grammes.
1er essai	1,216	»
2e —	5,228	15,00
3e —	5,532	15,66
4e —	4,256	12,20
5e —	4,574	11,76
6e —	3,744	7,20
7e —	1,240	3,76
8e —	1,140	2,45

(1) 20 grammes d'aluminate dans 300 centimètres cubes de solution de CaCl à 300 grammes par litre.

Dans une autre expérience, l'aluminate avait été plus finement pulvérisé; on a constaté les quantités suivantes d'alumine et de chaux dans la liqueur claire (voir le tableau, p. 695).

L'aluminate de chaux gâché en pâte ferme avec la solution concentrée de CaCl prend assez rapidement et devient extrêmement dur. L'aluminate de chaux se trouve-t-il simplement dissous dans le chlorure; et comme la dissolution est très fortement sursaturée, est-ce à ce fait qu'il faut attribuer la prise et le durcisse-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment rapide? ou bien l'aluminate de chaux entre-t-il en combinaison avec le chlorure? Cette hypothèse paraît vraisemblable, car l'aluminate ou le ciment gâchés avec le chlorure peuvent être immergés après quelques heures ou rester exposés à l'humidité sans se désagréger; un ciment déjà pris qui se trouve imprégné de chlorure concentré et dans lequel il ne peut se former que de l'oxychlorure gonfle au contraire et se désagrège. Mais nous n'avons pas réussi jusqu'à isoler ce sel; la solution contenant en dissolution l'alumine, après avoir été suffisamment concentrée, se prend en masse et les cristaux paraissent nets et transparents, mais après plusieurs analyses nous n'avons pas reconnu à ces cristaux une composition définie.

	MATIÈRES EN DISSOLUTION POUR UN LITRE DE LIQUEUR.	
	CHAUX.	ALUMINE.
	grammes.	grammes.
1er essai.	1,362	3,700
2e —	5,472	13,800
3e —	7,704	24,200
4e —	10,336	26,600
5e —	7,900	18,000

Quand on ajoute à la liqueur une grande quantité d'eau, l'aluminate de chaux se précipite complètement.

En agitant du ciment frais dans une solution concentrée de CaCl, on observe qu'il se dissout non seulement de l'alumine, mais aussi de l'oxyde de fer. L'alumine se dissout d'abord en assez grande quantité, puis c'est l'oxyde de fer qui se dissout à son tour et finalement il ne reste plus que celui-ci en dissolution avec des traces d'alumine.

Enfin, selon le degré de cuisson du ciment, la chaux, l'alumine et l'oxyde de fer se dissolvent également d'une façon différente, comme le feront voir les expériences suivantes (voir le tableau, p. 696).

La différence de vitesse de dissolution de l'alumine et de l'oxyde de fer indiquerait bien que le ciment Portland renferme de l'aluminate et du ferrite de chaux, et que ces deux sels existent en plus grande proportion dans le ciment peu cuit que dans le ciment de cuisson normale.

Avec une solution contenant 450 grammes de CaCl par litre, on a observé, avec un ciment peu cuit, une dissolution de chaux s'élevant à 18gr,84 par litre et 8gr,20 pour l'alumine.

Quand on agite du ciment dans une solution de CaCl et que l'on filtre après

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quelques minutes, le liquide filtré se trouble au bout de très peu de temps et il se forme un précipité assez abondant dans lequel on aperçoit des cristaux volumineux. Ce sont des cristaux d'oxychlorure de calcium, l'aluminate et le ferrite restent en dissolution. Le précipité est d'autant plus abondant que le ciment est moins cuit. Avec le ciment très cuit, il ne se produit qu'un léger trouble; avec l'aluminate anhydre, le liquide filtré reste tout à fait clair.

	MATIÈRES EN DISSOLUTION POUR UN LITRE DE LIQUEUR (1).		
	CaO.	Al^2O^3.	Fe^2O^3.
1° CIMENT CUIT NORMALEMENT. — ROCHES NOIRES			
Après 3 minutes.	3gr,648	2gr,130	0gr,370
— 30 minutes.	3 ,800	1 ,530	0 ,570
— 60 minutes.	3 ,800	0 ,650	1 ,150
— 24 heures.	2 ,120	0 ,160	0 ,940
2° CIMENT IMPARFAITEMENT CUIT. — ROCHES GRISES			
Après 3 minutes.	9gr,120	2gr,180	0gr,420
— 30 minutes.	7 ,290	2 ,020	0 ,780
— 60 minutes.	6 ,384	1 ,560	0 ,940
— 6 heures.	4 ,251	0 ,860	0 ,740
— 24 heures.	2 ,584	0 ,160	0 ,740
3° INCUIT JAUNE			
Après 3 minutes.	14gr,590	5gr,600	0gr,600
— 30 minutes.	15 ,200	4 ,400	2 ,500
— 60 minutes.	11 ,850	3 ,260	2 ,500
— 24 heures.	4 ,560	0 ,500	1 ,600

(1) 50 grammes de ciment dans 150 centimètres cubes de CaCl à 300 grammes par litre.

Quand on étend d'eau la liqueur contenant en dissolution l'aluminate et le ferrite de chaux, ces deux sels se déposent en formant un précipité blanc, floconneux et tellement abondant, avec les ciments peu cuits surtout, que la liqueur devient pâteuse. Ce précipité filtré et abandonné à l'air devient bientôt brun par suite de la décomposition du ferrite de chaux par l'acide carbonique.

Les expériences qui précèdent paraissent indiquer que dans les ciments peu cuits l'aluminate de chaux est très basique, le chlorure de calcium le décompose et c'est pour cela qu'il se produit de l'oxychlorure. Avec les ciments très cuits,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on remarque que les quantités de chaux et d'alumine en dissolution correspondent à peu près à la formule Al^2O^3 Ca O. Ainsi, dans une première expérience faite au mois de mai 1889, nous avions trouvé :

	CaO.	Al^2O^3.	Fe^2O^3.
Après 10 minutes.	3gr,846	2gr,626	0gr,334
— 12 heures.	3 ,428	0 ,072	0 ,668
— 1 mois.	2 ,196	0 ,060	0 ,230

Quand on gâche le ciment frais avec une solution concentrée de CaCl, on observe un échauffement d'autant plus élevé que le ciment est moins cuit; tandis qu'avec un ciment peu cuit la température s'élève brusquement pour revenir ensuite à la normale, l'élévation est plus lente avec un ciment très cuit et elle reste longtemps stationnaire avant de redescendre. Voici les observations qui ont été faites sur trois échantillons de ciment à des degrés différents de cuisson :

100 grammes ciment gâchés avec 30 centimètres cubes, solution de CaCl à 30° Baumé :

1° Incuits jaunes.

Température initiale.	18°
— après 2′.	68°
— — 4′.	70°
— — 6′.	68°
— — 10′.	50°
— — 20′.	40°

Ciment imparfaitement cuit. Roches grises.

Température initiale.	19°
— après 2′.	36°
— — 4′.	38°
— — 6′.	38°
— — 8′.	38°
— — 10′.	37°
— — 12′.	36°,5
— — 14′.	36°
— — 20′.	30°

3° Ciment cuit normalement. Roches noires.

Température initiale.	20°
— après 2′.	33°
— — 4′.	36°
— — 6′.	36°
— — 8′.	36°
— — 10′.	36°
— — 12′.	36°
— — 14.	36°
— — 16.	35°,5
— — 20′.	35°

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le durcissement rapide du ciment gâché avec la solution concentrée de CaCl est dû sans doute, non seulement à cette attaque énergique de l'aluminate, mais aussi à ce que le silicate de chaux, sous l'influence de la température élevée de la masse, fait prise à son tour et contribue au durcissement. Le mortier se trouve dans les mêmes conditions que s'il était placé dans l'eau chaude. Un ciment peu cuit, dans lequel la quantité d'aluminate de chaux susceptible d'entrer en résolution est relativement élevée, n'atteint pas une aussi grande dureté que le ciment très cuit, quand le gâchage se fait avec la solution concentrée de CaCl.

Nous avons dit que l'action du chlorure était très différente quand le ciment était éventé; le mortier prend lentement, le durcissement est faible et on observe souvent un gonflement qui peut être suivi de la désagrégation de toute la masse.

Pour nous rendre compte du rôle du chlorure de calcium dans ce cas particulier, nous avons agité 20 grammes de ciment éventé dans 300 centimètres cubes de solution de CaCl à 30° Baumé, et dans un échantillon de la liqueur prélevé de temps en temps on a dosé la chaux, l'alumine et l'oxyde de fer; on a suivi ainsi, comme on l'avait fait pour le ciment frais, l'allure de la dissolution des sels dans la solution de chlorure. Voici les résultats de cet essai :

	MATIÈRES EN DISSOLUTION POUR UN LITRE DE LIQUEUR (1).		
	CaO.	Al^2O^3.	Fe^2O^3.
Après 10 minutes.	0gr,728	»	»
— 6 heures.	1 ,092	0gr,090	0gr,110
— 24 heures.	1 ,458	0 ,030	0 ,230
— 1 mois.	2 ,155	0 ,030	0 ,230
— 2 mois.	2 ,074	0gr,280	
— 3 mois.	1 ,550	0 ,160	
— 1 an.	1 ,520	traces.	

(1) A la fin de l'expérience, le ciment contenu dans le flacon présentait l'aspect d'une masse blanche, floconneuse, remplissant presque entièrement le récipient. Cela se produit aussi avec le ciment frais, mais bien plus rapidement.

Ainsi la dissolution de l'alumine est presque nulle; celle de l'oxyde de fer, moins élevée qu'avec le ciment frais, est encore assez importante.

Nous avons répété cette expérience sur d'autres échantillons de ciment et nous avons trouvé des résultats analogues. Nous ne donnerons que les deux essais suivants exécutés sur des ciments imparfaitement cuits (voir le tableau, p. 699).

Avec un ciment éventé, il n'y a donc plus formation de dissolution sur-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

saturée, par conséquent plus d'élévation de température et la prise ne peut pas se produire rapidement. Le gonflement peut provenir de la formation lente d'oxychlorure, ou bien, s'il existe une combinaison de l'aluminate de chaux ou du ferrite avec le chlorure de calcium, de la cristallisation, très lente également, de ce sel. Les faits suivants feraient plutôt admettre cette seconde hypothèse.

	MATIÈRES EN DISSOLUTION POUR UN LITRE DE LIQUEUR.	
	CaO.	Al^2O^3 et Fe^2O^3.
1° *Ciment frais.*		
Essai après 10 minutes.	12gr,320	4gr,960
Même ciment éventé.		
Essai après 10 minutes.	2 ,012	0 ,320
2° *Ciment frais.*		
1er essai après 10 minutes.	10 ,248	3 ,880
2e essai après 6 heures.	4 ,880	1 ,680
Même ciment éventé.		
1er essai après 10 minutes.	4 ,392	1, 000
2e essai après 6 heures.	2 ,745	0 ,320

Un ciment de grappiers, de très bonne qualité, ne contenant pas de chaux libre et très peu d'alumine, gâché avec une solution de CaCl à 30 Baumé, a pris très lentement sans manifester de gonflement. Avec un ciment à prise prompte, dans lequel il n'y avait pas non plus de chaux libre, la prise s'est produite de même manière, un peu plus rapidement cependant que dans le cas du ciment de grappiers; mais au bout de quelques jours le mortier gonflait et présentait de nombreuses fissures.

Enfin ce même ciment prompt, hydraté complètement, puis desséché au dessous de 100° et pulvérisé, a été gâché avec la solution de CaCl; le durcissement de la masse est resté très faible, mais on n'a pas obervé de gonflement.

Un ciment contenant de la chaux libre en quantité appréciable ne peut pas se gâcher avec le chlorure concentré; le mortier se prend immédiatement en grumeaux durs par suite de la formation instantanée de l'oxychlorure; ce fait se produit avec la chaux grasse la chaux hydraulique, les ciments à prise rapide qui contiennent de la chaux libre, le ciment de laitier.

Ainsi le chlorure de calcium, en solution concentrée, constitue, pour ainsi dire, un véritable réactif au point de vue des ciments puisqu'il permet de recon-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

naître jusqu'à un certain point si le ciment est frais ou ancien, s'il a été fortement cuit et s'il contient de la chaux libre.

II. Rôle du sulfate de chaux dans la prise et le durcissement. — On sait depuis longtemps que le sulfate de chaux retarde la prise des ciments; les fabricants allemands ont commencé il y a plus de quinze ans à ajouter au ciment 1 à 2 p. 100 de sulfate de chaux dans le but d'obtenir des prises lentes; ils emploient généralement le gypse.

Si l'on a bien constaté l'effet produit par le sulfate de chaux, on n'a jamais donné d'explication satisfaisante de son action sur la prise. On considère également le sulfate de chaux comme étant une des principales causes de la décomposition des mortiers à l'eau de mer et même à l'eau douce. Il est inutile de citer les travaux de Vicat et ceux de Rivot et Chatoney sur cette question, l'opinion de ces savants est bien connue. Dans ces dernières années, on a signalé des exemples de décomposition de mortiers exposés à l'air et traversés par des infiltrations d'eau chargée de sulfate de chaux (*Revue du génie*. Note de M. le capitaine Dolot).

Mais, en ce qui concerne également cette influence du sulfate de chaux sur la destruction des mortiers, on en a toujours été réduit à des hypothèses. Nous nous sommes proposé de rechercher quel est le rôle exact du sulfate de chaux ; voici les résultats que nous avons pu obtenir jusqu'à ce jour.

Nous commencerons par exposer les faits que les essais de prise et de résistance font constater, nous entrerons ensuite dans l'exposé des expériences qui permettent d'interpréter les résultats obtenus.

Prise. — Quand on ajoute à un ciment prenant rapidement une certaine quantité de sulfate de chaux, cru ou cuit, on observe un ralentissement plus ou moins considérable de la prise; ce ralentissement est variable avec la quantité de sulfate introduite dans le ciment et avec la nature du ciment lui-même. Ainsi avec trois ciments on a obtenu les résultats suivants :

QUANTITÉ DE SO^3,CaO,2HO ajoutée à 100 gr. de ciment.	PRISE DU CIMENT PUR A L'EAU DOUCE.					
	1		2		3	
	Commencement.	Fin.	Commencement.	Fin.	Commencement.	Fin.
grammes.						
»	0h07′	0h22′	0 07′	0h15′	0h02′	0h05′
0,5	0h50′	2h43′	0h10′	0h17′	0h02′	0h05′
1,0	2 40′	4h50′	3h50′	5h00′	1h30′	2h55′
1,5	2h57′	5h17′	3h50′	5h00′	3h20′	5h15′
2,0	3h00′	5h20′	4h20′	6h45′	4h00′	7h00′
3,0	3h00′	6h40′	3h45′	7h00′	5h00′	7h00′
4,0	3h30′	7h00′	5h00′	7h00′	5 00′	7h00′

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les ciments pour lesquels une petite quantité de sulfate suffit pour obtenir un ralentissement sensible de la prise sont généralement les ciments à indice faible et imparfaitement cuits ; avec les ciments très cuits et à indice élevé, il faut employer, pour obtenir le même ralentissement, une plus grande quantité de sulfate.

	PRISE A L'EAU DOUCE.	
	Début.	Fin.
1° *Ciment mélangé avec 3 p. 100 de gypse.*		
Essai fait le jour du mélange.	1h00′	7h00′
Essai fait 4 jours après.	5′	2h15′
— 7 —	5′	20′
— 11 —	8′	30′
— 15 —	5′	30′
— 19 —	7′	35′
— 24 —	5′	25′
— 32 —	10′	30′
— 41 —	45′	5h30′
2° *Ciment mélangé avec 1 p. 100 de plâtre.*		
Essai fait le jour du mélange.	1h15′	8h00′
Essai fait 4 jours après.	5′	15′
— 7 —	15′	30′
— 11 —	15′	40′
— 15 —	6′	30′
— 19 —	6′	40′
— 24 —	10′	1h00′
3° *Ciment mélangé avec 1 p. 100 de gypse.*		
Essai fait le jour du mélange.	20′	4h30′
Essai fait 8 jours après.	10′	25′
— 18 —	15′	30′
— 26 —	50′	5h00′
— 30 —	4h00′	8h30′

	PRISE A L'EAU DOUCE.	
	Début.	Fin.
4° *Ciment mélangé avec 1 p. 100 de plâtre.*		
Essai fait le jour du mélange.	6h00′	15h00′
Essai fait 13 jours après.	20′	45′
— 19 —	18′	35′
— 25 —	10′	20′
5° *Ciment mélangé avec 2 p. 100 de gypse.*		
Essai fait le jour du mél.	5h00′	19h00′
— 12 jours après..	4h40′	14h00′
— 21 —	18′	50′
6° *Ciment mélangé avec 2 p. 100 de gypse.*		
Essai fait le jour du mél.	4h35′	17h00′
— 12 jours après.	2h55′	10h00′
— 21 —	10′	40′
7° *Ciment mélangé avec 1 p. 100 de gypse.*		
Essai fait le jour du mél.	5h30′	8h30′
— 8 jours après.	18′	2h30′
— 15 —	11′	20′
8° *Ciment mélangé avec 1 p. 100 de gypse.*		
Essai fait le jour du mél.	6h00′	9h30′
— 8 jours après.	4h30′	8h00′
— 15 —	15′	30′
— 30 —	»	7h00′

Le fait le plus remarquable, quand on ajoute à un ciment du sulfate de chaux, est le suivant : si, aussitôt le mélange fait, on examine la durée de prise du ciment, on observe un ralentissement de plusieurs heures, avec une quantité

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

convenable de sulfate. Mais que l'on abandonne le ciment mélangé de manière qu'il puisse se trouver au contact de l'air et que l'on recommence au bout de quelques jours un essai de prise, on trouvera presque toujours que celle-ci est beaucoup plus rapide que la première fois. Ainsi, un ciment prenant rapidement, en 10 à 15 minutes par exemple, additionné de sulfate à raison de 1 à 2 p. 100, prend en 5 à 6 heures, quand on le gâche aussitôt. Après 8 à 10 jours, la prise est revenue à peu près aussi rapide qu'avant le mélange. En conservant le ciment plus longtemps, la prise se ralentit, comme cela se produit toutes les fois qu'un ciment se trouve exposé à l'air pendant un certain temps.

Voici quelques exemples de prises faites dans ces conditions ; nous les prenons parmi un très grand nombre d'expériences qui ont toujours donné des résultats semblables (p. 701).

Quand le ciment est conservé à l'abri de l'air, la prise reste beaucoup plus longtemps très lente, mais elle finit également par devenir rapide. Un ciment mélangé avec 2 p. 100 de gypse et placé dans un bocal bien fermé a donné le premier jour :

	Début de prise.	Fin de prise.
	3h,00	6h,25
Après 1 mois.	2h,20	5h,00
Après 2 mois.	2h,30	7h,00
Après 3 mois.	10′	18′

Contrairement à ce qui se passe avec les ciments purs, les ciments mélangés avec du sulfate de chaux et dont la prise est redevenue rapide, prennent plus vite quand on les gâche avec un excès d'eau que si l'on emploie très peu d'eau pour le gachâge.

Exemple : Ciment, contenant 1 p. 100 de plâtre en sac depuis un mois :

	Début de prise.	Fin de prise.
Gâché avec un grand excès d'eau.	20′	30′
Gâché avec très peu d'eau.	40′	50′

	EAU DOUCE.		EAU DE MER.	
	COMMENCEMENT.	FIN.	COMMENCEMENT.	FIN.
Ciment mélangé avec 1 p. 100 de plâtre.	3h00′	8h00′	2h00′	6h30′
— — — 2 p. 100 —	3h20′	8h00′	2h30′	7h30′
— — — 3 p. 100 —	1h00′	7h30′	25′	5h30′
— — — 4 p. 100 —	25′	8h40′	20′	8h00′
— — — 1 p. 100 de gypse.	6h40′	11h00′	4h40′	10h00′
— — — 1 p. 100 —	5h00′	10h30′	3h40′	9h00′

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin les ciments mélangés avec du sulfate de chaux présentent cette particularité de prendre souvent plus vite à l'eau de mer qu'à l'eau douce (voir le tableau, p. 702).

Ces quelques exemples suffiront pour faire voir que si le sulfate de chaux retarde la prise au moment où on vient de le mélanger avec le ciment, son action ne persiste pas toujours et devient très incertaine selon la manière dont le ciment est conservé. En définitive, l'addition de sulfate de chaux au ciment peut être utilisée dans le cas où l'on n'a pas besoin d'une prise très lente ; mais si l'on doit compter sur une durée de prise déterminée, il est bien évident que ce procédé ne donne pas une garantie suffisante.

Durcissement. — Le sulfate de chaux ne retarde pas seulement la prise, il augmente dans d'assez sensibles proportions la résistance du ciment, surtout lorsqu'il est gâché pur. Mais quand le mortier est conservé dans l'eau de mer, l'augmentation de résistance ne se produit que si la quantité de sulfate ajoutée est très petite, le moindre excès est très nuisible, comme le montre le tableau ci-après.

Résistance à la traction en kilogrammes par centimètre carré.

		QUANTITÉ DE SULFATE DE CHAUX (SO^3,CaO,^2HO) AJOUTÉE AU CIMENT									
		0 p. 100		1 p. 100		2 p. 100		3 p. 100		4 p. 100	
		EAU douce.	EAU de mer.	EAU douce.	EAU de mer.	EAU douce.	EAU de mer.	EAU douce.	EAU de mer.	EAU douce.	EAU de mer.
Ciment pur.	7 jours.	34k,2	39k,2	43k,5	53k,1	37k,5	43k,0	30k,6	31k,5	18k,6	25k,9
Briquettes conservées dans l'eau.	28 jours.	47 ,4	51 ,6	51 ,9	60 ,6	47 ,3	58 ,7	55 ,7	63 ,4	34 ,0	26 ,2 (2)
	3 mois.	51 ,7	54 ,5	55 ,1	50 ,7	59 ,0	65 ,9	62 ,1	69 ,3 (1)	65 ,2	25 ,6 (3)
	6 mois.	50 ,9	51 ,3	59 ,2	59 ,7	57 ,0	59 ,0 (1)	63 ,2	67 ,0 (2)	72 ,4	
Mortier 1 : 3.	7 jours.	15 ,7	14 ,9	17 ,7	17 ,0	18 ,5	16 ,2	13 ,0	13 ,4	8 ,9	9 ,9
Briquettes conservées dans l'eau.	28 jours.	23 ,4	18 ,0	26 ,6	23 ,1	26 ,6	20 ,2	25 ,2	18 ,4	20 ,5	(4)
	3 mois.	30 ,0	21 ,6	34 ,2	25 ,9	32 ,7	24 ,2	33 ,6	23 ,6	31 ,0	(5)
	6 mois.	32 ,7	23 ,1	37 ,7	25 ,7	35 ,7	28 ,0	38 ,2	29 ,2	36 ,1	
Mortier 1 : 3.	7 jours.	16 ,9		19 ,7		19 ,9		15 ,5		11 ,7	
Briquettes conservées à l'air.	28 jours.	28 ,6		35 ,9		33 ,7		29 ,5		26 ,9	
	3 mois.	35 ,2		43 ,4		42 ,9		40 ,1		42 ,2	
	6 mois.	44 ,2		45 ,2		45 ,6		50 ,5		46 ,9	

(1) Les briquettes présentent quelques fendillements.
(2) Briquettes très fendillées.
(3) Briquettes décomposées.
(4) *Ibid.*
(5) *Ibid.*

Il résulte de ces essais que si le danger n'est pas grand quand il s'agit de travaux à l'eau douce et à l'air, l'addition de sulfate de chaux au ciment pourrait avoir au contraire des effets désastreux pour les travaux à la mer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous avons reconnu un autre inconvénient à l'emploi du sulfate de chaux. Quand on conserve le ciment pendant assez longtemps en sacs, la résistance est diminuée dans de notables proportions, du moins pendant les premières semaines dès que la quantité de sulfate ajoutée est un peu élevée. Ainsi les échantillons ci-dessus, après être restés en sacs pendant deux mois, ont été essayés de nouveau et on a obtenu les résultats suivants :

Résistance par centimètre carré à l'arrachement.

		QUANTITÉ DE SO^3,CaO,2HO AJOUTÉE AU CIMENT									
		0 p. 100		1 p. 100		2 p. 100		3 p. 100		4 p. 100	
		EAU douce.	EAU de mer.	EAU douce.	EAU de mer.	EAU douce.	EAU de mer.	EAU douce.	EAU de mer.	EAU douce.	EAU de mer.
Ciment pur.	7 jours.	28k,0	35k,6	28k,5	34k,1	21k,0	25k,2	15k,0	13k,4	11k,6	12k,6
	28 jours.	47 ,0	48 ,5	42 ,9	48 ,2	37 ,5	48 ,9	34 ,2	40 ,9	22 ,9	16 ,5(1)
	3 mois.	52 ,2	63 ,1	51 ,7	56 ,1	53 ,3	50 ,9	48 ,7	48 ,1	50 ,9	37 .7(1)
	6 mois.	55 ,2	49 ,2	54 ,9	55 ,5	49 ,2	50 ,2	51 ,2	52 ,0(1)	58 ,6	43 ,4(1)
Mortier 1 : 3.	7 jours.	14 ,1	15 ,2	15 ,2	13 ,6	15 ,7	13 ,0	6 ,6	7 ,0	5 ,1	5 ,5
	28 jours.	23 ,7	22 ,1	22 ,0	22 ,2	21 ,3	18 ,0	21 ,6	18 ,0	17 ,2	12 ,1
	3 mois.	29 ,7	27 ,0	29 ,2	26 ,2	28 ,2	20 ,9	33 ,7	25 ,0	28 ,5	19 ,5
	6 mois.	31 ,9	27 ,5	31 ,9	24 ,4	34 ,2	24 ,7	35 ,7	25 ,6	37 ,3	22 ,4
Mortier 1 : 3.	7 jours.	13 ,7		19 ,1		15 ,7		6 ,2		5 ,1	
	28 jours.	28 ,6		31 ,0		28 ,6		26 ,9		23 ,7	
A l'air. . . .	3 mois.	37 ,6		41 ,1		35 ,6		36 ,6		33 ,7	
	6 mois.	47 ,2		49 ,9		43 ,7		47 ,5		43 ,0	

(1) Briquettes très fendillées.

Comme conclusion à ces expériences de prise et de résistance, on peut dire que le sulfate de chaux est, dans bien des cas, plutôt nuisible qu'utile et que les prescriptions des cahiers des charges français, en ne tolérant pas l'introduction de ce sel dans les ciments, quand il s'agit de fournitures destinées aux travaux maritimes, sont absolument justifiées.

Essais chimiques. — Si l'on agite du ciment dans un poids égal d'eau distillée et que l'on prélève de temps en temps un échantillon de la liqueur claire, on observe que la quantité de sulfate de chaux en dissolution est plus ou moins grande dans le premier échantillon prélevé après quelques minutes ; dans les échantillons suivants, on en constate de moins en moins, et au moment où le ciment vient de prendre, on n'en trouve plus du tout. Au contraire, la proportion de chaux dissoute augmente au fur et à mesure que celle du sulfate diminue. Ce fait nous avait frappé et nous l'avons vérifié sur un grand nombre d'échantillons de ciments de diverses provenances. Voici quelques-unes de ces expériences :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

	TEMPS ÉCOULÉ depuis le commencement de l'expérience.	MATIÈRES EN DISSOLUTION POUR UN LITRE DE LIQUEUR (1). CaO.	SO^3CaO.
		grammes.	grammes.
Ciment prenant en 4 heures.	5 minutes.	2,432	4,182
	3 heures.	3,648	1,281
	6 —	3,490	0,000
Ciment prenant en 40 minutes.	5 minutes.	1,820	7,803
	30 —	2,432	0,290
	3 heures.	2,888	0,000
Ciment prenant en 5 heures.	5 minutes.	1,550	1,564
	3 heures.	2,108	0,204
	6 —	2,232	0,000
Ciment prenant en 10 minutes.	5 minutes.	1,705	2,430
	10 —	2,480	0,000
Ciment prenant en 20 minutes.	5 —	1,830	5,236
	1 heure.	3,438	0,000
Ciment prenant en 2 heures.	5 minutes.	1,550	3,264
	1 heure.	1,860	0,816
	6 —	2,635	0,000
Ciment prenant en 4 heures.	10 minutes.	1,705	0,698
	6 heures.	2,550	0,000

(1) On a agité 200 grammes de ciment dans 200 centimètres cubes d'eau distillée.

	TEMPS ÉCOULÉ depuis le commencement de l'expérience.	MATIÈRES EN DISSOLUTION POUR UN LITRE DE LIQUEUR. CaO.	SO^3CaO.
		grammes.	grammes.
Ciment prenant en 6 heures.	5 minutes.	2,018	11,662
	3 heures.	3,782	6,052
	12 —	6,100	traces.
Ciment prenant en 8 heures.	5 minutes.	2,128	12,529
	3 heures.	2,888	6,528
	6 —	3,074	4,896
	24 —	4,560	traces.
Ciment prenant en 7 heures.	5 minutes.	2,170	8,191
	3 heures.	3,100	5,831
	6 —	3,875	3,723
	12 —	5,270	traces.
Ciment prenant en 8 heures.	5 minutes.	2,736	8,738
	3 heures.	3,952	3,862
	6 —	4,408	1,339
	24 —	5,168	traces.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tous les ciments qui ont servi à faire ces expériences étaient bien cuits et de composition normale. Nous avons expérimenté également des ciments peu cuits ; la dissolution de sulfate de chaux est alors beaucoup plus considérable quand le ciment contient déjà avant cuisson une proportion de sulfate de chaux s'élevant au moins à 1 ou 2 p. 100.

Nous donnons dans le deuxième tableau, page 705, quelques résultats obtenus avec des ciments imparfaitement cuits et contenant environ 1,50 p. 100 de SO^3,CaO.

Enfin nous avons essayé des ciments à prise rapide, des ciments à prise lente naturels ou mélangés, des ciments de grappiers et de laitier. Voici les résultats de ces essais :

	TEMPS ÉCOULÉS depuis le commencement de l'expérience.	MATIÈRES EN DISSOLUTION POUR UN LITRE DE LIQUEUR.	
		CaO.	SO^3CaO.
		grammes.	grammes.
A. Ciment naturel à prise très lente. Teneur en SO^3CaO : 7,5 p. 100.	5 minutes.	1,824	20,740
	6 heures.	8,512	0,000
	24 —	6,232	0,000
B. Ciment naturel à prise demi-lente. Teneur en SO^3CaO : 7,5 p. 100.	5 minutes.	1,520	17,060
	6 heures.	3,040	traces.
	24 —	6,840	0,000
	48 —	5,168	0,000
C. Ciment à prise rapide. Teneur en So^3CaO : 5 p. 100 .	5 minutes.	1,520	15,147
	3 heures.	3,496	0,000
	24 —	2,736	0,000
D. Ciment mélangé à prise demi-lente. Teneur en SO^3CaO : 4 p. 100 (1)	5 minutes.	2,432	10,200
	3 heures.	4,864	0,000
	24 —	4,560	0,000
	48 —	3,344	0,000
E. Ciment mélangé à prise lente. Teneur en SO^3CaO : 4 p. 100 (1)	5 minutes.	1,976	9,860
	3 heures.	2,128	5,230
	6 —	2,736	1,734
	24 —	3,648	0,000
	48 —	2,736	0,000
F. Ciment de grappiers. Teneur en SO^3CaO : 1 p. 100 .	5 minutes.	0,912	0,583
	6 heures.	1,520	0,000
	24 —	1,520	0,000
	48 —	1,368	0,000
G. Ciment de laitier. Teneur en SO^3CaO : 1,50 p. 100. . .	5 minutes.	1,064	1,689
	6 heures.	1,216	1,281
	24 —	1,216	traces.
	48 —	1,216	traces.

(1) La fabrication de ces ciments consiste à mélanger du ciment à prise rapide avec des grappiers de chaux hydraulique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Comme on le voit, malgré la dissolution considérable de sulfate de chaux, avec les ciments A, B, C, D et E principalement, on n'en retrouve plus une fois la prise faite ; tous ces ciments renferment évidemment le sulfate de chaux avant la cuisson. Il n'en serait pas ainsi si le sulfate était ajouté après cuisson : on constate alors la présence de ce sel en dissolution assez longtemps après la prise. Voici les résultats obtenus sur des ciments additionnés de 2 p. 100 de gypse et prenant en 8 à 10 heures :

	TEMPS ÉCOULÉS depuis le commencement de l'expérience.	MATIÈRES EN DISSOLUTION POUR UN LITRE DE LIQUEUR.	
		CaO.	SO^3CaO.
		grammes.	grammes.
Échantillon n° 1	5 minutes.	2,015	3,026
	3 heures.	2,015	2,907
	6 —	2,300	2,148
	18 —	2,635	1,339
	24 —	2,945	0,000
Échantillon n° 2	5 minutes.	2,128	6,000
	3 heures.	2,584	5,230
	6 —	3,040	4,896
	24 —	2,736	3,026
Échantillon n° 3	5 minutes.	1,824	7,154
	3 heures.	2,280	5,117
	6 —	2,880	3,774
	24 —	2,584	0,233
Échantillon n° 4 (1).	5 minutes.	1,860	6,033
	30 —	2,015	5,883
	1 heure.	2,015	4,182
	4 —	2,790	3,672

(1) Prise 3 heures environ.

Le sulfate de chaux finit d'ailleurs par disparaître même avec des qualités de sel beaucoup plus grandes ; mais il faut que le ciment contienne une certaine quantité d'alumine, et la disparition est d'autant plus rapide que la proportion d'alumine est plus élevée. Aussi on a mélangé 10 p. 100 de sulfate de chaux avec du ciment Portand, du ciment à prise rapide, du ciment de laitier et du ciment de grappiers ; la poudre a été agitée avec son poids d'eau distillée et des échantillons de la liqueur ont été prélevés de temps en temps. On a obtenu dans le premier tableau, page 708, les résultats ci-après :

Enfin le sulfate de chaux disparaît même quand le gâchage se fait avec de l'eau de mer, comme le feront voir dans le deuxième tableau de la page 708, les deux expériences suivantes :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

	TEMPS ÉCOULÉ depuis le commencement de l'expérience.	MATIÈRES EN DISSOLUTION POUR UN LITRE DE LIQUEUR.	
		CaO.	SO^3CaO.
		grammes.	grammes.
Ciment Portland Al^2O^3 : 7 p. 100 environ.	24 heures.	1,012	1,853
	48 —	1,308	0,810
	10 jours.	1,520	0,035
	21 —	1,520	0,035
	24 —	1,428	traces.
Ciment à prise rapide (Vassy) Al^2O^3 : 9 p. 100	10 minutes.	1,395	1,564
	6 heures.	1,550	1,156
	24 —	1,395	1,156
	23 jours.	1,360	0,000
Ciment de laitier Al^2O^3 : 15 p. 100	24 heures.	1,064	2,499
	48 —	0,912	0,583
	10 jours.	1,060	traces.
	21 —	1,140	0,000
	24 —	0,912	0,000
Ciment de grappiers Al^2O^3 : 15 p. 100	12 heures.	1,240	1,564
	48 —	1,550	1,734
	5 jours.	1,240	1,734
	13 —	1,085	1,564
	30 —	1,333	1,584

	TEMPS ÉCOULÉ depuis le commencement de l'expérience.	MATIÈRES EN DISSOLUTION POUR UN LITRE DE LIQUEUR.	
		CaO.	SO^3CaO.
		grammes.	grammes.
Ciment Portland prise en 6 à 7 heures (1).	5 minutes.	1,568	4,896
	6 heures.	1,824	3,145
	24 —	0,000	0,000
Ciment Portland prise en 3 à 6 heures	5 minutes.	0,304	6,171
	3 heures.	1,520	1,972
	6 —	1,824	0,115
	24 —	2,432	0,000

(1) L'eau de mer contenait 1gr,04 de SO^3 par litre.

Cet ensemble d'expériences permettait de présumer que le sulfate de chaux devait certainement entrer en combinaison et former un sel insoluble avec un autre des éléments des ciments et qui ne pouvait être que l'aluminate de chaux, Nous avons donc dirigé nos recherches dans cette voie et nous avons obtenu les résultats suivants :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous avons d'abord vérifié que si, au lieu de ciment, on emploie de l'aluminate de chaux anhydre finement pulvérisé, on observait, avec le sulfate de chaux, des phénomènes identiques. Ainsi, en mélangeant 40 p. 100 de SO^3,CaO avec 60 p. 100 d'aluminate de chaux (Al^2O^3.1,5CaO) et en agitant la poudre avec son poids d'eau distillée on a constaté dans la liqueur claire les quantités suivantes de chaux, d'alumine et de sulfate de chaux en dissolution :

TEMPS ÉCOULÉ DEPUIS LE COMMENCEMENT de l'expérience.	MATIÈRES EN DISSOLUTION PAR LITRE DE LIQUEUR.		
	CaO.	AO^2O^3.	SO^3CaO.
10 minutes.	Traces.	Traces.	1g632
3 heures.	0g155	0g600	1g514
6 —	0g155	0g700	1g514
24 —	0g155	0g750	0,000
48 —	0g232	0g300	0,000
1 mois.	0g310	0g300	0,000

La combinaison du sulfate de chaux avec l'aluminate de chaux paraissait donc bien certaine. Nous avons réussi à obtenir le sel résultant de cette combinaison, en mélangeant une solution saturée d'aluminate de chaux avec une solution, également saturée, de sulfate de chaux. Au bout de quelques heures on remarque sur les parois du flacon des cristaux qui deviennent bientôt très nombreux et relativement volumineux ; ils sont groupés en sphérolithes qui peuvent atteindre 2 à 3 millimètres de diamètre. Attaqués par l'acide chlorhydrique étendu, ils se dissolvent facilement ; voici l'analyse de cinq échantillons de ces cristaux.

Al^2O^3	CaO	SO^3
—	—	—
0,088	0,282	0,142
0,059	0,198	0,107
0,035	0,131	0,062
0,085	0,282	0,187
0,111	0,342	0,207

En rapportant ces chiffres à 100 de sel anhydre, on a :

17,2	55,1	27,7
16,2	54,4	29,4
15,4	57,4	27,2
15,3	50,9	33,8
16,8	51,8	31,4
Moyenne. . . 16,2	53,90	29,9

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Soit, en moyenne, pour 1 équivalent d'alumine, 6,05 de chaux et 2,40 d'acide sulfurique ; ce qui conduirait ainsi à peu près à la formule :

$$(Al^2O^3,3CaO)\ 2,5(SO^3,CaO).$$

Nous avons pu obtenir le sulfo-aluminate de chaux en assez grande quantité en ajoutant au liquide contenant en dissolution l'aluminate et le sulfate de chaux une certaine quantité d'eau de chaux ; il se forme en peu de temps un précipité volumineux qui, jeté sur un filtre et essoré fortement entre plusieurs doubles de papier buvard, présente la composition suivante.

	HO.	Al^2O^3.	CaO.	SO^3.
1.	65,60	5,60	17,20	11,40
2.	71,09	4,81	15,45	8,30
3.	64,33	5,90	18,00	11,75
4.	63,35	6,00	18,30	12,45
5.	61,40	6,75	18,75	12,67
6.	55,40	8,40	23,40	13,50
Moyenne. . .	62,67	6,24	18,50	11,70

On n'a pas fait entrer dans le calcul de la moyenne le dosage de l'eau des échantillons 2 et 6.

En rapportant ces chiffres à 100 de sel anhydre, on a :

	16,40	50,30	33,30
	16,90	54,00	29,10
	16,50	50,60	32,90
	16,20	49,70	34,1
	17,80	49,10	33,1
	18,50	51,60	29,8
Moyenne.	17,00	50,9	32,0

On a donc pour 1 équivalent d'alumine 59,1 équivalents d'eau, 5,5 de chaux et 2,45 d'acide sulfurique ; ce qui donne encore à peu près exactement la formule :

$$(Al^2O^3,\ 3CaO)\ 2,5\ (SO^3,CaO).$$

Ce sel perd presque toute son eau au-dessous de 100° ; il est complètement déshydraté vers 300°.

Le sel hydraté est, comme nous l'avons vu, insoluble dans l'eau de chaux ; il est également insoluble dans l'alcool ; il est décomposé par l'eau quand la teneur en CaO descend au-dessous de 0,200 à 0,150 par litre.

La combinaison du sulfate de chaux avec l'aluminate de chaux donne l'explication de plusieurs phénomènes qui se passent pendant la prise des ciments et après leur durcissement.

Nous avons fait voir que les ciments additionnés de sulfate de chaux prennent plus vite lorsqu'ils sont restés quelque temps exposés à l'air, ce qui est contraire à ce qui se passe généralement. On pourrait croire que le sulfate de chaux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

se combine à l'aluminate, même lorsque le ciment est encore en poudre, mais il n'en est rien, car la quantité de sulfate en dissolution, quand on agite le ciment avec l'eau, diminuerait avec le temps, et on constate presque toujours le contraire. Si, par exemple, on laisse prendre un ciment et qu'on le réduise de nouveau en bouillie claire que l'on jette sur un filtre, on ne constate pas de trace de sulfate de chaux dans le liquide filtré.

Mais ce fait s'explique très bien si l'on tient compte de l'intervention d'un autre élément, nous voulons parler de la chaux libre. On sait que l'aluminate de chaux est insoluble dans une solution saturée d'hydrate de chaux; si, par conséquent, un mélange de chaux, d'aluminate de chaux et de sulfate de chaux se trouve en contact avec l'eau, la chaux entrant immédiatement en dissolution empêche l'aluminate de s'hydrater et par suite de se combiner au sulfate de chaux. Pour vérifier l'exactitude de cette hypothèse, nous avons exécuté les expériences suivantes :

1° On a mélangé de l'aluminate de chaux en poudre avec de la chaux hydratée; le mélange a été agité dans un excès d'eau; des échantillons de la liqueur ont été prélevés de temps en temps et on n'a jamais constaté la présence de l'alumine en dissolution.

2° On a fait ensuite un mélange d'aluminate, de sulfate de chaux et de chaux hydratée; le mélange a été traité de la même manière. En prélevant de temps en temps des échantillons de la liqueur, on a obtenu les résultats suivants :

	CaO.	Al^2O^3.	SO^3,CaO.
	grammes.		grammes.
Après 10 minutes	1,085	»	1,734
— 3 heures	1,085	»	1,632
— 6 heures	0,875	»	1,632
— 12 heures	0,930	»	1,564
— 8 jours	1,085	»	»
— 1 mois	0,304	»	»

Ainsi la chaux et le sulfate se dissolvent seuls; la dissolution de l'aluminate n'est pas absolument empêchée puisqu'il peut s'hydrater, mais il ne le fait que très lentement et par suite sa combinaison avec le sulfate de chaux est aussi très lente.

Dans les ciments frais les mieux fabriqués, il existe toujours des traces de chaux libre qui, étant donné le jeu d'alumine qu'ils renferment, suffit pour empêcher l'hydratation rapide de l'aluminate, le sulfate se dissout seul et s'il est en proportion élevée, il retarde à son tour la dissolution de l'aluminate.

Quand le ciment est resté quelque temps au contact de l'air et que la chaux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

libre a été carbonatée, son action devient nulle au moment du gâchage et l'aluminate peut s'hydrater rapidement et se combiner au sulfate de chaux. Les observations suivantes permettront de vérifier que les choses se passent bien ainsi :

Si on place du ciment frais sur un filtre et qu'on le lave avec de l'eau distillée, le liquide qui passe à travers le filtre, d'abord clair, ne tarde pas à se troubler; c'est que la petite quantité d'aluminate de chaux qui a pu se dissoudre est aussitôt précipitée. Ainsi, en lavant 5 grammes de ciment avec 100 centigrammes d'eau distillée on a constaté que l'eau, après avoir passé snr le ciment contenait : CaO = 0^{g},057, $Al^{3}O^{3}$, = 0^{g},003. En répétant la même opération, mais après avoir filtré le liquide trouble, on a constaté : Cao = 0^{g},055, $Al^{2}O^{3}$ = 0. Mais si, au lieu de laver le ciment avec de l'eau pure, on emploie une solution de carbonate d'ammoniaque ou de soude, suffisante pour saturer la chaux libre, on remarque que le liquide filtré ne se trouble plus et qu'il contient en dissolution une proportion importante d'alumine. Le ciment ci-dessus a été traité par une solution de carbonate de soude à 1 gramme par litre; après filtration, les 100 centigrammes contenaient 0^{g},013 d'alumine. Avec un autre ciment, imparfaitement cuit, on a fait les observations suivantes : Lavage à l'eau distillée : pas d'alumine en dissolution. Lavage avec une solution de carbonate de soude à 10 grammes par litre : $Al^{2}O^{3}$ = 0^{g}, 026. Lavage avec une solution de carbonate d'ammoniaque $Al^{2}O^{3}$ = 0^{g},092.

On sait d'ailleurs que le carbonate de soude ou d'ammoniaque accélère la prise des ciments, les expériences que nous venons de citer permettent de se rendre compte de l'action de ces sels.

	PRISE A L'EAU DOUCE.	
	DÉBUT.	FIN.
Ciment contenant 2 p. 100 de gypse.	20 minutes.	2^{h},30
Même ciment + 2 p. 100 de chaux.	6 heures.	10 heures.
Ciment contenant 1 p. 100 de gypse.	10 minutes.	20 minutes.
Même ciment + 2 p. 100 de chaux.	1 heure.	8 heures.
Ciment contenant 1 p. 100 de gypse.	20 minutes.	2^{h},30
Même ciment + 2 p. 100 de chaux.	6 heures.	11 heures.
Ciment contenant 1 p. 100 de plâtre.	20 minutes.	35 minutes.
Même ciment + p. 100 de chaux.	5 heures.	8 heures.

En gâchant du ciment, sans mélange de sulfate, et prenant avec de l'eau pure

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en 2 heures, on a obtenu, avec une solution de carbonate de soude à 2 grammes par litre, une durée de prise de 3 minutes. Un autre ciment, additionné de 1 p. 100 de sulfate de chaux, prenait en 8h,30, gâché à l'eau pure; gâché avec une solution de NaO CO^2 à 2 grammes par litre, la prise était complète au bout de 30 minutes.

Par contre, un ciment contenant une certaine quantité de sulfate de chaux ajoutée après cuisson et prenant vite cependant, par suite d'une exposition prolongée à l'air, doit prendre lentement si on lui ajoute une petite quantité de chaux. C'est en effet ce qui se produit (voir le tableau, p. 712).

Enfin l'expérience suivante démontrera bien l'influence de la chaux libre sur la prise.

1° Ciment additionné de 1 p. 100 de plâtre, pendant quelques jours à l'air : prise en quelques minutes. Agité avec un poids égal d'eau, on constate les résultats suivants :

TEMPS ÉCOULÉ depuis le COMMENCEMENT DE L'EXPÉRIENCE.	MATIÈRES EN DISSOLUTION par litre de liqueur.		Al^2O^3.
	CaO.	SO^3,CaO.	
	grammes.		grammes.
5 minutes.	1,672	»	0,180
20 minutes.	1,824	»	»
3 heures.	1,872	»	»
6 heures.	2,432	»	»
24 heures.	2,128	»	»

A ce même ciment on a ajouté 3 p. 100 de chaux hydratée; la prise s'est produite en 8 à 10 heures; le ciment, traité comme ci-dessus, a donné les résultats suivants :

	CaO.	SO^3,CaO.
Après 5 minutes	1g,368	5g,525
— 20 —	1 ,580	3 ,196
— 3 heures	2 ,128	1 ,734
— 6 —	2 ,432	0 ,290
— 24 —	2 ,128	0 ,000

Il n'y a pas d'alumine.

La décomposition de certains ciments contenant des quantités relativement faibles de sulfate, tandis que d'autres, qui en renferment beaucoup plus, restent intacts, s'explique aussi parfaitement par la formation du sulfo-aluminate de chaux.

Nous avons déjà vu qu'avec les ciments contenant, avant cuisson, de fortes proportions de sulfate, la formation du sulfo-aluminate est complète au moment de la prise; encore faut-il cependant que la cuisson n'ait pas été trop intense, ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui aurait pour résultat d'empêcher l'hydratation rapide de l'aluminate. Ainsi un ciment naturel contenant près de 7 p. 100 de sulfate de chaux et 10 à 12 p. 100 d'alumine présentait une prise très lente ; il avait été cuit à une température élevée ; les briquettes gâchées à l'eau de mer étaient décomposées au bout de quelques jours; le même ciment, cuit modérément et prenant plus vite, s'est, au contraire, bien comporté dans l'eau de mer; on n'a constaté sur les briquettes aucune fissure.

Les ciments à prise prompte contiennent généralement de 4 à 7 p. 100 de sulfate de chaux ; on peut leur en ajouter encore 4 à 7 p. 100, sans que leur résistance en soit altérée. Ces ciments sont cuits à une température peu élevée et la formation du sulfo-aluminate peut se produire avant la prise. Si, au delà d'une certaine limite, on augmente encore un peu la dose de sulfate, le ciment se désagrège complètement.

On peut ajouter également jusqu'à 10 p. 100 de sulfate de chaux à des ciments qui ne renferment presque pas d'alumine, comme certains ciments de grappiers; des galettes de ciment de grappiers additionné de 10 p. 100 de plâtre ont été immergées dans l'eau douce et dans l'eau de mer; après plusieurs mois, elles n'ont encore aucune trace d'altération (1).

Les ciments Portland contiennent assez d'alumine pour saturer une quantité relativement grande de sulfate; mais comme ils sont cuits à une température très élevée, l'aluminate de chaux ne peut s'hydrater que lentement, surtout quand le gâchage se fait à l'eau de mer. Le sulfo-aluminate ne peut alors se produire que plus ou moins longtemps après la prise et il détermine le gonflement des mortiers.

D'ailleurs, si on mélange en proportion convenable du ciment à prise prompte et du ciment de grappiers et qu'on ajoute au mélange 2 à 3 p. 100 de sulfate de chaux, le tout se décompose, tandis que, séparés, les deux ciments tiennent très bien, même avec une addition beaucoup plus importante de sulfate.

C'est en ceci que se manifeste encore cette question de la prédominance des éléments qui déterminent la prise ou qui la retardent. Avec peu de chaux libre et beaucoup d'aluminate, la prise reste rapide parce que ce dernier sel prédomine; si la même quantité d'aluminate se trouve en présence d'un grand excès de chaux libre, elle ne peut s'hydrater que lentement et la prise est également lente.

Avec les chaux nous avons observé les mêmes phénomènes; les chaux exclusivement siliceuses supportent des doses de sulfate qui peuvent s'élever à 5 p. 100, tandis que les chaux alumineuses, quand elles contiennent de la chaux libre en excès, se désagrègent, même avec 1 p. 100 de sulfate.

Voici le résumé des essais faits à ce sujet :

(1) Cette action du sulfate de chaux sur les ciments qui contiennent beaucoup d'alumine et sur ceux qui en renferment très peu, confirme ce que nous avons fait observer à propos de l'influence du chlorure de calcium, en solution faible sur la prise; elle montre bien le rôle prépondérant de l'aluminate de chaux dans les ciments prompts.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DÉSIGNATION DES CIMENTS et DES CHAUX.	PROPORTION DE SULFATE DE CHAUX ajoutée en ciment p. 100.	ÉTAT DE CONSERVATION DES GALETTES IMMERGÉES EN	
		Eau de mer.	Eau douce.
Ciment Portland contenant environ 7 p. 100 d'alumine.	1	intacte.	intacte.
	2	id.	id.
	3	nombreuses fissures.	id.
	4	id.	id.
	5	décomposée.	quelques fissures.
	10	id.	décomposée.
Ciment de Vassy : 9 p. 100 d'alumine. Chaux libre. .	2	intacte.	intacte.
	3	id.	id.
	5	id.	id.
	7	décomposée.	décomposée.
Ciment prompt : 11 p. 100 d'alumine. Pas de chaux libre	3	intacte.	intacte.
	5	id.	id.
	7	id.	id.
	10	décomposée.	décomposée.
Ciment de grappiers : 1 p. 100 d'alumine. Pas de chaux libre.	2	intacte.	intacte.
	3	id.	id.
	5	id.	id.
	7	id.	id.
	10	id.	id.
Chaux du Teil : 1 p. 100 d'alumine	2	id.	id.
	3	id.	id.
	5	id.	id.
	7	décomposée.	décomposée.
Chaux hydraulique : 3 p. 100 d'alumine. Chaux libre . .	2	fissures nombreuses.	id.
	3	décomposée.	id.
	5	id.	id.
Chaux hydraulique : 4 p. 100 d'alumine. Beaucoup de chaux libre	2	id.	id.
	3	id.	id.
	5	id.	id.
Chaux hydraulique : 4 p. 100 d'alumine. Peu de chaux libre.	2	intacte.	intacte.
	3	id.	id.
	5	décomposée.	décomposée.
Mélange de 90 de ciment de grappiers avec 10 de ciment prompt.	3	id.	id.
80 de ciment de grappiers et 20 de ciment prompt. . .	3	id.	id.
50 de ciment de grappiers et 50 de ciment prompt. . .	3	intacte.	id.
90 de ciment prompt et 10 de chaux grasse.	0	id.	id.
90 de ciment prompt et 10 de chaux grasse.	1	quelques fissures.	id.
90 de ciment prompt et 10 de chaux grasse.	2	décomposée.	id.

NOTA. — Les galettes indiquées comme intactes le sont encore après une durée d'immersion qui atteint actuellement près d'une année.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces quelques expériences permettront de se rendre compte du rôle du sulfate de chaux et de celui de l'aluminate dans les gangues hydrauliques déjà solidifiées.

On pourrait se demander si ce n'est pas à la formation du sulfo-aluminate qu'il faut attribuer la ruine de certains produits hydrauliques employés à la mer. Dans quelques cas particuliers, la décomposition n'a certainement pas d'autre cause, comme nous venons de le voir; mais on ne saurait affirmer encore que ce soit là une des causes principales de la destruction des mortiers.

En général, on n'emploie pas, en effet, de ciment ou de chaux contenant des proportions de sulfate de chaux un peu élevées. Il est vrai que ce sel se forme aux dépens de la chaux du mortier quand celui-ci est parcouru par l'eau de mer; à ce moment toutefois l'aluminate de chaux est complètement hydraté. La combinaison du sulfate de chaux avec l'aluminate de chaux déjà hydraté se produit également, mais avec une extrême lenteur. Dans ces conditions, les effets sont peut-être différents de ceux que l'on observe lorsque l'aluminate anhydre se trouve en contact avec le sulfate de chaux en présence de l'eau.

D'un autre côté, on constate aussi bien des décompositions à l'eau de mer avec des chaux et des ciments de très bonne qualité, ne contenant presque pas d'alumine. Nous avons soumis à une filtration d'eau saturée de sulfate de chaux des mortiers de chaux et de ciments à prise prompte et à prise lente; il s'est produit, jusqu'à ce jour, un seul cas de décomposition avec une chaux siliceuse.

Il est bien évident d'ailleurs que des recherches plus étendues sont nécessaires pour voir s'il n'existe pas une relation entre la formation du sulfo-aluminate et la décomposition des mortiers. Dès maintenant nous avons dû nous contenter d'exposer les données positives que nous avons pu obtenir et les résultats d'expériences qui pourraient servir de point de départ à des études plus approfondies et permettront, nous en avons l'espoir, de résoudre plus facilement un problème qui présente tant d'intérêt aussi bien dans la théorie que dans la pratique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CONSTRUCTIONS ET BEAUX-ARTS

COMMUNICATION DE M. HUPÉ, ARTISTE TAPISSIER A LA MANUFACTURE DES GOBELINS, SUR UNE NOUVELLE TABLE CHROMATIQUE DES COULEURS (1).

MESSIEURS,

Nous nous proposons de vous entretenir de la théorie des couleurs, sans toutefois vouloir discuter les bases de cette théorie si magistralement et si solidement établies par M. Chevreul ; nous désirons seulement, et nous serons heureux si nous parvenons à justifier cette prétention, nous faire son collaborateur et manifester notre admiration respectueuse pour l'illustre maître en continuant son œuvre.

Nous avons entendu dire par l'éminent professeur, dans ses cours au Muséum, que si Newton, malgré son incomparable génie, avait compté sept couleurs primitives, c'est qu'il avait peut-être, à son insu, subi l'influence cabalistique qui, à cette époque, s'attachait à ce chiffre. Sans avoir à subir d'influences de cette nature, M. Chevreul s'est trouvé en présence d'idées préconçues, n'ayant d'autres points d'appui que les impressions produites sur notre œil par les multiples combinaisons des couleurs. Sa puissante intelligence l'a mis à même de se rendre compte des erreurs que, par sa sensibilité même, peut commettre notre organe visuel et lui a permis de rendre lumineuses les lois fondamentales qui président à la formation des couleurs ; mais il n'a pas échappé complètement à l'influence de ces idées préconçues, et l'une d'entre elles, qu'il a cru pouvoir conserver, apporte, dans la table chromatique qu'il a construite, un trouble assez profond pour lui enlever son utilité pratique.

Le minutieux et rigoureux contrôle auquel il s'est livré, restant, malgré ses efforts, sur le terrain purement théorique, n'a pu lui signaler ce trouble, et il ne s'est pas aperçu qu'il laissait dans l'ombre certains côtés du problème.

Notre situation d'artiste tapissier à la manufacture des Gobelins nous permettait, nous imposait même, l'exercice journalier, sous mille et mille formes diverses de ce contrôle pratique. Armé du flambeau que l'illustre maître nous a mis en main, nous avons tenté de porter la lumière sur certains points restés obscurs et nous pensons y avoir réussi. Il en résulte pour nous la nécessité d'une modification des dispositions présentées par la table chromatique de M. Chevreul.

Notre terrain ainsi établi, nous allons vous exposer les raisons qui nous

(1) Cette communication, faite dans la séance du 22 novembre 1889, a été l'objet d'un rapport de M. Rossigneux, au nom du comité des Constructions et des Beaux-Arts. Voir le *Bulletin* d'août 1890, p. 556.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

semblent imposer cette modification et comment nous la comprenons, en sollicitant toute votre indulgence.

Vous connaissez tous, Messieurs, la théorie de M. Chevreul, nous pouvons donc immédiatement prendre la figure qui la résume, examiner les imperfections qu'elle présente et en déterminer les causes.

Cette figure repose sur les principes suivants :

1° Il n'y a que trois couleurs douées de propriétés spécifiques essentiellement différentes, le rouge, le jaune et le bleu. Toutes les autres couleurs imaginables résultent d'un mélange en proportions infiniment variables de ces trois premières, que, pour cette raison, M. Chevreul appelle simples ou primitives.

2° Le mélange en égales proportions des trois couleurs primitives entraîne leur atténuation réciproque complète et donne naissance au gris normal.

Conformément à ces deux principes absolument incontestables, l'illustre savant place les couleurs primitives à distances égales sur une circonférence dont le centre est occupé par le gris normal. Puis subissant, à son insu, une idée préconçue, il considère les couleurs binaires, c'est-à-dire résultant d'un mélange des primitives deux à deux, comme aussi brillantes, aussi pures que leurs composantes, et leur fait prendre place sur la même circonférence. Pour justifier cette disposition, il formule ce troisième principe :

3° Le mélange des couleurs primitives deux à deux entraîne un changement de leurs propriétés spécifiques sans les ternir.

Or, s'il est incontestable que les couleurs binaires engendrées par ces sortes de mélanges sont celles qui présentent la propriété spécifique propre à chacune d'elles avec la plus grande intensité, ce n'est pas une raison pour en conclure qu'elles conservent la pureté de leurs composantes et ne subissent aucune atténuation. Pour que ce troisième principe ne soit pas en contradiction avec les deux premiers et que les couleurs binaires puissent rationnellement prendre place avec les primitives sur une même circonférence, il est nécessaire que les couleurs situées aux extrémités respectives d'un même diamètre produisent, par leur mélange en égales proportions, le gris normal qui occupe le centre.

Prenons le rouge et le vert placés dans ces conditions, procédons à leur mélange en égales proportions et nous acquerrons la preuve que ces principes sont inconciliables.

En effet : si nous admettons que l'unité de surface de nos primitives est égale à 24, et que chacun des intermédiaires formés par leur mélange deux à deux à la même unité de surface composée de fractions décroissantes de l'une mêlées à des fractions croissantes de l'autre, nous nous trouvons en présence de 24 de rouge et 24 de vert, dont le mélange en égales proportions doit, selon M. Chevreul, donner le gris normal comme intermédiaire direct. Or $\frac{24 \text{ de rouge}}{2} + \frac{24 \text{ de vert}}{2}$ donnent 24 d'une couleur composée de 12 de rouge et 12 de vert, et comme ces 12 de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vert sont formés de 6 de jaune et 6 de bleu, cette couleur n'est pas et ne peut pas être le gris normal. La proportion double de la primitive rouge exige pour sa représentation un point plus rapproché du rouge que ne l'est le gris, et comme ce point doit en même temps se trouver au milieu de la distance comprise entre le rouge et le vert, ce dernier ne peut point conserver la place que lui attribue M. Chevreul et doit se rapprocher du gris normal.

Ce rapprochement inévitable prouve que les binaires sont des couleurs atténuées, ne pouvant, par suite, prendre place avec les primitives sur une seule et même circonférence.

L'adoption de ce troisième principe est le point de départ et la cause immédiate d'imperfections profondes, car elle fausse les rapports qui, rationnellement, s'établissent ontre les couleurs, et la disposition qui en découle rend impossible, dans bien des cas, la constatation de ces rapports. Ainsi, par exemple, si nous désirons connaître la résultante d'un mélange en égales proportions de l'orangé et du vert du premier cercle, la table sera impuissante à nous la montrer. En effet : si nous suivons le cercle dans l'ordre indiqué par M. Chevreul, nous trouverons, au milieu de la distance comprise entre l'orangé et le vert, la primitive jaune, et nous ne pourrons pas admettre que le jaune, qui ne contient ni rouge ni bleu, puisse résulter d'un mélange de deux couleurs contenant une forte proportion, l'une de rouge, l'autre de bleu. Si nous suivons le cercle en sens inverse, nous rencontrerons le violet au milieu de la distance comprise entre l'orangé et le vert, et nous ne pourrons pas davantage admettre que le violet, qui ne contient pas de jaune, puisse résulter d'un mélange de deux couleurs contenant chacune une forte proportion de jaune.

Quelle sera donc cette résultante?

Étant donné notre unité de surface 24, elle sera $\frac{12 \text{ de rouge}}{2} + \frac{12 \text{ de jaune}}{2}$, soit 6 de rouge et 6 de jaune, apportés par l'orange, et $\frac{12 \text{ de jaune}}{2} + \frac{12 \text{ de bleu}}{2}$, soit 6 de jaune et 6 de bleu, apportés par le vert, donnant par conséquent 24 d'une couleur composée de 12 de jaune, 6 de rouge et 6 de bleu.

Mélangeons maintenant le jaune et le violet; nous aurons $\frac{24 \text{ de jaune}}{2} + \frac{24 \text{ de violet}}{2}$, soit 12 de jaune et 12 de violet, et comme 12 de violet sont formés de 6 de rouge et 6 de bleu, nous verrons que la résultante de ce mélange est identique à celle que nous produisait tout à l'heure le mélange de l'orangé et du vert, et nous en conclurons que les lignes, appelées à servir de représentation aux deux nuances engendrées par ces mélanges, doivent se couper de telle sorte, que leur point d'intersection soit le milieu commun de ces deux lignes, et aussi que ce point, représentant une couleur dans laquelle la primitive jaune entre en proportion double des deux autres, ne peut pas être le gris normal.

L'erreur que nous venons de vous signaler entraîne également l'impossibilité de trouver les couleurs qui sont complémentaires les unes des autres, et, chose

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus grave encore, elle conduit à considérer comme telles des couleurs dont le mélange ne peut en aucun cas donner naissance au gris normal.

Ainsi, sur les 72 couleurs que M. Chevreul place aux extrémités respectives des 36 diamètres de sa construction chromatique, six seulement sont complémentaires deux à deux, bien que dans des proportions différentes de celles commandées par leur situation relative; les 66 autres ne le sont pas.

Enfin, comme chacun des cercles qui servent de représentation aux couleurs rabattues, tout en diminuant de rayon à mesure que celles-ci se ternissent et deviennent plus semblables au gris normal, comprend un même nombre de divisions représentant un même nombre de couleurs, il en résulte que ces couleurs se rapprochent tellement qu'elles en arrivent à se confondre dans le cercle le plus rabattu. Cet écart, constamment variable entre les couleurs des différents cercles, rend insaisissables les rapports qui s'établissent entre elles.

Frappé de ces imperfctions, nous avons recherché s'il était possible de les éviter. Pour atteindre ce résultat, nous nous sommes placé à un tout autre point de vue que l'illustre maître. Au lieu de chercher un moyen de classer les couleurs, nous avons cru devoir nous borner à les regarder se classer d'elles-mêmes, livrant ainsi le secret tant cherché.

Prenant pour bases les vérités si lumineusement établies par M. Chevreul, nous avons considéré les trois couleurs primitives comme devant rationnellement occuper les sommets d'un triangle équilatéral dont le centre serait la représentation du gris normal (situation respective qui ne modifie en rien celle que leur attribue l'illustre savant). Dans ces conditions, nous avons procédé au mélange des couleurs primitives deux à deux, de façon que chacune d'elles devienne insensiblement et régulièrement semblable à chacune des deux autres. Ce mélange nous a fourni trois nuances renfermant toutes les couleurs binaires imaginables, et qui conduisent non seulement insensiblement et régulièrement, mais encore directement, de l'une à l'autre des primitives. Nous en avons conclu que ces trois nuances ne pouvaient être rationnellement représentées que par trois lignes droites reliant directement les trois points occupés par les couleurs primitives, et constituaient ainsi un triangle équilatéral, dont les sommets représentent les couleurs primitives, et les côtés, les trois séries des binaires, sur l'indéfini desquels il est facile de fixer autant de termes finis qu'on le juge utile.

Pour des raisons secondaires, que le temps pendant lequel il nous est permis de retenir votre attention nous oblige à passer sous silence, nous avons arrêté à 35 le nombre des intermédiaires à intercaler entre chacune des primitives.

Les types binaires fixés, nous avons supposé que tous les points de la surface comprise entre les côtés de notre triangle étaient couverts d'une égale quantité de matière colorante, et de telle sorte que, sur cette surface, la coloration propre à chacun des points des côtés du triangle va, dans toutes les directions, se fondre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'une façon régulière et uniforme, pour devenir celle qui occupe n'importe quels autres points de ces côtés. Cette surface nous présentait alors l'image de l'indéfini des couleurs ternaires, sur laquelle nous avons fixé, à distances égales, les types de cette catégorie. Pour que ces types présentent un écart égal à celui des types binaires fixés sur les côtés, nous avons fait passer par chacun des types binaires des lignes parallèles à chacun des côtés du triangle : ces lignes, par leur croisement, nous ont formé un ensemble de triangles équilatéraux égaux, dont les 703 sommets, également distants les uns des autres, sont la représentation d'autant de normales équidistantes, constituant des types parfaitement définis et reliés par un rapport constant facilement saisissable. Trois de ces types situés aux sommets de notre triangle primitif représentent les couleurs primitives; 105 situés sur ces côtés, les couleurs binaires; et 595 répartis à distances égales sur sa surface, les couleurs ternaires.

Notre plan triangulaire pouvant contenir toutes les couleurs normales imaginables, et ne pouvant contenir de couleurs autres que des couleurs normales, nous l'appelons plan des normales.

Sur ce plan, il est facile de trouver sûrement les résultantes de mélanges projetés. Il suffit de joindre par une droite les deux couleurs à mélanger; le milieu de cette droite correspond à la résultante cherchée, si le mélange est opéré en égales proportions; si les proportions doivent être inégales, il suffit de diviser la droite dans les proportions que comporte le mélange, et au point correspondant à cette division proportionnelle nous trouverons sa résultante. S'il s'agit du mélange de trois, quatre, cinq couleurs et plus, on construit un polygone en les reliant par des droites, le centre de ce polygone fournit toujours la résultante cherchée.

Il est non moins facile de trouver les moyens, souvent multiples, susceptibles de produire une résultante donnée. Il suffit de faire passer par cette résultante autant de droites qu'on le voudra; toutes les couleurs situées de chaque côté d'une même droite peuvent produire cette résultante : par leur mélange en égale proportion, si elles sont à égale distance de celle-ci; par un mélange correspondant à leur éloignement relatif, si cette distance est inégale.

Il est également facile de trouver les couleurs véritablement complémentaires les unes des autres et les proportions dans lesquelles leur mélange doit être opéré pour produire le gris normal.

Enfin, il permet de comparer les couleurs comme atténuation et de se rendre un compte exact de leur degré de pureté.

Notre plan des normales ainsi établi, nous devions constituer leurs gammes respectives ; voici comment nous avons procédé.

Nous avons supposé notre plan des normales placé horizontalement, et traversé, au point représentant le gris normal, par une verticale d'une longueur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

indéfinie au-dessus et au-dessous de ce plan. Comme cette verticale ne se rapproche jamais des trois points occupés aux sommets du plan par les couleurs primitives, nous avons considéré qu'elle remplissait toutes les conditions exigibles pour servir de représentation à la dégradation du gris normal par les non-couleurs, blanc et noir ; ces deux non-couleurs occupant sur la verticale des points que nous avons déterminés de la manière suivante :

Nous avons considéré que, de même que notre verticale nous représentait les dégradations du gris normal par les non-couleurs, toutes les droites pouvant être menées, de l'une quelconque des normales que peut contenir le plan, aux points à fixer occupés par le blanc et par le noir, nous représenteraient les dégradations de ces normales par les non-couleurs, et que l'ensemble de ces droites constituerait un double tétraèdre ayant pour base le plan des normales.

Prenant alors ce plan comme base nous construisîmes un double tétraèdre régulier, dont le sommet supérieur fixa, sur notre verticale, le point occupé par le blanc, et le sommet inférieur, le point occupé par le noir. Nous divisâmes alors l'espace compris, sur la verticale, entre ces deux points en 36 parties égales, qui nous donnèrent 35 points intermédiaires constituant 35 termes de comparaison pour y rapporter les couleurs comme clair et comme foncé, et nous numérotâmes cette échelle de hauteurs en prenant pour zéro le point occupé, au-dessus du plan, par le blanc ; le point occupé, au-dessous, par le noir prit en conséquence le numéro 36, et le gris normal situé à égale distance de ces deux points extrêmes, le numéro 18.

Nos différents types de hauteurs ainsi déterminés, nous devions faire concorder les normales, contenues dans le plan qu'elles forment, avec les types qui, sur la verticale, leur correspondent comme hauteur ; car la position horizontale, que nous avons supposé être celle de notre plan des normales, les fait toutes coïncider avec le type de hauteur portant le numéro 18, et nous conduit à commettre la même erreur que M. Chevreul.

Or il est certain que les couleurs ne sont pas également claires.

Considérant avec l'illustre Maître que le gris normal correspond comme hauteur au milieu de la distance comprise entre le blanc et le noir, que le rouge est de même hauteur et que le jaune correspond au 12e degré de notre échelle des hauteurs ; nous avons conclu que le bleu devait apporter une influence foncée égale à l'influence claire du jaune, pour que le mélange des trois primitives arrive à produire le gris normal au ton 18. Conséquemment nous considérâmes le bleu comme devant concorder avec le type portant le numéro 24. Les hauteurs relatives des primitives et du gris normal ainsi arrêtées, nous fîmes passer un plan horizontal par chacun des types de notre échelle des hauteurs et, prenant comme pivot la ligne qui, sur le plan des normales, représente la nuance du rouge au gris, nous inclinâmes ce plan jusqu'à ce que le sommet occupé par le jaune

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

coïncide avec le plan horizontal passant par le type de hauteur portant le numéro 12. Ce mouvement d'inclinaison amena le sommet occupé par le bleu à coïncider avec le plan horizontal qui passe par le type de hauteur portant le numéro 24.

De cette façon les trois couleurs primitives se trouvant placées en raison de la hauteur respective de chacune d'elles, toutes leurs couleurs composées binaires ou ternaires, entraînées dans ce mouvement d'inclinaison, se placent d'elles-mêmes à la hauteur qui leur convient, sans que les relations exigées par leurs différentes propriétés spécifiques en soient modifiées.

Il ne reste plus qu'à joindre par des droites chacune des normales choisies comme types avec les points, blanc et noir, pour avoir les traces représentant l'indéfini de leurs dégradations dans les non-couleurs, traces sur lesquelles l'intersection des plans horizontaux, passant par chacun des 35 types de notre échelle des hauteurs, fixe dans chacune des gammes autant de tons de même hauteur.

L'ensemble des normales et de leurs dégradations par les non-couleurs blanc et noir forme ainsi une double pyramide triangulaire à base oblique.

Telles sont, Messieurs, les grandes lignes du travail que nous avons désiré soumettre à votre haute appréciation.

ÉLECTRICITÉ

NOTE SUR L'USAGE DES APPAREILS D'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE.

Le Syndicat professionnel des industries électriques a publié une brochure indiquant les règles à suivre pour l'établissement des appareils de lumière électrique, dans le but d'éviter toute chance d'incendie et les accidents auxquels ils peuvent donner lieu. Ces règles s'appliquent au genre d'installation le plus répandu jusqu'à ce jour, c'est-à-dire aux courants continus de 600 volts environ et aux courants alternatifs de 250 volts.

Le Syndicat se réserve de publier un supplément relatif aux tensions plus élevées dont l'emploi tend à se développer.

Nous ne pouvons mieux faire, en ce qui concerne cette intéressante question, que de reproduire les règles établies par le Syndicat, en engageant vivement les industriels à s'y conformer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Instructions générales pour l'établissement des appareils de lumière électrique.

ARTICLE PREMIER. *Machines.* — Les machines dynamo-électriques ne doivent pas être installées dans les locaux où peuvent pénétrer soit des substances explosibles, soit des poussières inflammables. Ces locaux sont réputés dangereux.

Elles doivent être tenues dans le plus grand état de propreté.

L'interposition d'une couche isolante de bois entre la machine et son massif de fondation est une bonne précaution. Il est convenable que le massif soit assez élévé pour que le collecteur et les balais soient bien à portée de la main.

On doit prendre toutes les dispositions générales nécessaires pour qu'aucun objet métallique ne puisse mettre en contact les pôles opposés de la machine. Il est recommandé notamment de ne pas se servir, pour le graissage, de burettes en fer.

ART. 2. *Tableau de distribution.* — Dans le cas où l'installation comporte des tableaux de distribution, les conducteurs réunissant les machines aux tableaux de distribution doivent être isolés et les tableaux écartés des murs ou cloisons en maçonnerie, par une couche d'air de 8 centimètres au moins. Les attaches des câbles et fils conducteurs doivent, autant que possible, être apparentes sur la face des tableaux. Il est interdit de placer ces tableaux dans les locaux dits dangereux (article 1er).

On doit prendre aussi les dispositions générales nécessaires pour qu'aucun objet métallique ne puisse mettre les conducteurs en court circuit.

ART. 3. *Conducteurs en plein air.* — Les fils employés en plein air peuvent être nus. Dans ce cas, ils seront placés sur isolateurs en porcelaine ou autre substance équivalente comme isolement et attachés à ces isolateurs. Ils seront écartés le plus possible des masses métalliques telles que gouttières, tuyaux de descente, etc. S'ils passent nécessairement à moins de 10 centimètres de ces masses, ils doivent en être séparés par un isolant convenable.

L'entrée dans les bâtiments des fils venant de l'extérieur se fera de bas en haut, de manière à éviter la pénétration de l'eau de pluie le long du fil.

Les fils nus seront placés hors d'atteinte et disposés de manière que les fils d'aller et retour du courant ne puissent être mis en contact accidentellement.

ART. 4. *Conducteurs intérieurs.* — 1° Locaux ordinaires.

A l'intérieur des maisons d'habitation, les fils nus sont proscrits d'une manière absolue.

Ils le sont également dans tous les locaux dits dangereux (article 1er).

Dans tous les autres cas où leur emploi peut être admis, on se conformera aux prescription de l'article 3.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les fils isolés peuvent être apparents ou logés dans des bois rainés.

Les fils isolés apparents seront écartés des murs et rigidement fixés sur des taquets en bois ou autre matière isolante. Exception, toutefois, peut être faite dans les étages des maisons d'habitation où les murs et les cloisons sont suffisamment secs; là, les fils pourront être fixés directement sur les murs.

De même, ils pourront être fixés directement sur toutes les pièces apparentes de bois faisant partie des clôtures à l'intérieur des locaux très secs.

Tous les conducteurs dans lesquels circulera un courant de plus de 10 ampères seront fixés de telle sorte que le fil d'aller et celui de retour ne puissent jamais venir en contact.

Les conducteurs parcourus par un courant de moins de 10 ampères pourront être placés côte à côte, à la condition qu'ils soient bien isolés.

ART. 5. *Conducteurs logés dans les bois rainés.* — L'emploi des bois rainés est proscrit dans les locaux humides.

Si les murs et cloisons sont assez secs pour que l'installation puisse être faite en plaçant les conducteurs dans des bois rainés renfermés par un couvercle, leur écartement pourra être quelconque.

Toutefois, on ne devra jamais placer les fils d'aller et retour dans la même rainure.

Les bois rainés sont recommandés comme protection mécanique des conducteurs, beaucoup plus que comme protection électrique.

ART. 6. *Locaux humides.* — Dans les locaux humides, soit naturellement, soit par nécessité de métier, les conducteurs sont placés sur isolateurs et rigidement tendus de façon qu'il ne puisse y avoir contact ni entre les fils, ni entre les fils et les murs.

Toutefois, on pourra appliquer directement sur les deux murs les conducteurs sous plomb, sans limite d'écartement entre eux.

ART. 7. *Traversée des murs et des planchers.* — A la traversée des murs et des planchers, les fils doivent toujours être isolés et leur isolement mécaniquement protégé.

Il en est de même partout où les fils sont exposés à être détériorés par le frottement ou toute autre cause destructive.

ART. 8. *Conducteurs doubles.* — Des conducteurs doubles renfermant les deux fils sous une même enveloppe peuvent être employés dans tous les cas, mais l'isolement électrique des deux âmes doit être parfaitement assuré, ainsi que leur écartement.

ART. 9. *Retour par la terre ou les masses métalliques.* — L'usage de la terre, des conduites d'eau ou de gaz et des charpentes métalliques comme conducteurs de retour est interdit.

ART. 10. *Échauffement des conducteurs.* — Dans chacune des sections du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

circuit, le diamètre des fils doit être en rapport avec l'intensité des courants, de telle sorte qu'il ne puisse se produire, en aucun point de circuit, un échauffement dangereux pour l'isolement du conducteur ou les objets environnants.

Les raccords directs de fil à fil et les raccords indirects, par l'intermédiaire des coupe-circuits ou commutateurs, doivent être également établis de façon à ne pas introduire dans le circuit de partie faible au point de vue mécanique ou présentant une résistance électrique dangereuse.

ART. 11. *Interrupteurs et commutateurs.* — Des interrupteurs, permettant de couper le circuit dans les principales parties de l'installation, doivent être installés auprès de la machine et sur les principaux branchements.

Quand la rupture du courant peut donner lieu à un arc dangereux, il est nécessaire qu'un point d'arrêt existe à chaque position de repos, et que les pièces de contact soient fixées sur une matière incombustible, telle que marbre, ardoise, etc.

Il est interdit de placer les interrupteurs ou commutateurs dans les locaux définis dangereux (article 1^er^).

ART. 12. *Coupe-circuits.* — A partir de la machine et à tous les points de branchement, on doit interposer des fils fusibles ou coupe-circuits automatiques sur chacun des deux conducteurs du circuit, lorsque ces conducteurs sont parcourus par un courant de plus de 10 ampères.

Pour des courants plus faibles, les coupe-circuits peuvent n'être interposés que sur un seul des deux conducteurs ; mais dans une installation, ils doivent être tous sur le même conducteur, soit d'aller, soit de retour.

Si plusieurs lampes sont groupées ensemble sur un même lustre, les circuits doivent être subdivisés de telle sorte que nul branchement ne soit parcouru par plus de 10 ampères et chaque conducteur de branchement sera pourvu d'un coupe-circuit.

Les coupe-circuits porteront une indication apparente du nombre d'ampères normal qui doit les traverser. Ils seront disposés de telle sorte que le métal fondu ne puisse pas être projeté au dehors.

ART. 13. *Supports de lampes.* — Les supports de lampes, s'ils sont métalliques, seront isolés électriquement des fils et pièces parcourus par le courant. De plus, si l'on utilise, pour fixer les douilles des lampes, des appareils à gaz, les douilles seront isolées elle-mêmes de ces appareils.

On ne doit utiliser les appareils à gaz que si les dispositions nécessaires ont été prises pour que le gaz n'ait plus aucun accès dans les conduits desservant ces appareils.

ART. 14. *Lampes à arc.* — Les lampes à arc ne doivent pas être installées dans les locaux qui renferment des substances explosives. S'il existe des poussières inflammables, ou si des matières inflammables sont placées sous des lampes en arc, celles-ci doivent être renfermées dans les lanternes complètement fermées, mais dont le dessus peut être en toile métallique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Partout ailleurs, il est nécessaire de prendre des précautions telles que les parcelles de charbon incandescent qui peuvent tomber des lampes soient recueillies par un cendrier.

ART. 15. *Lampes à incandescence.* — Les lampes à incandescence qui seraient placées dans les locaux définis dangereux (article 1er), doivent être enfermées dans une lanterne ou dans une double ampoule, et la jonction, entre la ligne et la lampe, se faire à l'intérieur de cette ampoule.

Le renouvellement des lampes dans ces lanternes ne peut s'effectuer que lorsque le courant est interrompu dans le circuit qui les alimente.

ART. 16. *Prescriptions générales.* — Il est spécialement recommandé de faire usage d'appareils qui permettent de se rendre compte, d'une manière périodique ou continue, de l'état d'isolement des circuits et de faire rechercher et réparer tout défaut dès qu'il vient à se manifester.

ART. 17. *Réparations.* — Il est aussi recommandé aux propriétaires d'installations d'éclairage électrique, de ne recourir qu'à des spécialistes expérimentés pour effectuer toutes les modifications ou réparations qui pourraient être nécessaires dans les conducteurs et appareils, dans leur installation.

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Moteur fonctionnant à la vapeur de benzine. — Le grand constructeur de vaisseaux Yarrow a fait une application assez originale des dérivés du naphte aux moteurs pour les grands canots de sa construction qui ont 11 mètres de long sur 1m,80 de large.

Il fait usage de la benzine qu'il réduit en vapeur dans un générateur spécial et l'emploie à la pression de 4 à 5 atmosphères dans un cylindre ordinaire de machine à vapeur de 0m,15 de diamètre et de 0m,10 de course. Le générateur consiste en petits tubes de cuivre de 0m,025 de diamètre et de 9m,15 de longueur formant deux serpentins, les spires de l'un étant contournées en sens inverse de celles de l'autre. Ce double serpentin est renfermé dans une enveloppe en tôle, et est chauffé au pétrole ordinaire, brûlé dans un pulvérisateur spécial. La benzine renfermée dans un réservoir est puisée au moyen d'une pompe à main qui lui donne une pression de 0k,30 par centimètre carré au-dessus de la pression atmosphérique. Cette pression est maintenue pendant le travail par quelques coups de pompe donnés à des espaces de temps déterminés.

C'est toujours la même quantité de benzine qui sert et qui circule dans l'appareil, l'opération est conduite de la manière suivante. La pompe envoie la benzine dans le serpentin, où elle est portée à la pression de 4 à 5 atmosphères; de là sa

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vapeur passe dans le cylindre où elle produit le travail. La vapeur détendue sort du cylindre par deux petits tuyaux en cuivre qui sortent hors du bateau et plongent dans l'eau; là elle se condense et retourne au réservoir placé à la pompe, d'où la même pompe à main la reprend par un autre tuyau et la renvoie dans le serpentin. L'approvisionnement total en benzine, pour ce moteur de 5 chevaux de force, n'est que de 9 à 13^{lit},5, c'est-à-dire insignifiante.

On a paré au danger d'inflammation de la benzine par la solidité du réservoir et les assemblages des tubes; les vapeurs qui peuvent s'échapper de la boîte à étoupes sont recueillies et conduites au réservoir par de petits tubes. L'écoulement de la benzine dans le foyer par suite de la rupture du serpentin présente moins de danger que si c'était de l'eau, parce que la benzine se consume rapidement tandis que l'eau produit un dégagement abondant de vapeur qui peut faire éclater l'enveloppe en tôle.

En tous cas, le remplacement de la vapeur d'eau par celle de benzine présente certains avantages : c'est d'abord le petit volume du moteur avec tous ses accessoires, ce qui est dû au remplacement de la chaudière par un serpentin, et au faible poids du moteur qui n'est que de 300 kilogrammes pour une barque pesant 700 kilogrammes. C'est ensuite la rapidité d'élévation de la vapeur à la pression voulue, rapidité qui avait déjà été obtenue même dans des conditions supérieures avec des chaudières analogues employées pour la vapeur d'eau C'est enfin l'absence de dépôts dans le serpentin et la faible température correspondante à la pression obtenue, conditions favorables à la durée de la chaudière.

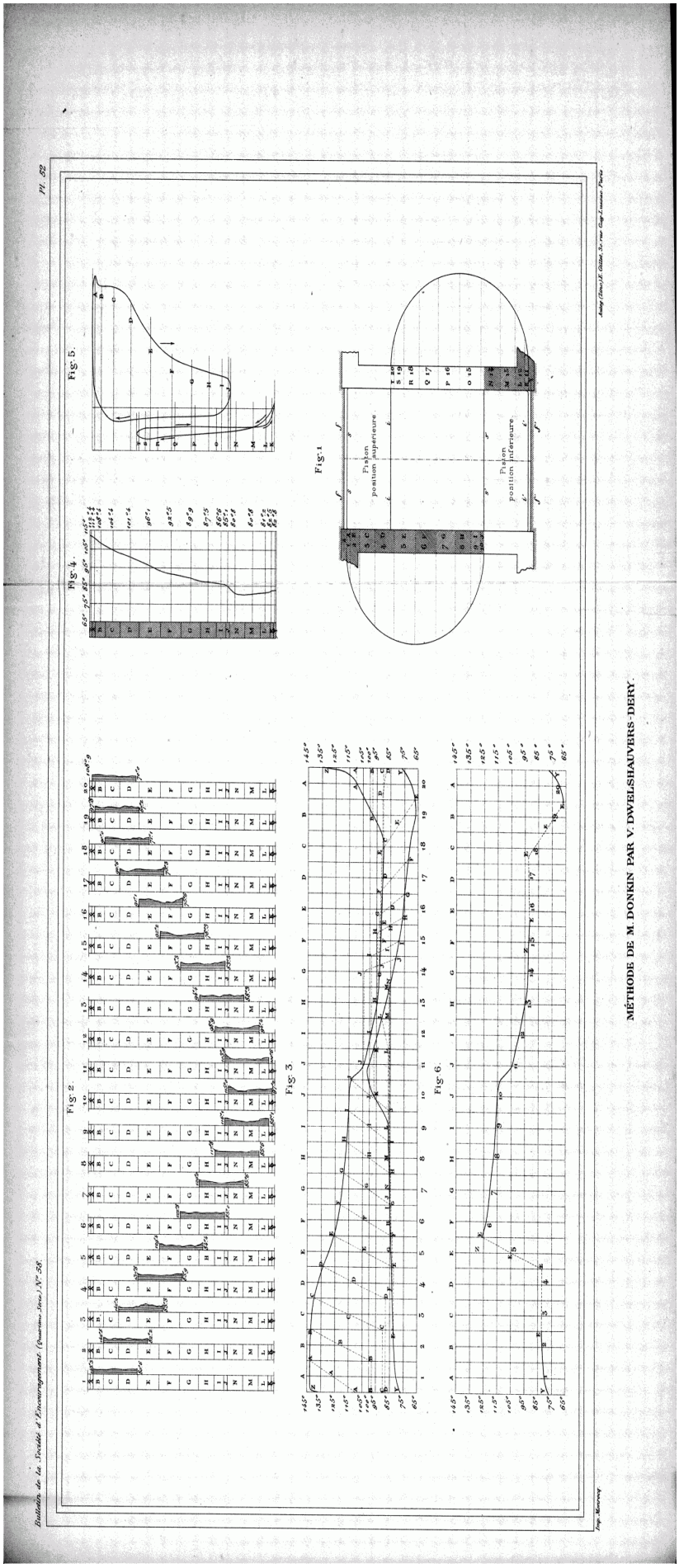
L'inventeur ne dit pas s'il a trouvé avantage à employer la vapeur de benzine au point de vue du rendement; d'après la théorie mécanique de la chaleur qui établit le rapport entre le travail produit et la différence de chaleur dépensée entre le foyer et le condensateur, il semble qu'il n'y ait pas d'avantage à remplacer un liquide par un autre plus volatil, cependant l'*Engineer*, rendant compte des expériences faites sur cette machine, dit : « Pour une même dépense de combustible, en employant la vapeur d'eau on a obtenu de 1 à 1 1/2 cheval-vapeur et en employant la vapeur de benzine on a obtenu 4 à 5 chevaux-vapeur, sans expliquer autrement cette différence. » Les expériences ont été répétées plusieurs jours de suite, en opérant chaque fois pendant trois heures successivement avec la vapeur d'eau et avec la vapeur de benzine et en brûlant la même quantité de combustible. Il serait à désirer que des expériences plus détaillées permissent mieux de juger le moteur de Yarrow au point de vue du rendement réel.

(*Institut of Naval Architects.*)

Le Gérant : J.-H. GINESTOU.

Paris. — Typ. Georges Chamerot, 19, rue des Saints-Pères. — 26538.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

89e ANNÉE. Quatrième Série, Tome V. NOVEMBRE 1890.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

ARTS ÉCONOMIQUES

L'INDUSTRIE LAINIÈRE DE 1789 A 1889, PAR M. ÉDOUARD SIMON

La Société industrielle de Reims a publié récemment un *Tableau synoptique de l'industrie lainière,* dressé de 1789 à 1878 par M. César Poulain, membre de la Chambre de commerce de la même ville, puis continué jusqu'en 1889 par M. Charles Marteau, président de la Société industrielle.

Les tracés graphiques de ce tableau montrent : A — les variations des prix payés pour la *façon* d'un kilogramme de *trame* n° 100 (numéro équivalent, dans la région rémoise, avec l'*échée* de 700 mètres, à 70,000 mètres de fil au kilogramme) ; B — les valeurs du *mérinos* en 105 centimètres de largeur, avec 10 *croisures* ou 53 *duites* au centimètre, ce tissu ayant été choisi comme type parce qu'il représente aujourd'hui la première qualité de laine de Champagne ; C — le coût moyen de la même laine *lavée à fond;* les auteurs ont basé leurs estimations sur la fibre ainsi dégraissée, attendu qu'il est facile d'en déduire la valeur de toutes laines *en suint* ou *lavées à dos,* en multipliant le prix de la laine dégraissée à fond par le taux du rendement. Par exemple, une laine dont le rendement est de 70 p. 100 et qui revient à 6 francs, une fois dégraissée, aura été payée au producteur $\frac{6 \times 70}{100} = 4$ fr. 20 ; D — les salaires des ouvriers fileurs et tisseurs ; E — les exportations de tissus ; F — les importations de laines, déduction faite des exportations ; G — les exportations de fils.

Ces tracés présentent, les uns des analogies, les autres des dissemblances, qui méritent d'être notées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A. — Le prix de façon du kilogramme de trame s'élevait à 32 francs, au commencement du siècle, et ce taux persista jusqu'en 1816. — Les premiers essais de filature mécanique datent seulement de 1812, pour la laine peignée. — Au bout de dix ans, les progrès furent tels que la façon de la trame 100 coûtait juste moitié, soit 16 francs, en 1827. Depuis lors et parallèlement aux perfectionnements apportés à l'outillage, les prix diminuèrent sans discontinuité et tombèrent, suivant une rapide trajectoire, à 2 francs en 1848. Ce taux, qui semblait un minimum justifié par la crise politique et commerciale, se releva à 3 fr. 50 en 1849, pour s'abaisser quelque peu en 1852 et revenir au même chiffre en 1853, puis, à partir de 1854, décroître jusqu'à l'année 1870, où la façon fut réduite à 1 fr. 25.

Les vides causés par la guerre franco-allemande permirent aux façonniers de participer à la reprise des affaires et de relever momentanément le prix du kilogramme à 2 francs, mais bientôt la surproduction générale ramena le taux à 1 fr. 50 en 1874, à 1 franc et même au-dessous en 1879 ; sauf en 1886, où la façon atteignit près de 2 francs, les prix oscillèrent ensuite entre 1 franc, au plus bas, et 1 fr. 75, au plus haut.

B. — Par une conséquence naturelle, le perfectionnement des machines à filer détermina des transformations analogues dans la spécialité du tissage et, du jour où les premiers essais du mécanicien Dobo réussirent dans la filature de MM. Jobert, Lucas et C^ie^, à Bazancourt, le prix du tissu mérinos, dont la fabrication avait été brevetée dès 1804 par les mêmes industriels, diminua suivant une proportion presque identique.

En 1816, à l'époque où la façon du fil s'élevait à 32 francs par kilogramme, le mérinos pris pour type valait 16 francs. Dix ans plus tard, la façon de la même trame était — on l'a dit — descendue à 16 francs et le tissu se cotait au-dessous de 10 francs ; il ne valait plus que 8 francs en 1829, 4 francs en 1830 ; revenu au cours de 5 francs en 1834, le prix du mérinos s'est abaissé, non plus régulièrement, mais par une série d'oscillations, à 2 francs en 1847, à 1 fr. 50 en 1869-70. Au relèvement momentané de 1871-72 (2 francs) a succédé une nouvelle période de baisse, les plus hauts cours pratiqués par intermittences n'atteignant jamais 2 francs, tandis que les plus bas descendaient à 1 franc en 1886 et en 1888.

C. — Le coût de la matière première présente des fluctuations qui ne paraissent pas correspondre à l'abaissement progressif des prix de la filature et du tissu, ni aux régimes douaniers successivement pratiqués en France.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La laine de Champagne lavée à fond, qui valait 6 fr. 50 le kilogramme en 1789, avait haussé jusqu'à 16 francs et se vendait aussi cher qu'un mètre de tissu mérinos, en 1809, alors qu'il n'existait plus de droits d'entrée sur les laines et que l'exportation de la matière première était prohibée.

Par contre, de 1815 à 1822, un droit de 25 francs par quintal, à l'entrée, et un droit de 30 francs, à la sortie, n'empêchèrent pas le retour de prix moins élevés, 8 francs en moyenne (année 1820).

A partir de 1823, les droits à l'entrée sur les laines sont réduits à 30 p. 100 de la valeur, puis, en 1837, à 20-22 p. 100, à 20 p. 100 en 1845; à 15 p. 100 en 1852, à 4 p. 100 en 1855 et entièrement supprimés depuis 1861 ; pendant ces diverses périodes, les taux extrêmes se chiffrent comme suit :

Quantum des droits d'entrée *ad valorem :*

	30 p. 100.		20-22 p. 100		20 p. 100		15 p. 100		4 p. 100	
		le kil.		le kil.		le kil.		le kil.		le kil.
Maximum.	1833	12 fr.	1839	10 fr. 40	1845	9 fr. 30	1852	9 fr. »	1860	10 fr. »
Minimum.	1831	6 75	1842-43	7 fr. 75	1848	5 fr. 25	1854	7 fr. 75	1855	8 fr. 10

Entrée en franchise :

Maximum.	1864	le kil.	9 fr. 50	1873	le kil.	7 fr. 75
Minimum	1869	—	4 fr. 90	1886	—	4 fr. 35

D'après le tableau ci-dessus, les événements tels que la révolution de 1830, la révolution de 1848, la guerre de Crimée, etc., ont surtout influencé les cours jusqu'au moment où les laines furent affranchies de tout droit à l'entrée. Les crises politiques ne déterminèrent plus alors exclusivement la baisse qui, par des oscillations successives, s'accentua jusqu'en 1886. Les arrivages toujours croissants des laines exotiques nécessaires au développement de la fabrication contribuèrent, pour une part, à la diminution de valeur des laines indigènes. Nous disons : « pour une part », car, ainsi que le remarquent les auteurs du *Tableau synoptique de l'industrie lainière*, la finesse des laines de France a diminué d'environ 20 p. 100 depuis 1860.

D. — Comme dans toutes les industries, les perfectionnements mécaniques ont provoqué la hausse des salaires, qui, de 1 fr. 50 par jour en 1813, s'élevèrent lentement, tout d'abord, à 2 francs (1830). En 1850, les ouvriers fileurs et tisseurs ne gagnaient encore que 2 fr. 25, mais, au cours des années suivantes, la journée fut portée à 4 fr. 25 (1860), à 5 francs en 1868.

Le prix de la main-d'œuvre, demeuré invariable de 1868 à 1882, a subi, par la suite, une réduction sensible et n'est plus évalué qu'à 4 fr. 50 de-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

puis 1888. Les efforts de la concurrence étrangère, le resserrement des débouchés réagissent sur tous les éléments du prix de revient et expliquent cette dépréciation regrettable.

E. — Les exportations de lainages n'étaient, en 1815, que de 35 millions de francs; dès l'année suivante, elles s'élevaient à près de 70 millions, pour retomber, il est vrai, au-dessous du chiffre du début (24 millions en 1827). A dater de cette époque jusqu'en 1860, la progression est assez régulière et dépasse, pour la dernière année, 225 millions de francs.

Durant la période inaugurée par les traités de commerce, les fluctuations s'accentuent notablement : la somme des exportations s'élève à 355 millions de francs en 1864, pour revenir à 225 millions en 1868 (le même chiffre qu'en 1860), remonte à près de 270 millions en 1869, pour retomber à 235 millions en 1870, puis atteint au *summum* (400 millions en 1881 et oscille entre 330 millions (1885), 375 millions, l'année d'après, 325 millions en 1888 et 345 millions en 1889.

Si l'on remarque que, contrairement à ce qui s'est produit pour le *peigné*, le régime économique de 1860 a été particulièrement défavorable au *cardé*, on voit que l'accroissement des exportations de tissus de laine est surtout dû à l'avance que la première de ces industries a su conserver sur les spécialités similaires de l'étranger.

F. — Les importations de laines, déduction faite des exportations, après avoir longtemps suivi la même loi que les exportations de tissus et être passées de 5 millions de francs, en 1815, à 150 millions, en 1860, pour retomber à 115 millions, en 1870, et se relever à 230 millions, l'année suivante, oscillent d'une façon presque régulière entre :

255	millions de francs	(1874)	et	210	millions de francs	(1875)
218	—	(1876)	—	205	—	(1879)
245	—	(1880)	—	210	—	(1881)
250	—	(1883)	—	190	—	(1884)
265	—	(1885)	—	210	—	(1888)

La quasi-uniformité de ces alternances résulte, à la fois, de la spéculation commerciale et du dernier élément figuré sur le tableau synoptique de la Société industrielle de Reims : les exportations de fils de laine.

G. — Ces exportations qui, de 1829 à 1839, étaient évaluées à moins de 1 million de francs, dépassaient 5 millions en 1848, atteignaient 10 millions approximativement en 1860, puis s'élevaient à 50 millions de francs en 1871.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Depuis lors, le même total a été atteint deux fois, en 1880 et en 1886 la valeur des fils exportés n'est jamais descendue au-dessous de 25 millions et a atteint, l'année dernière, à la somme de 55 millions de francs.

En résumé, si, pour l'année 1889, on additionne les exportations

de tissus de laine.	345	millions de francs
et de fils	55	—
Ensemble	400	—
et si l'on déduit les sommes payées pour les importations de laines	225	—
Il reste	175	—

que fournit au pays l'industrie des lainages.

Le tableau que nous avons essayé d'analyser, a le mérite de faire ainsi ressortir, sous une forme très explicite, l'importance d'une de nos grandes industries, d'en apprécier la vitalité, d'en indiquer les allures, les *desiderata*. Il serait à souhaiter que, pour les autres branches de l'activité nationale, des réunions aussi compétentes que la Société industrielle de Reims missent de semblables documents à la portée des intéressés.

MEUNERIE

SUR L'OUTILLAGE DE LA MEUNERIE MODERNE, PAR M. TEISSET, AU NOM DE MM. BRAULT, TEISSET ET GILLET, CONSTRUCTEURS-MÉCANICIENS A CHARTRES (1)

On a cru longtemps, et nous avons tous partagé cette erreur, que les meules seules permettaient de réduire le grain de blé en farine.

Nous possédions les meilleures carrières meulières connues, celles de la Ferté-sous-Jouarre; tous les meuniers du monde étaient nos tributaires, nos ouvriers meuniers, nos rhabilleurs se répandaient partout à l'étranger et leur supériorité était incontestable.

La réputation de la meunerie française était universelle, pendant longtemps elle avait eu le privilège d'écouler sur les principales places de l'Europe le trop-plein de sa fabrication, quand tout à coup on vit ses produits absolument délaissés, et d'exportateurs que nous étions, nous devînmes importateurs.

L'émotion fut grande à ce moment, surtout lorsque la place de Paris fut envahie par les farines hongroises d'abord, et enfin par les farines belges; tout le

(1) Communication faite à la Société dans sa séance du 14 février 1890.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

monde savait en effet que la réputation des Belges comme meuniers avait été médiocre jusqu'alors.

On s'émut à bon droit, la Chambre syndicale des grains et farines organisa un ensemble d'expériences comparatives entre, d'une part, l'ancien système de mouture qui seul était pratiqué en France, et d'autre part, les divers systèmes par engins métalliques qui venaient d'être inaugurés à l'étranger. Une commission composée de savants et de meuniers fut instituée sous la présidence de M. Dubray, commission à laquelle M. Aimé Girard et M. Grandvoinnet apportèrent le concours de leur expérience dans l'art de la meunerie.

De ces expériences résulta sans aucun doute possible la supériorité manifeste de la mouture à cylindres.

Nous aurions pu assurément venir plus tôt vous entretenir de cette révolution dans l'art de la meunerie, mais, comme toute chose nouvelle, celle-ci avait eu à lutter contre la routine chez ceux même qui étaient les plus intéressés à l'accepter franchement; et nous avons cru bon d'attendre que ce progrès fût incontesté pour venir vous le présenter.

Dès 1878, nous commencions à nous occuper des appareils de mouture à cylindres; à cette époque, les cylindres Ganz commençaient à être importés en France et peu à peu s'y répandaient en même temps que d'autres appareils similaires. Jusqu'en 1885, cependant, l'emploi des engins nouveaux était resté très limité et c'est à cette époque seulement qu'on vit la transformation de la meunerie s'affirmer avec décision. Depuis, on peut dire que toutes les grandes usines de mouture ont été transformées, les usines moyennes et les petits moulins à leur tour maintenant commencent à suivre l'exemple qui leur a été donné,

La grande Exposition de 1889 a consacré le triomphe définitif du nouveau système, et nous venons aujourd'hui vous l'exposer brièvement, heureux d'appeler les premiers votre attention sur une question qui intéresse à un si haut point le développement et le perfectionnement de notre industrie nationale.

Les chiffres suivants suffisent à établir l'importance de la transformation apportée par la mouture à son outillage depuis six ans.

En 1883, les moulins transformés en France par la maison Brault, Teisset et Gillet seulement, représentaient une production de 750000 quintaux de farine;

En 1884, 850000 quintaux;

En 1885, 1200000 quintaux;

En 1886, 1450000 quintaux;

En 1887, 1700000 quintaux;

En 1888, 2000000 quintaux;

En 1889, 2500000 quintaux.

Avant d'indiquer la succession régulière des opérations qui constituent le procédé de la mouture à cylindres, opérations que nous décrirons en détail à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la fin de cette communication, nous appellerons d'abord l'attention sur la construction même des appareils qui ont remplacé les meules.

Procédés de mouture par cylindres

Dans le procédé de mouture par cylindres, on fait usage de deux genres d'appareils qui ne diffèrent que par la nature de la surface des cylindres entre lesquels passe le grain ou ses dérivés.

1° Le *broyeur* à cylindres cannelés, qui n'est employé que pour séparer l'écorce de l'amande du grain.

2° Le *convertisseur* à cylindres unis, destiné à transformer les gruaux en farine.

Le broyeur se compose de quatre cylindres cannelés en hélice dont les axes sont dans un même plan horizontal; ces cylindres travaillent deux à deux, constituant en quelque sorte deux appareils sur le même bâti; ils sont animés de vitesses différentes.

Entre les cylindres de ce broyeur, on ne saurait obtenir une pression suffisante pour convertir les gruaux de blés durs en farine; aussi, à sa suite emploie-t-on le convertisseur. Cet appareil se compose de trois cylindres superposés, travaillant comme deux paires de cylindres, et à l'aide desquels on peut, à volonté travailler deux nappes de produits, ou soumettre le même produit à deux compressions successives.

Description du broyeur. — Le moulin est représenté en vue extérieure de face par la figure 1 (pl. 53), et en projection horizontale par la figure 2.

La figure 3 montre l'appareil en coupe verticale; dans la partie gauche, la coupe passe par l'axe de l'un des cylindres d'alimentation tandis que du côté droit la coupe est faite entièrement par le milieu.

La figure 4 est une coupe horizontale passant par les axes des 4 cylindres.

La figure 5 donne une coupe transversale par le plan vertical de symétrie.

Ce broyeur se compose, comme nous l'avons dit, de 4 cylindres cannelés en hélice, travaillant deux à deux et animés de vitesses différentes.

Le bâti de cet appareil est constitué par deux chevalets A, reposant sur une plaque de fonte B, et maintenus à l'écartement voulu par des entretoises *a*.

La figure 6 représente l'un de ces chevalets vu moitié d'un côté, moitié de l'autre.

Ces chevalets sont disposés pour recevoir les deux cylindres du milieu CC'; les tourillons tournent dans des coussinets en bronze dont les paliers sont fondus avec les chevalets, les chapeaux seuls sont rapportés et fixés par des boulons. Sur ces chevalets dont la section a la forme d'une cornière, sont boulonnés les supports A des cylindres distributeurs E. Aux cylindres du milieu en correspondent deux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

autres de même diamètre et disposés de façon à pouvoir être rapprochés ou éloignés des deux premiers à volonté ; à cet effet, l'axe de chacun d'eux est supporté par des paliers fondus aux extrémités de deux balanciers F, susceptibles d'osciller d'une petite quantité autour de l'axe *f*. Des contrepoids P sont montés à l'extrémité de leviers *p*, dont les axes d'articulation sont fixés au bâti ; ils ont pour effet de rapprocher les cylindres extrêmes des cylindres milieux, et d'exercer sur ceux-ci une pression qui peut atteindre 1 400 kilogrammes, les contrepoids pesant 25 kilogrammes chacun. Cette disposition a encore l'avantage de permettre aux cylindres D,D′ de s'écarter librement si un corps dur se trouvait mélangé aux matières à travailler.

Un volant à main *v*, vissé sur un goujon fixé au bâti, limite l'amplitude du mouvement du balancier F.

Les extrémités des leviers *p* sont reliées par des chaînes *g′* aux manivelles d'un arbre coudé *g* que l'on peut faire tourner au moyen d'un levier ; lorsque celui-ci est à droite, les chaînes laissent agir les contrepoids ; quand au contraire il est à gauche, elles le soulèvent et éloignent les cylindres mobiles des cylindres fixes. Cette disposition permet d'arrêter brusquement l'action des cylindres, et de la rétablir de même, sans avoir à toucher aux volants *v*, qui ne doivent servir qu'à régler leur écartement selon la nature du travail à effectuer.

La figure 6 montre la façon dont les balanciers F sont suspendus : on voit que l'axe *f* est porté aux deux bouts par une pièce triangulaire *i* que l'on fixe dans un logement ménagé à cet effet au bâti.

Une trémie T, soutenue par les supports A′ du bâti, surmonte les cylindres d'alimentation E qui distribuent les matières entre chaque couple de cylindres ; ces matières sont dirigées par les conduits en fonte H, fermés par une vitre *h*, de façon à permettre de suivre la marche de l'opération.

Les cylindres distributeurs portent des cannelures en hélice dont l'inclinaison est de 20 millimètres ; ils reçoivent leur mouvement de la poulie M calée sur le cylindre C ; le moyeu des poulies M présente à cet effet, en un certain endroit, la forme d'une petite poulie *m* qui commande par courroie la poulie N ; celle-ci transmet son mouvement au rouleau E, par l'intermédiaire des engrenages *n*, *n′*, *o*, et au rouleau E′ par l'intermédiaire des engrenages *n* et *o′*.

Ajoutons que des registres *r* manœuvrés au moyen de vis *r′* servent à régler l'écoulement des matières de la trémie.

Les cylindres sont cannelés en hélice sous un angle de 15 à 20 degrés, de sorte que les cannelures des deux cylindres forment entre elles un angle de 30 à 40 degrés.

Ce mode de canneler les cylindres appartient à la maison Ganz qui l'a fait breveter ; il a pour but d'éviter les inconvénients des cannelures droites, qui s'accrochent, et qui, par cela même, rendent le réglage des cylindres très difficile.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les cylindres du milieu sont commandés séparément par les poulies M, M′; ils donnent aux cylindres D et D′, par l'intermédiaire des engrenages Q, q et Q′, q', un mouvement retardé par rapport à celui dont ils sont eux-mêmes animés.

Un système de raclettes x munies de contrepoids X sert à empêcher les matières d'adhérer aux cylindres; on n'en fait usage que si les blés à traiter sont chargés d'ail.

L'ensemble des quatre cylindres est renfermé dans un coffrage en bois formant trémie divisée par la cloison z.

Les dimensions principales des diverses parties de la machine sont les suivantes :

Les cylindres ont 220 millimètres de diamètre, leur longueur varie de 352 à 475 millimètres suivant l'importance de l'usine. La maison Brault, Teisset et Gillet construit quatre numéros d'appareils ayant respectivement les longueurs de 342, 475, 650 et 750 millimètres.

Les roues chevronnées q, q' et Q, Q′, ont respectivement pour diamètres primitifs 315,2 et 118 millimètres, leur nombre de dents étant 18 et 48 et les poulies faisant 250 tours environ, on voit que les cylindres extrêmes ont une vitesse un peu supérieure à 93 tours à la minute. Voici les dimensions des engrenages commandant les rouleaux distributeurs.

	Diamètres primitifs.	Nombre de tours.
Poulie m	95	250
— n	290	82
Pignon n	55	19
— n'	70,5	25
Roues o	170	60

D'après ces données, il est facile de se rendre compte des vitesses des rouleaux E, E′ qui font 18 tours environ par minute.

Description du convertisseur. — L'appareil est représenté en coupe transversale par la figure 1.

La partie de gauche de la figure 2 est une coupe en élévation passant par les axes des trois cylindres et celle de droite représente la vue de face de l'appareil en élévation; elle représente aussi avec la figure 5 en élévation et en plan la commande de la vis et des distributeurs.

La figure 3 montre la vue de côté ou le profil de l'appareil, du côté de la poulie de commande.

La figure 4 est une coupe horizontale de l'appareil, faite à hauteur de l'axe du cylindre supérieur.

L'appareil en plan nous est montré par la figure 5.

La figure 6 est une coupe faite suivant le milieu des paliers, de façon à bien faire comprendre le mécanisme de réglage des cylindres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'appareil comporte trois cylindres en fonte trempée, calés à la presse hydraulique sur des arbres en acier de première qualité ; ces cylindres n'ont pas tous le même diamètre, les cylindres supérieurs et inférieurs ont 220 $^{m}/_{m}$ de grosseur tandis que celui du milieu a 280 $^{m}/_{m}$: cette différence de diamètre nous permet de donner au cylindre milieu la même vitesse qu'aux autres, puisque la vitesse différentielle est obtenue par la différence des diamètres ci-dessus.

L'axe du cylindre milieu A tourne dans des paliers fixes, boulonnés sur les flasques parallèles C, C′ du bâti C″ ; les axes des cylindres extrêmes B et B′ tournent dans des paliers montés à l'extrémité de leviers mobiles qui permettent de les régler facilement.

En passant, nous ferons remarquer que les paliers ci-dessus I, I′, I″ sont très longs, et qu'ils sont graisseurs ; ce graissage continu se fait au moyen d'une mèche métallique système Piat.

Les leviers, portant les paliers des cylindres supérieurs et inférieurs, viennent s'adapter chacun sur les flasques *c* et *c′*, au moyen d'un axe rond, portant un écran et une rondelle (fig. 4 et 6).

De plus, par un dispositif spécial (fig. 6), lorsque les cylindres sont un peu usés, on peut rapprocher les axes, en se servant des encoches pratiquées dans une des extrémités de ces leviers.

L'autre extrémité de chacun de ces leviers est fixée sur un support en forme d'équerre au moyen d'un coulisseau et d'un axe avec rondelles et écrous. Ces supports à retour d'équerre sont eux-mêmes articulés sur les boîtes ci-dessous, chacun au moyen d'un axe portant une rondelle et un écrou (fig. 4 et 6).

Deux boîtes contenant tout le mécanisme de manœuvre des cylindres sont rapportées sur les flasques C et C′, chacune au moyen de deux boulons.

Dans chacun des leviers à retour d'équerre J et J′ viennent se fixer des ressorts à cinq lames K et K′ afin de donner la pression nécessaire aux cylindres ; chacun de ces ressorts est réglé par deux vis à tête à 6 pans, qui, elles-mêmes, sont fixées sur les leviers J et J′.

Quatre volants de manœuvre N, N, N′ N′ formant écrou, avec leurs contre-écrous à queue, viennent se placer sur les supports ou leviers en forme d'équerre, afin de régler le parallélisme des cylindres.

Ces volants avec contre-écrous à queue sont fixés aux ressorts au moyen de tiges filetées, et derrière chacun de ces ressorts, s'en trouve un autre petit enroulé en spirale, afin de conserver toujours une certaine pression à la grande branche de chacun des ressorts.

L'autre extrémité K K et K′ K′ vient se prendre entre deux rondelles, qui, elles-mêmes, sont fixées sur des axes filetés T à œil avec écrous.

Deux chapeaux, placés sur les boîtes dont nous avons parlé précédemment, servent de glissières aux tiges ci-dessus.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un volant L avec poignée, rochet et cliquet calé sur un arbre à deux excentriques N, permet, à l'aide des tiges à œil T, d'éloigner ou de rapprocher les cylindres.

D'après ce qui précède, on peut comprendre très facilement le fonctionnement de cet appareil.

Lorsque l'on veut régler le parallélisme des cylindres, on n'a qu'à serrer plus ou moins les volants N formant écrous; une fois cette première opération faite, on éloigne ou on rapproche les cylindres à volonté, en manœuvrant le volant L, qui est, comme nous l'avons dit plus haut, calé sur un arbre à double coude.

La disposition des ressorts K et K' permet d'obtenir des pressions beaucoup plus fortes qu'avec des contre-poids; de plus, lorsqu'un corps étranger se trouve mélangé aux gruaux et vient passer entre les cylindres, ceux-ci se soulèvent en faisant fléchir les ressorts, et lui donnent libre passage sans détériorer l'appareil. Le mode de commande des cylindres est indiqué par la figure 1.

Une poulie D est calée sur l'axe du cylindre milieu, et imprime à celui-ci une vitesse de 200 tours; ce cylindre communique à son tour le mouvement aux deux autres, au moyen de deux paires d'engrenages à chevrons égaux (une de chaque côté).

Deux couvre-roues U U, remplis d'huile jusqu'à une certaine hauteur, préservent contre tout accident, et en même temps permettent aux rouages de baigner dans l'huile, ce qui assure leur durée et donne une marche silencieuse.

Tout le mécanisme des cylindres est renfermé dans un coffre en bois, surmonté d'une trémie distributrice E, dont la disposition est analogue à celle des broyeurs, les distributeurs étant en fonte lisse.

Ils reçoivent leur commande par l'intermédiaire d'une grosse poulie à moyeu déporté qui elle-même reçoit le mouvement d'une petite poulie placée sur l'axe du cylindre milieu. Cette première poulie communique le mouvement aux distributeurs au moyen d'un petit pignon et de deux roues droites, le premier calé sur l'axe portant la poulie à moyeu déporté, les deux autres calées respectivement sur chacun des axes des distributeurs.

Nous ferons remarquer que dans le dessous de cette trémie on a ménagé un conduit pour l'aspiration afin de tenir constamment les cylindres à la température la plus basse possible.

Les gruaux, au sortir de la trémie E, tombent sur deux plaques en bois qui les conduisent entre les cylindres.

Par une disposition tout à faite spéciale (fig. 1), les gruaux, venant de passer entre le cylindre supérieur et celui milieu, viennent tomber dans une petite vis toute en fonte qui les conduit dans la trémie inférieure, afin de sortir de l'appareil.

Cette vis reçoit son mouvement au moyen d'une poulie calée sur le cylindre inférieur, qui, elle, le transmet à une autre calée sur un des tourillons.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Des raclettes s, s', s'', s''', sont disposées de façon à détacher des cylindres les matières adhérentes.

Trois de ces raclettes s, s'', s''' sont avec contre-poids, tandis que la quatrième s' est maintenue dans sa position à l'aide d'un ressort qui lui-même est attaché sur un support spécial fixé à la trémie.

Ce convertisseur diffère du convertisseur du système Ganz en plusieurs points :

1° Les cercles d'allégement que possède ce dernier, rendent l'appareil coûteux et inutilement compliqué.

2° Les contre-poids employés dans le convertisseur Ganz sont remplacés par des ressorts qui permettent d'obtenir sans cercle des pressions tout aussi considérables, et par conséquent de pouvoir terminer très facilement la mouture complète des gruaux, quelle que soit la nature du blé auquel ils appartiennent.

3° Afin de donner la vitesse différentielle que doivent avoir les cylindres, on emploie des engrenages à chevrons égaux et on a imaginé de donner au cylindre milieu un diamètre plus grand qu'aux deux autres. Les engrenages alors s'usent moins vite et l'appareil est plus silencieux.

Enfin les cylindres sont indépendants ; on peut donner, par exemple, une pression plus grande au cylindre supérieur contre celui du milieu et une autre plus faible au cylindre inférieur contre celui du milieu, ce qui permet de faire deux passages de marchandises de mouture différente sur le même appareil. C'est là un besoin qui se produit souvent dans les petits moulins.

Appareils de sassage.

Ce n'est pas seulement sur les appareils destinés à la mouture proprement dite que les progrès de la meunerie moderne ont porté ; c'est aussi sur les appareils de division des produits, c'est-à-dire sur les blutteries et sur les sasseurs.

Parmi ces sasseurs, il en est un dont les dispositions sont toutes nouvelles, auquel nous avons donné le nom de *sasseur réforme* et que nous demandons la permission de présenter.

Cet appareil permet l'élimination complète des fins sons contenus dans les gruaux. Il peut être construit de deux façons différentes, suivant qu'il est appelé à travailler de fins gruaux ou de grosses semoules.

Dans ce premier cas, il est dit sasseur avec filtre ; dans le second, sasseur sans filtre.

Description du sasseur réforme avec filtre. — Cet appareil est représenté en coupe longitudinale par la figure n° 1 (pl. 55) et en coupe transversale passant par l'axe d'un des aspirateurs par la figure n° 2.

L'appareil se compose d'une trémie A, qui amène les gruaux sur un distributeur en fonte cannelé légèrement en hélice, afin de bien les distribuer sur les sas.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Devant cette trémie, se trouve une plaque de tôle C, renforcée à sa partie inférieure par une petite cornière soutenue par des ressorts D, que l'on règle à volonté afin de distribuer la marchandise voulue.

Le sas E est formé de plusieurs châssis recouverts de soie et sur lesquels sont disposées des séries de canaux transversaux F en fer-blanc placés à égale distance les uns des autres et laissant entre chacun d'eux un espace libre calculé de manière que les canaux occupent une section égale à la moitié de la section totale du sas.

Ce sas est légèrement incliné et est animé d'un mouvement de va-et-vient qui fait cheminer la marchandise de la tête à la queue; ce mouvement lui est communiqué par un arbre vilebrequin G et deux bielles placées sur ledit arbre.

Afin de donner à ce sas le mouvement le plus doux possible, on a imaginé un petit dispositif de bielle (fig. 3) qui donne d'excellents résultats; cette amélioration consiste à terminer en spirale l'extrémité des tiges d'excentrique, afin d'amortir les chocs.

Le sas E est suspendu et soutenu par quatre tiges en fer formant crochet à leur partie inférieure, et retenues à leur partie supérieure par des écrous à oreilles sur de petits supports en fonte placés sur le bâti (fig. 4); ce mode de suspension est préférable à celui qu'on a appliqué jusqu'ici pour ces sortes d'appareils, c'est-à-dire aux ressorts.

Au-dessus du système de canaux indiqué plus haut, se trouvent un ou deux aspirateurs HH très forts, qui créent un courant d'air puissant à travers la soie et la série de canaux.

Pour régler l'aspiration sur le sas, dans la longueur, se trouvent de petits volants I servant à manœuvrer des trappes à coulisse J, afin de donner plus ou moins d'air aux parties de tamis, au-dessus desquelles elles sont placées.

Il est bon de remarquer toutefois, en passant, qu'entre chaque châssis composant le sas, se trouvent de petites séparations en bois K, servant à empêcher le courant d'air, de se répandre à égale pression, sur toute la surface du tamis : cela fait que dans chaque case on peut donner, à l'aide de trappes qui sont au-dessus, l'aspiration nécessaire à la nature de gruaux à traiter, et obtenir ainsi un parfait fonctionnement.

La figure 2 nous montre, en coupe, deux gouttières LL, qui recueillent les petits sons provenant des canaux, et les conduisent en queue dans deux sorties destinées à les recevoir.

Au-dessous du tamis se trouve une brosse M mise en mouvement au moyen de deux arbres N et O, de roues à chaîne et d'une chaîne système Ewart, sur laquelle elle vient se fixer.

Cette brosse en allant nettoie la soie placée sous les différents châssis, mais ne travaille pas en revenant.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Elle est guidée dans son mouvement au moyen de guides en bois P, percés de trous.

Sous le tamis on place, à la demande, une ou plusieurs vis avec palettes en fonte, ou bien des cases à ensachoirs, suivant que l'on veut conduire les gruaux sassés au convertisseur correspondant ou les recevoir en sacs.

A la partie supérieure de cet appareil se trouve une flanelle R, qui passe sur quatre tambours Q, S, T, V et les deux premiers lui communiquent leur mouvement.

Cette flanelle est fortement battue, dans un compartiment situé à l'arrière de l'appareil et où ne s'exerce pas l'action des aspirateurs, au moyen de baguettes de jonc mises en mouvement par un dispositif spécial. Les produits qui restent adhérents sont conduits, et reçus en sacs au moyen d'une petite vis X.

Cette flanelle a un double but :

1° Elle atténue la force des aspirateurs, ce qui est nécessaire puisque les marchandises que traite ce sasseur sont très fines; puis elle permet de le faire fonctionner dans un moulin, sans avoir besoin d'un chambre à poussières, comme cela est nécessaire dans les autres systèmes.

Tout le mouvement ci-dessus est renfermé dans un coffre en bois, garni de persiennes et de portes vitrées.

Le mode de commande est très simple, et se compose des pièces ci-dessous :

Une poulie, placée sur l'arbre vilebrequin, sert à communiquer le mouvement à l'appareil.

Une deuxième poulie, placée à l'autre extrémité de l'arbre vilebrequin, commande le premier aspirateur; cet aspirateur reçoit son mouvement de la poulie ci-dessus et le transmet à son tour au deuxième par l'intermédiaire de deux autres poulies.

Une petite poulie placée à côté de celle qui reçoit la commande communique le mouvement à l'arbre intermédiaire de commande des vis.

Une ou deux paires de rouages d'angle calées sur l'arbre ci-dessus donnent le mouvement aux vis.

Un pignon Gall transmet la commande au moyen d'une chaîne à la roue Gall, calée sur l'arbre-avant des brosses, et par suite aux brosses.

Sur un petit arbre intermédiaire, qui reçoit le mouvement de l'arbre de la vis, au moyen d'une paire de rouages droits, se trouve un pignon Gall qui, lui, va communiquer son mouvement au distributeur, au moyen d'un pignon Gall à embrayage, et de là aux tambours du filtre par l'intermédiaire d'une roue Gall et d'une paire de rouages droits.

Les deux tambours de queue du filtre sont fixés dans leur axe, ce qui fait que c'est la flanelle qui leur communique leur mouvement de rotation.

Un pignon Gall, placé sur l'arbre arrière des brosses, communique le mouve-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment au frappeur ainsi qu'à la petite vis recevant les déchets de la flanelle, au moyen de roue Gall et de chaîne.

D'après l'exposé sommaire ci-dessus, on comprendra facilement la marche de l'appareil.

Le sas est animé d'un mouvement de va-et-vient par l'arbre vilebrequin et les deux bielles, ainsi que nous l'avons déjà dit, et fait cheminer la marchandise de la tête à la queue.

Les aspirateurs sont mis en mouvement, et l'air, arrivant de l'extérieur à la partie inférieure du tamis, traverse la soie et soulève les particules de sons, dont la densité est bien moindre que celle de la farine, et les entraîne; au passage des canaux, la section étant réduite, la vitesse de l'air augmente, en vertu du théorème de Bernouilli, puis le canal franchi, il y a épanouissement du courant, réduction de vitesse, et les particules légères entraînées se déposent, les plus lourdes dans les canaux, les autres vont à la flanelle à laquelle ils adhèrent et qui les entraîne aussitôt.

Les déchets des canaux sont reçus dans les gouttières dont nous avons déjà parlé, puis conduits en queue pour être reçus en sacs.

La brosse placée sous le tamis nettoie régulièrement la soie, et empêche celle-ci de se gommer.

Tous les gruaux propres passant à travers la soie sont reçus en sacs ou conduits par la ou les vis au convertisseur qui leur est destiné.

La poulie de commande doit faire 500 tours.

Ces appareils se construisent simples ou doubles et de différentes dimensions.

Lorsque ces sasseurs sont doubles, chacun des deux compartiments est indépendant, et possède des moyens de réglage distincts, ce qui permet de traiter des natures de gruaux différents, sur chaque compartiment du sas. C'est là un avantage considérable pour les petits moulins.

Description du sasseur réforme sans filtre. — L'appareil est représenté en coupe longitudinale par la figure 3 (pl. 55) et en coupe transversale passant par l'axe de l'aspirateur par la figure 4.

Ce sasseur est identique comme description au précédent, sauf les modifications suivantes :

A la partie supérieure de cet appareil se trouve, au lieu de la flanelle, une deuxième série de canaux établis longitudinalement et destinés à recevoir les seconds déchets Q, puis une brosse R mise en mouvement au moyen de deux arbres S et T munis de roues à chaîne et d'une chaîne sur laquelle vient se fixer la brosse.

Cette brosse en allant nettoie cette seconde série de canaux, et ne travaille pas en revenant; elle conduit les déchets des canaux dans une petite trémie, au fond de laquelle se trouve une vis X qui les conduit à une petite trappe où l'on les reçoit en sacs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le mode de commande de cet appareil est le même que celui du sasseur avec filtre : nous n'insisterons donc pas davantage sur ce point.

Voici quelle est la marche de cet appareil.

Le sas est animé d'un mouvement de va-et-vient, qui lui est communiqué par l'arbre vilebrequin et les deux bielles, afin de faire cheminer la marchandise de la tête à la queue.

L'aspirateur est mis en mouvement au moyen d'une poulie placée sur l'arbre vilebrequin, et l'air, arrivant de l'extérieur à la partie inférieure du tamis, traverse la soie, et soulève les particules de sons, dont la densité est moindre que celle de la farine. Au passage des premiers canaux, la section étant réduite, la vitesse de l'air augmente ainsi que nous l'avons déjà dit dans la description et le fonctionnement du sasseur avec filtre et les particules de sons les plus lourds se déposent dans les premiers canaux, les autres se trouvent entraînés plus loin par l'aspirateur.

Comme au-dessus de cette première série de canaux il s'en trouve une seconde, en vertu du même théorème que nous avons déjà énoncé, les seconds déchets se déposent dans ces canaux, puis de là sont conduits à la petite vis et reçus en sacs.

Les premiers déchets sont reçus dans les gouttières LL dont nous avons déjà parlé, puis conduits en queue pour être reçus en sacs.

Les particules qui n'ont pu se déposer ni dans les premiers ni dans les deuxièmes canaux sont entraînées par l'aspirateur, puis conduits dans une chambre ou dans un collecteur à poussières, qui pour cette sorte d'appareil est indispensable.

La ou les brosses placées sous le tamis nettoient régulièrement la soie, et empêchent celle-ci de se gommer.

Tous les gruaux propres passant à travers la soie sont reçus en sacs, ou conduits par la ou les vis au convertisseur qui leur est destiné.

La poulie de commande doit faire 450 tours.

Ces appareils se construisent simples ou doubles et de différentes dimensions. L'énergie de leur aspiration les rend propres surtout au sassage des semoules, tandis que les appareils munis des filtres sont surtout destinés aux fins gruaux.

Exposé des opérations successives de la mouture aux cylindres.

Pour faire comprendre les conditions dans lesquelles les appareils nouveaux que nous venons de décrire fonctionnent au moulin, nous suivrons à l'aide du diagramme n° 1 le travail de la mouture d'un établissement traitant 250 quintaux de grains par journée de 24 heures.

La mouture du blé comporte, dans ce cas, cinq opérations bien distinctes :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1° Le nettoyage, 2° le broyage; 3° le sassage; 4° le désagrégeage; 5° le convertissage.

Nettoyage. — Dans un moulin à cylindres, le nettoyage n'a rien de particulier comparé à celui qui doit exister dans un moulin à meules.

La nomenclature des appareils nécessaire à un nettoyage complet reste la même; elle comprend :

1° Tarare avec émoteur; 2° épierreur; 3° trieur; 4° colonne-euréka; 5° brosse

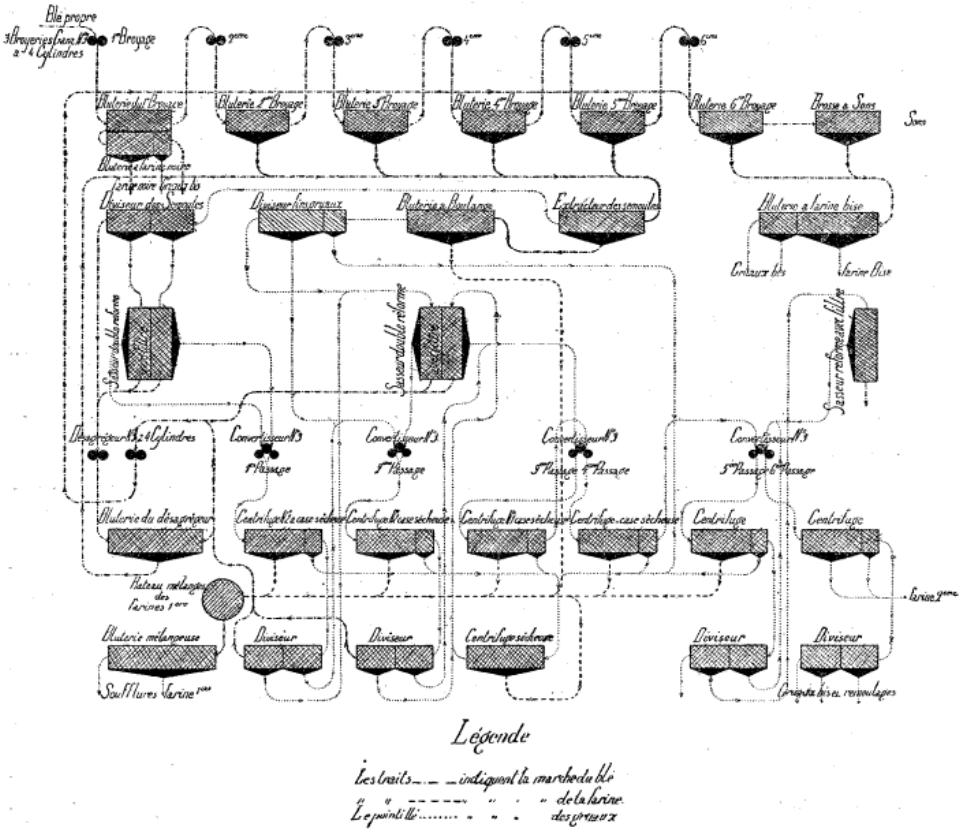


Fig. 1. — Diagramme pour une mouture à cylindres de 250 quintaux de blé en 24 heures.

à blé; 6° tarare simple finisseur ou autrement dit aspirateur; 7° appareil magnétique.

En outre de ces appareils, dans certains moulins où l'on est appelé à traiter des blés durs, une laveuse est nécessaire.

De plus, suivant la nature des blés à traiter, il est bon, abstraction faite des blés durs qui doivent toujours être lavés, d'avoir un mouilleur qui permette

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'humecter légèrement les blés, pour faciliter leur trituration, et éviter de trop briser les sons, accident qui se présente lorsqu'on moud des blés trop secs.

Broyage. — Les blés, étant parfaitement nettoyés, sont passés sur une paire de cylindres taillés à 350 cannelures avec une faible pression, de façon à les briser le moins possible, mais de façon aussi à effectuer la séparation des deux lobes du grain, afin de faire sortir du sillon la poussière qui n'a pu être extraite au nettoyage.

Tous les produits résultant de ce premier concassage, qui peut être considéré comme une opération complémentaire du nettoyage, sont dirigés dans une bluterie garnie de toile métallique, qui tamise la poussière mélangée d'un peu de farine, et de gruaux produits par ce broyage, et rejette les granules de blé sur la deuxième paire de cylindres.

Les produits tamisés dans la bluterie garnie de toile métallique, sont immédiatement repris par une autre bluterie garnie de soie, qui sépare la farine noire des quelques gruaux auxquels elle était mélangée.

Ces gruaux rentrent ensuite dans la mouture, soit qu'on les mélange avec les produits dirigés sur la deuxième paire de cylindres, soit qu'on les tire à part pour les traiter isolément.

Quant à la farine noire, elle est reçue immédiatement en sacs ; le meunier en tire ensuite le meilleur parti possible.

Une petite proportion de germes et de petits sons est recueillie à la jetée de cette bluterie.

La quantité de farine noire produite à ce premier broyage est d'environ 1/2 à 1 p. 100 de la quantité de blé engrené.

Les produits dirigés sur la deuxième paire de cylindres taillés à 400 cannelures subissent alors un deuxième broyage. A ce passage, les cylindres sont un peu plus rapprochés que dans le cas précédent.

Après blutage dans une bluterie garnie de toile métallique, les granules de blé sont envoyées sur la troisième paire de cylindres taillés à 450 cannelures.

Après le troisième broyage, on blute comme dans les deux cas précédents, et on renvoie les produits restant à la quatrième paire de cylindres taillés à 500 cannelures, puis à la cinquième taillée à 600 cannelures, et enfin à la sixième, taillée à 700 cannelures, toujours en blutant après chaque passage, dans une bluterie garnie de toile métallique.

Tous les produits blutés pendant le travail des deuxième, troisième, quatrième et cinquième broyages, sont réunis ensemble et amenés dans une bluterie dite extracteur, où nous allons les reprendre après avoir suivi les produits passés au sixième broyage.

A ce moment de la mouture (sixième broyage), il ne nous reste plus que les sons, mais ceux-ci sont encore chargés d'une partie de l'amande du grain. Cette

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dernière partie de l'amande est enfin réduite en farine au cours de cette dernière opération. Les produits qu'elle fournit traversent une bluterie garnie de toile métallique tamisant la farine et les gruaux produits, tandis que le refus de la bluterie est envoyé dans une brosse à sons qui a pour but d'enlever le peu de farine qui aurait pu rester après les sons; ceux-ci enfin sont rejetés en queue de la brosse, parfaitement curés.

La farine provenant de la brosse à sons est réunie à celle de la bluterie du sixième broyage encore mélangée de gruaux, et le tout est dirigé dans une bluterie de 5 à 6 mètres de longueur (cette grande dimension est nécessaire à cause de la nature de la farine qui est très grasse), garnie de soie. Elle extrait sur les deux tiers de sa longueur la farine, et dans l'autre tiers les gruaux.

Ces produits sont généralement reçus en sacs; mais on peut les faire rentrer automatiquement dans la mouture. Dans ce cas, la direction à donner à ces produits est subordonnée à la qualité de farine que l'on veut obtenir, c'est pourquoi le plus généralement on la tire à part.

Reprenons maintenant les produits du broyage qui, comme nous l'avons dit, sont amenés dans une bluterie appelée extracteur. Cette bluterie, garnie en soie de Zurich triple force, ou en toile de laiton du numéro 50 à 60, tamise la farine et les fins gruaux, qui sont envoyés dans une bluterie ordinaire, d'où est extraite la farine de premier jet, dirigée immédiatement sur le râteau mélangeur. Le refus de cette bluterie va dans une autre (diviseur à finots), divisée en deux cases : les produits de la première sont envoyés dans une bluterie sécheuse spéciale dont nous reparlerons plus loin.

Les produits de la deuxième qui ne sont autres que des gruaux, sont envoyés directement sur un convertisseur; nous y reviendrons également.

Enfin le refus de cette bluterie vient se mélanger avec le refus de l'extracteur, et le tout est dirigé dans une nouvelle bluterie, appelée diviseur à semoules, ainsi dénommée parce qu'elle ne reçoit absolument que les semoules provenant du broyage. Elle les divise en deux catégories : grosses et fines, chacune des deux cases correspondant à un sasseur.

Sassage. — Cette opération, ou plutôt les opérations successives de sassage, que nous allons examiner, sont une des parties les plus importantes de la mouture.

En effet, par les opérations précédemment décrites, nous avons réduit successivement le blé en ne lui donnant qu'une faible pression au premier broyage, et augmentant cette pression à chacun des passages suivants, jusqu'à ce que nous ayons éliminé les gros sons, mais ceux-ci seulement; les sons fins sont restés en effet mélangés ainsi qu'une grande partie des germes, avec les semoules que nous devons sasser.

Si ces produits restaient mélangés aux semoules, ils seraient brisés et pulvérisés avec elles, ce qui donnerait cette farine terne que fournit la fabrication par meules.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les deux premiers sasseurs dont nous nous servons ont pour but précisément de séparer ces différents produits.

Les secousses imprimées au tamis par les bielles font glisser les produits engrenés qui se divisent ainsi :

1° Les semoules propres passent à travers des tamis.

2° Une forte aspiration au-dessus du tamis du sasseur enlève toutes les matières légères, telles que : petits sons qui sont recueillis soit dans une chambre d'aspiration, soit dans un collecteur spécial.

3° Les produits qui n'ont pu passer au tamis, qui ne sont autres que des germes et des granules de blé adhérents pour la plupart à de petits sons, sont rejetés par le tamis et envoyés sur un désagrégeur, opération que nous aborderons plus loin.

Tel est le travail des deux premiers sasseurs employés à la purification des semoules.

Nous trouverons encore d'autres sasseurs dans le courant de la mouture en parlant de la question du convertissage. Le travail de ceux-ci est absolument le même que celui que nous venons d'indiquer, à cette différence près qu'ils n'ont plus à travailler les mêmes produits, mais des fins gruaux.

Désagrégeage. — Cet appareil qui n'est autre qu'un broyeur à quatre cylindres ne diffère du broyeur précédemment décrit que par un point, que voici : deux des cylindres sont lisses tandis que les deux autres sont taillés à 900 cannelures.

Ainsi que nous l'avons vu, les produits rejetés par les deux sasseurs à semoules, sont envoyés au désagrégeur (sur la partie de cylindres lisses) dont le but est du désagréger ou séparer les petits sons des granules de blé qui y sont adhérents.

Les produits résultant de ce travail sont envoyés dans une bluterie garnie de soie. Tout ce qui a été tamisé est réuni aux produits provenant des deuxième, troisième, quatrième et cinquième broyages, et rentre ainsi en mouture.

La jetée de cette bluterie est envoyée sur la deuxième paire de cylindres, taillés à 900 cannelures en se mélangeant avec les refus des diviseurs après centrifuges, et les refus des sasseurs à fins gruaux.

Les produits résultant de cette deuxième opération de désagrégeage sont envoyés dans la bluterie à garniture métallique du sixième broyage où les petits sons se mélangent aux gros, les farines aux farines de même nature et les gruaux avec leurs similaires.

Convertissage. — Le convertissage a pour but de réduire en farine les semoules produites par le broyage.

Les semoules tamisées aux deux sasseurs sont envoyées sur un convertisseur à trois cylindres, recevant d'un côté les grosses, et de l'autre les fines semoules traitées ainsi séparément.

Les produits résultant de ce premier convertissage sont ensuite réunis

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ensemble, et envoyés dans une centrifuge qui en extrait la farine, et les gruaux restant sont encore renvoyés dans un diviseur où ils se divisent en deux cases.

La première reçoit les gruaux propres et secs qui sont immédiatement dirigés sur le convertisseur suivant pour subir une deuxième opération de convertissage.

La deuxième reçoit les gruaux à purifier qui sont envoyés sur un sasseur, où ils se mélangent avec la jetée du diviseur à finots, qui donne des produits semblables.

Ces deux cases correspondent, comme dans le cas précédent, à chacun des deux côtés du convertisseur qui fait la deuxième opération.

Cette opération s'effectue de la même manière que la précédente pour les troisième, quatrième, cinquième et sixième passages à cette différence près qu'à la suite du troisième passage, on ne rencontre plus de sasseur qu'avant le sixième et dernier passage et que chacune des opérations se fait sur un côté seulement d'un convertisseur et non sur les deux.

Chaque centrifuge possède en queue une case donnant une farine ronde, c'est-à-dire mélangée avec de fins gruaux.

Toutes ces cases sont réunies ensemble et viennent aboutir dans une centrifuge dite *sécheuse*, qui extrait la farine proprement dite, et rejette les gruaux qui rentrent en mouture au troisième passage du convertissage après une opération de sassage.

Toutes les farines de centrifuges réunies aux farines de premier jet viennent aboutir dans un râteau d'où ces produits sont déversés dans une bluterie mélangeuse ou de sûreté : les farines au sortir de cette bluterie peuvent être directement ensachées.

En général, ces farines, au lieu d'être reçues en sacs, tombent dans une chambre, en attendant qu'elles soient empochées.

Pour rendre plus saisissants les résultats de la mouture par cylindres et les comparer au travail des meules, il nous a paru intéressant de soumettre à la Société d'Encouragement, à côté du diagramme que nous venons d'expliquer (fig. 1), le diagramme d'un moulin à meules traitant la même quantité de blé en 24 heures (fig. 2).

Le nettoyage est le même.

Le blé nettoyé est amené en même temps sur toutes les paires de meules du moulin. Là, du premier coup, on produit le plus de farine possible ; les produits de ces meules arrivent dans un râteau dit râteau, à boulange, où ils séjournent un peu et se rafraîchissent, puis ils passent dans une série de bluteries :

1° Bluterie à extraire qui sépare le son des gruaux et farines ;

2° Bluterie à boulange qui sépare les farines des gruaux ;

3° Une bluterie dite sécheuse, qui achève d'enlever aux gruaux la farine qui a pu échapper à la bluterie à boulange ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

4° Enfin un diviseur à gruaux.

La farine est dirigée de suite dans une chambre dite à farine.

Les gruaux dans les usines bien conduites vont à un sasseur qui les épure, puis ils sont amenés à la meule à gruaux qui les réduit en farine.

Les produits de cette meule passent à travers une bluterie à farine de gruaux, qui extrait la farine, puis les gruaux sont conduits à un diviseur, et de là aux sasseurs.

Enfin la meule les reprend jusqu'à complet achèvement de la mouture.

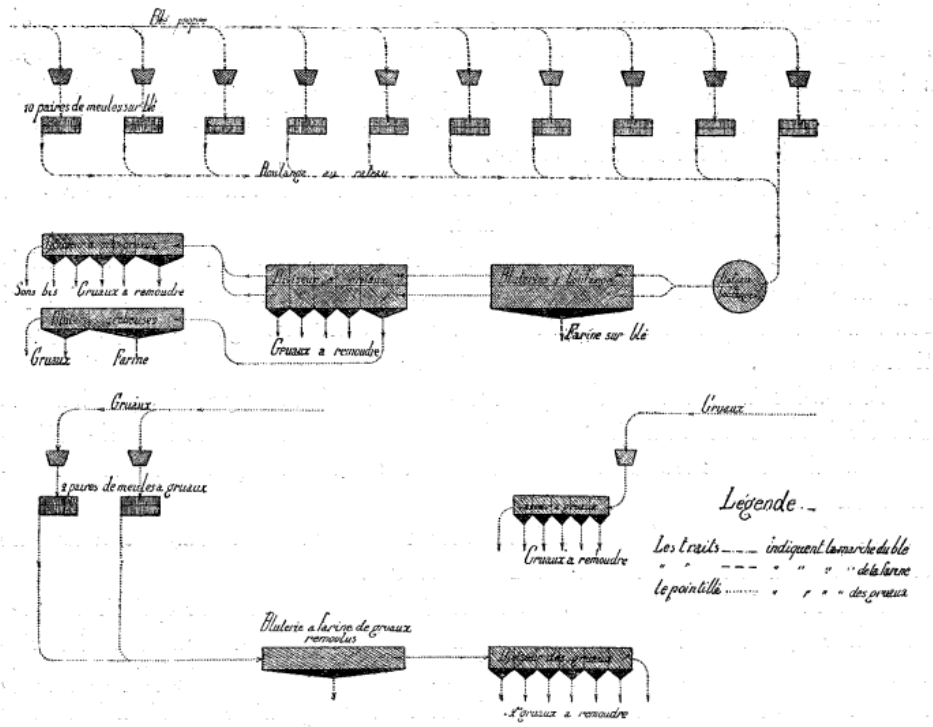


Fig. 2. — Diagramme pour une mouture à meules de 250 quintaux de blé par 24 heures.

Les farines de gruaux vont se joindre aux farines de boulange dans un râteau mélangeur ; on les blute à nouveau une dernière fois dans une bluterie dite mélangeuse, qui achève et complète l'opération.

A la suite de cet exposé rapide des deux systèmes de mouture, il convient d'indiquer rapidement les différents avantages que le système des cylindres présente sur le système des meules.

Dans la mouture à cylindres on cherche à ouvrir d'abord le grain nettoyé ; on le nettoie à nouveau après que les deux lobes sont entr'ouverts, puis on s'efforce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par les différents passages aux broyeurs de séparer l'amande de l'écorce en agissant progressivement, et en brisant la matière le moins possible ; la marchandise reste froide pendant l'opération ; enfin le germe, cette partie huileuse qui s'oppose à la conservation des farines, est presque entièrement éliminé.

Le caractère propre de cette mouture en effet consiste à produire au broyage le moins de farine possible, 16 à 17 p. 100 si l'opération a été bien conduite, 58 p. 100 de gruaux bruts, et de 25 à 26 p. 100 de gros sons, petits sons et fleurage.

Puis les gruaux, comme on l'a vu, sont sassés avec soin, et à plusieurs reprises.

Enfin le convertissage, agissant par aplatissement et non par déchirement, pulvérise l'amande seule, tandis que les fins sons, échappés aux sasseurs et bluteries, sont aplatis à cause de leur élasticité.

Avec les meules, au contraire, on brise du premier coup le grain tout entier : le son, le germe et l'amande sont atteints ensemble ; une partie du son est pulvérisée avec l'amande et ne peut être ensuite éliminée.

Enfin la marchandise s'échauffe, et la farine perd une partie notable de ses propriétés de panification.

D'où résulte, d'un côté, une farine d'une blancheur excessive, et d'un autre une farine terne, aujourd'hui refusée partout en boulangerie.

En outre, la farine de cylindres présente, au point de vue nutritif, des avantages sur la farine de meules.

On a ainsi résolu le problème de la meilleure utilisation du grain et c'est là notre conclusion ; c'est celle qui avait été si bien posée par Aimé Girard dans la conférence qu'il fit à la Sorbonne le 7 mars 1885, sur le grain de blé et dans laquelle il s'exprimait ainsi :

C'est avec l'amande du grain en un mot, et avec l'amande seule de ce grain, que notre pain doit être fait.

Ce pain, ce sera alors un beau pain blanc, savoureux, bien levé, d'une digestion facile, nourrissant et utile par toutes ses parties.

Pains de gruaux et pains bis seront alors placés sur la même ligne, les uns et les autres seront des produits de luxe, ce seront des pains de fantaisie, et le pain normal, le pain de tout le monde, du pauvre comme du riche ; ce sera le pain dont vous aviez bien voulu me permettre, ce soir, de vous faire connaître la matière première.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

AGRICULTURE

NOUVELLES EXPÉRIENCES SUR LA QUESTION DE LA FIXATION DE L'AZOTE LIBRE, PAR J.-B. LAWES ET LE PROFESSEUR J.-H. GILBERT (1)

Dans un mémoire présenté à la Société Royale en 1887-1888 et imprimé dans le volume CLXXX des *Recherches Physiques*, MM. Lawes et Gilbert ont exposé l'historique et la situation actuelle de la question des origines de l'azote dans les végétaux; ils ont rappelé les conclusions auxquelles on était arrivé, il y a une trentaine d'années, à la suite des résultats obtenus par Boussingault et à Rothamsted jusqu'à ce moment-là.

En donnant les résultats de quelques expériences qui venaient d'être faites à Rothamsted sur le même sujet, ils ont aussi passé en revue les démonstrations et conclusions d'autres expérimentateurs publiées dans le cours de ces dernières années.

Les travaux de Boussingault aussi bien que les recherches faites à Rothamsted avaient conduit à repousser complètement l'hypothèse de la fixation directe de l'azote libre de l'atmosphère par les plantes à chlorophylle dans les conditions où l'influence de l'électricité ou des microbes serait écartée. Il est vrai que d'autres expérimentateurs sont arrivés à cette conclusion que quelques plantes absorbent directement l'azote libre de l'air par leurs feuilles; il est à croire qu'il n'y a jusqu'à présent aucune preuve formelle de cette assertion.

On appelait, aussi l'attention sur l'importance de la réserve d'azote combiné, existant dans la plupart des sols et sous-sols, et on en tirait la conséquence que les plantes et en particulier les légumineuses doivent dans tous les cas fixer des quantités considérables d'azote aux dépens des nitrates du sol, et en outre que l'on pouvait formuler comme règle que les plantes à racines pivotantes et développées tiraient du sous-sol la plus grande partie de leur azote.

En résumé, la conclusion de ces recherches indiquait qu'en ce qui concerne les graminées, les chénopodiacées, les crucifères et les solanées, la source de l'azote n'était pas dans l'atmosphère; quant aux légumineuses, on admettait que les études faites n'étaient pas suffisantes pour permettre d'expliquer la provenance de tout l'azote qu'elles absorbent.

Selon quelques-uns des plus récents expérimentateurs, la fixation de l'azote libre ne s'observe pas seulement chez les légumineuses, et les explications présentées au sujet des quantités d'azote libre dont l'assimilation a été observée, sont très diverses. C'est ainsi que l'on a admis :

(1) Extrait des *Procès-Verbaux* de la Société Royale (vol. XLVII).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Que l'azote fixé est tiré de l'atmosphère soit par le sol, soit par les plantes;

Qu'il y a fixation de l'azote libre dans le sol par l'action des corps poreux et alcalins;

Qu'il y a assimilation directe par la plante elle-même;

Qu'il y a fixation dans le sol sous l'influence d'actions électriques;

Et finalement, que cette fixation d'azote libre a lieu par l'intermédiaire de micro-organismes préexistants dans le sol, et peut être ou non accompagnée d'une croissance correspondante de la plante.

Parmi ces diverses hypothèses, celle qui semble la plus acceptable est celle qui attribue la fixation de l'azote à l'influence de micro-organismes ou autres agents inférieurs existant dans le sol; et parmi les différentes conclusions qui ont été examinées, celles qui ont été présentées dans ce sens par Hellriegel et Wilfarth ont été regardées comme étant de beaucoup les mieux définies et les plus probantes.

Ces auteurs affirment que, bien que les plantes à chlorophylle ne puissent pas utiliser directement l'azote de l'air, quelques-unes d'entre elles, au moins, peuvent absorber l'azote combiné par l'intermédiaire d'organismes inférieurs dont le développement est probablement, en général, proportionnel à l'accroissement des plantes à la nutrition desquelles ils doivent concourir.

Une telle conclusion est cependant d'une importance si fondamentale qu'il était très désirable qu'elle fût confirmée par des recherches impartiales.

En conséquence, ainsi qu'il est relaté dans un postcriptum au mémoire d'octobre 1888, on avait décidé de faire des expériences, à Rothamsted, sur des données analogues et une série d'essais préliminaires fut alors mise en train. Une seconde série d'essais plus étendus a eu lieu pendant la saison dernière en 1889.

On se propose dans ce qui suit de donner une description de ces expériences avec quelques chiffres et les figures.

Ce fut en 1883 que Hellriegel entreprit une importante série d'études sur des plantes agricoles de différentes espèces qu'il sema dans des pots remplis de quartz bien pur. Dans tous ces pots, il ajouta des engrais dépourvus d'azote. La première série de pots ne reçut rien de plus; une deuxième série reçut en outre une quantité déterminée d'azote sous forme d'azotate de soude. Une troisième série en reçut le double et une quatrième série quatre fois autant.

Les résultats obtenus montrèrent que pour les graminées et quelques autres plantes la croissance fut à peu près proportionnelle à la quantité d'azote fournie, tandis que pour les papillonacées, il n'en fut pas de même. Dans ce dernier cas, on observa que dans une série de pots où l'on avait semé des pois sans engrais azoté, la plupart de ces plantes furent manifestement limitées dans leur croissance à la quantite d'azote fournie par la semence, tandis que quelques pieds, traités évidemment de même, se développaient d'une manière luxuriante. En particulier,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on remarqua que, bien qu'il ne se fût développé aucun nœud sur les racines des plants à croissance limitée, il s'en était formé abondamment sur celles des plants à croissance luxuriante.

En présence de ces faits, Hellriegel fit des expériences pour rechercher si, en introduisant certains organismes dans le sol, on pouvait provoquer la formation de nœuds et déterminer la croissance normale, et si, d'autre part, en se mettant dans des conditions où ces organismes seraient exclus, on était assuré d'atteindre le résultat opposé.

Dans ce but, il ajouta à quelques-uns des pots d'une série d'expériences 25^{cc} ou 50^{cc} d'un extrait bourbeux, tiré d'une terre fertile, et obtenu par un mélange d'une certaine quantité de cette terre avec cinq fois son poids d'eau distillée. Pour quelques pots, cet extrait fut stérilisé avant d'être employé.

Dans tous les pots où l'on avait versé l'extrait non stérilisé, on put remarquer presque uniformément une croissance luxuriante du plant et une abondante formation de nœuds sur les racines. Il en fut autrement avec les pots dans lesquels on avait mis l'extrait stérilisé.

Des résultats manifestes furent obtenus avec les pois, vesces et quelques autres papillonacées, mais l'emploi du même extrait bourbeux resta sans effet dans le cas des lupins, serradelles et de quelques autres plantes voisines connues pour s'accommoder d'un terrain sablonneux de préférence à un sol glaiseux et riche en humus. En conséquence, Hellriegel prépara un extrait semblable au précédent, mais en se servant d'un terrain d'alluvion, sablonneux, dans lequel les lupins poussaient bien, et que l'on pouvait supposer, par suite, contenir tous les organismes particuliers à la constitution d'un terrain de cette espèce.

Après incorporation de ce nouvel extrait dans une terre exempte d'azote, les lupins semés vinrent merveilleusement et des nœuds se développèrent en grand nombre sur les racines.

Expériences faites à Rothamsted en 1838. — Cette série préliminaire d'expériences porta sur des pois, des lupins bleus et des lupins jaunes.

On avait semé les pois :

1° Dans du sable lavé auquel on avait ajouté des cendres provenant de la combustion de la plante; ce mélange ne contenait pas d'azote, en dehors d'une quantité minime retenue par le sable lavé et dosée exactement et de l'azote entrant dans la semence elle-même.

2° Dans un sable préparé comme dans l'expérience précédente, mais additionné de 25^{cc} d'un extrait bourbeux provenant d'une terre de jardin fertile;

3° Mêmes dispositions qu'au n° 2.

4° Dans la terre même du jardin fertile;

Chacune des espèces de lupins mentionnées ci-dessus avait été semée :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1° Dans du sable préparé comme pour les pois du n° 1, des cendres de lupins ayant été substituées aux cendres de pois;

2° Dans un sable identique mais additionné de 25 c.c. d'un extrait bourbeux provenant d'un sol sablonneux dans lequel des lupins avaient poussé avec vigueur;

3° Dans le terrain sablonneux favorable au lupin;

4° Dans un sol de jardin fertile.

On avait ainsi en observation douze pots qui furent disposés dans une serre de petites dimensions; on se servit pour l'arrosage d'eau distillée exempte d'ammoniaque. Le sable employé était un sable jaune, provenant de Flitwick dans le comté de Bedford; il était en tout semblable à celui qu'employaient les jardiniers du voisinage pour la mise en pot. Il ne parut pas toutes fois parfaitement pur: aussi, après en avoir enlevé au crible, les cailloux et les parties les plus grossières, on le lava à plusieurs reprises, d'abord avec de l'eau de puits, ensuite avec avec de l'eau distillée. On trouva encore qu'après avoir été séché pendant quelques instants au bain-marie et mélangé avec les cendres de la plante, il contenait la quantité suivante d'azote :

	Azote p. 100.
Déterminée par la chaux sodée	0g,00287
— par l'oxyde de cuivre	0g,00245
Moyenne	0g,00266

Le sol sablonneux dans lequel les lupins poussaient, et dont on s'était servi pour préparer l'extrait liquide destiné à fertiliser les pots de lupins était encore moins pur; il ne fut pas lavé, bien entendu, mais on le dessécha à la température d'environ 25°C. et il fut employé tel quel après un passage au crible et un triage qui enlevèrent les matières organiques grossières qu'il contenait.

De nouveaux dosages d'azote furent faits par la chaux sodée, dans le sable destiné aux lupins, et dans ce même sable après adjonction de cendres de lupin. Les résultats obtenus dans chaque cas sur le sable sec sont inscrits dans le tableau suivant :

	Azote p. 100.
Sable à lupin seul	0g,0863
Même sable additionné de cendres de lupin bleu	0g,0826
Même sable additionné de cendres de lupin jaune	0g,0888
Moyenne	0g,0859

On peut dire que dans cette région le lupin n'est cultivé, en exploitation agricole par exemple pour la nourriture des moutons, que dans des terrains maigres et sablonneux où aucune autre plante ne viendrait. Ainsi le sable choisi pour les expériences provenait d'une lande distraite des terrains de vaine pâture d'une commune de Norfolk et sur laquelle on ne pouvait faire pousser du blé,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tandis que des lupins bleus y avaient crû de manière à dépasser les haies environnantes. Il est constaté toutefois que les lupins viennent mieux dans un terrain fertile; mais on les sème de préférence dans les terres incultes, parce qu'ils y réussissent alors qu'on ne pourrait en tirer aucune autre récolte.

La terre de jardin, dans les conditions où elle se trouvait lorsqu'on l'a analysée, contenait de 10 à 12 p. 100 d'humidité. Deux dosages d'azote par la chaux sodée ont donné 0,3902 et 0,3936, soit en moyenne 0,3919 correspondant à 0,4360 p. 100 pour la même terre desséchée à 100° C.

Les pots employés étaient en poterie vernissée, ils avaient environ 7 pouces de hauteur, 6 pouces de diamètre vers le haut et 5 pouces 1/2 au fond et à l'intérieur. Ils étaient percés, dans le fond, d'un trou d'un demi-pouce de diamètre pour le drainage et latéralement d'un autre orifice situé à la partie inférieure du pot; dans lequel était adapté un tube en verre destiné à l'aération et recourbé vers le haut.

Les pots étaient disposés sur des lames de verre très épaisses, et dans des vases formés de la même poterie vernissée que les pots.

L'engrais minéral employé était le suivant :

Pour les pois, un mélange de 6 parties de cendres de tige de pois, et une partie de cendres de graine de pois.

Pour les lupins bleus, un mélange de 3 parties de cendres de tige et une partie de cendres de graine de lupins bleus.

Pour les lupins jaunes, un mélange de 4 parties de cendres de tige et une partie de cendres de graine de lupins jaunes.

Dans chaque cas, la majeure partie du mélange de cendres était mise en suspension dans l'eau distillée, puis on ajoutait de l'acide sulfurique de manière à donner une légère réaction acide. Le reste des cendres était alors joint à ce mélange et le tout, après évaporation à siccité, était incinéré à nouveau. Les cendres ainsi obtenues étaient légèrement alcalines au tournesol.

Ces cendres furent mélangées, dans la proportion de 5 p. 100, à la plus grande partie du sable des pots; le reste du sable fut répandu à la surface des pots dans lesquels il n'avait pas été ajouté de cendres.

Les trous de drainage percé au fond des pots furent recouverts d'un morceau de verre épais; on y plaça une livre de silice broyée, lavée et séchée, puis le sable mêlé de cendres, et enfin le sable pur. Les pots contenaient de 7 à 9 livres de sable jaune de Flitwick, de 6 à 7 livres de sable venant du sol à lupins et environ 4 livres 1/2 de terre de jardin.

Les extraits de sol, supposés aptes à fournir les micro-organismes, avaient été obtenus en agitant, dans une large bouteille bien bouchée, une partie de terre de jardin, ou de sable venant du sol à lupins, avec 5 parties d'eau distillée; on attendait le dépôt des parties les plus lourdes, on décantait le liquide bourbeux et on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le passait à travers un tamis de fils de platine pour arrêter les matières en suspension les plus grossières. On agitait le liquide avant d'en prendre la quantité nécessaire, soit pour l'arrosage des pots, soit pour l'analyse.

Le dosage de l'azote nitrique par la méthode de Schlœsing, et de l'azote total, donna les résultats ci-dessous.

	POUR CENT.		MILLIGRAMME POUR 25 C. C.	
	AZOTE NITRIQUE.	AZOTE TOTAL.	AZOTE NITRIQUE.	AZOTE TOTAL.
Terre de jardin.	0,000371	0,003159	0,093	0,790
Sable provenant du sol à lupin.	0,000110	0,001184	0,028	0,296

On voit que les 25 c. c. d'extraits de terre de jardin contenaient un peu plus de 3/4 de milligramme et d'extrait de sable venant du sol où poussaient des lupins un peu plus de 1/4 de milligramme d'azote, quantités qui sont presque négligeables.

Semences. — Les poids étaient des pois des champs de Naples. Quatre lots de cent graines chacun pesaient $27^{gr},554$, $27^{gr},460$, $27^{gr},218$ et $27^{gr},506$, ce qui donnait une moyenne de $0^{gr},2743$ par graine. Un grand nombre de graines furent alors pesées et on ne retint pour les semis ou les dosages que celles qui présentaient à 5 milligrammes près le poids moyen.

En ce qui concerne les semences de lupin bleu, on se contenta de faire un simple triage et de rejeter les graines trop grosses ou trop petites. En outre, on pesa 4 lots séparés, composés chacun de cent graines et on trouva $19^{gr},2290$; $10^{gr},9215$; $19^{gr},4580$ et $18^{gr},7960$, soit en moyenne par graine $0^{gr},1935$.

Une grande quantité de graines fut pesée et on ne conserva que celles qui ne s'éloignaient pas de plus de 5 milligrammes du poids moyen obtenu.

Quant aux graines de lupin jaune, les plus grosses furent séparées au moyen d'un tamis, tandis que les plus petites et celles d'une couleur sombre furent enlevées à la main. On forma avec ce qui restait 3 lots de cent graines chacun, qui donnèrent respectivement pour poids $12^{gr},1060$; $11^{gr},9640$ et $11^{gr},6180$ soit en moyenne $0^{gr},1190$ par graine. On mit de côté comme précédemment toutes celles qui ne s'écartaient pas de plus de 5 milligrammes du poids moyen.

Le dosage de l'azote dans ces semences donna les résultats suivants :

Il convient de remarquer aussi bien pour tous les résultats obtenus que pour ceux consignés dans le tableau précédent que l'azote a été dosé après la combustion de la matière par l'oxyde de cuivre en mesurant le volume de ce gaz. Dans tous les cas, cependant où l'on disposait d'une quantité suffisante de matière, les dosages furent refaits comme contrôle par la méthode de la chaux sodée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'azote nitrique fut dosé par la méthode de Schlœsing.

Les dosages à l'oxyde de cuivre, indiqués dans le tableau suivant, ont fourni les nombres qui entrent dans les calculs suivants. Ils portèrent sur trois ou quatre graines choisies parmi les moyennes et broyées avec de l'oxyde de cuivre, tandis que les dosages de contrôle à la chaux sodée furent faits avec de la poudre provenant d'une masse de graines broyées ensemble.

	MATIÈRES séchées à 100° c.	AZOTE					
		MATIÈRE FRAÎCHE				MATIÈRE SÈCHE.	
		traitée par la chaux sodée.			traitée par l'oxyde de cuivre.	Chaux sodée.	Oxyde de cuivre.
		Dosage n° 1.	Dosage n° 2.	Moyenne.		Moyennes.	
	p. 100.	p. 100.	p. 100.	p. 100.	p. 100.	p. 100.	p. 100.
Pois de Naples.	93,26	3,537	3,621	3,579	3,531	3,837	3,787
Lupins bleus. .	94,03	5,105	5,098	5,101	5,364	5,425	5,705
Lupins jaunes.	94,63	6,649	6,569	6,609	6,404	6,984	6,767

Expériences de 1888 *sur la végétation.* — On s'était proposé de commencer ces expérience dès les premiers jours de l'été, mais d'autres travaux urgents et l'accomplissement des préparatifs nécessaires pour les expériences elles-mêmes, ne permirent pas de faire les semis avant le commencement d'août. Malgré cela, les résultats obtenus dans cette série initiale présentèrent non seulement une certaine valeur comme fournissant sur différents points des renseignements qui furent avantageusement utilisés pour la conduite des séries d'expériences beaucoup plus étendues qui furent faites en 1889, mais encore, ainsi qu'on le verra, en apportant des témoignages fort importants sur le point principal même de l'enquête.

La silice broyée, le sable mêlé de cendres, le sable sans mélange de cendres ou la terre de jardin, suivant les cas, furent pesés et disposés dans leurs pots respectifs au laboratoire, puis transportés dans la serre, le 4 août et arrosés avec de l'eau distillée exempte d'ammoniaque. Toutes les graines furent semées le 6 août. Trois graines soigneusement pesées furent mises dans chaque pot.

Tout d'abord, les pois germèrent et se développèrent bien dans chacun des quatre pots; mais, dans chacun des quatre pots de lupin bleu et dans chacun des quatre pots de lupin jaune, une ou plusieurs graines manquèrent et durent être remplacées; dans quelques cas, il en fut de même pour ces dernières. En somme, les semis ne réussirent pas d'une manière satisfaisante, non seulement dans le sable maigre de Flitwick, mais encore dans le sable moins maigre du terrain à lupin et même dans la terre fertile de jardin. Il est d'ailleurs reconnu

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'il est fort difficile d'obtenir une végétation normale pour les lupins en pots. Dans une discussion à ce sujet, lors du Congrès du *Naturforsher Versammlung*, tenu à Cologne en 1888, Hellriegel déclara qu'il lui avait fallu plusieurs années d'expérience pour obtenir des lupins poussant d'une manière satisfaisante dans de pareilles circonstances, et qu'une condition essentielle semblait être que le sol fût tenu meuble et perméable à l'air, résultat qui peut rarement être atteint même avec le sable, si les matières sont placées sèches dans les pots, puis arrosées. Le meilleur moyen serait alors d'amener le sable à un état d'humidité convenable en y mélangeant l'eau petit à petit avant la mise en pots et ensuite de mettre le tout légèrement dans le pot. Il est également important que les matières minérales ajoutées soient absolument neutres.

Les non-réussites sont rendues très nettement par les photographies qui ont été présentées. C'est ainsi que, malgré les réensemencements, il y avait, le 3 novembre, c'est-à-dire trois mois après le premier ensemencement de lupins bleus : 3 plants dans le pot n° 1, avec le sable jaune de Flitwick, sans extrait, 2 plants seulement dans le pot n° 2, avec le même sable additionné d'extrait, aucun plant dans le pot n°3 contenant le sable du terrain à lupins d'où avait été tiré l'extrait ajouté aux autres pots, enfin 3 plants, mais de tailles très différentes, dans le pot n° 4, contenant de la terre de jardin.

Les photographies relatives aux lupins jaunes font voir que, dans le pot n° 1, avec le sable de Flitwick, il ne restait que 2 plants; dans le pot n° 2, avec le même sable mélangé de l'extrait du terrain portant des lupins, 2 plants; dans le pot n° 3, avec le sable de ce terrain lui-même, 2 plants; et dans le pot n° 4, avec de la terre du jardin, 2 plants.

Des dosages d'azote ont aussi été faits sur la plupart des produits; mais, comme avec les lupins, bleus ou jaunes, la croissance était dans ces expériences moins développée avec l'extrait de sable à lupin ajouté pour fournir les organismes nécessaires, que sans cet extrait, il n'y a pas lieu d'examiner, pour le moment, les résultats analytiques de ces expériences; et, en tant que cette partie du sujet peut présenter de l'intérêt, il suffira d'appeler l'attention sur les résultats obtenus avec les pois dont la croissance fut beaucoup plus satisfaisante et qui ont conduit à des dosages dont on a pu tirer des conclusions importantes.

Ainsi que cela a été dit précédemment, les pois ont germé et se sont bien développés dans chacun des quatre pots. Par la suite, ceux qui avaient été plantés dans la terre de jardin vinrent beaucoup mieux que les autres.

Les pots n° 2 et n° 3 reçurent chacun, le 13 août, juste une semaine après le semis, 25 c. c. de terre de jardin.

Pendant quelque temps, les plants du pot n° 1, avec sable sans extrait de terre, se montrèrent plus vigoureux et d'une meilleure couleur que ceux de l'un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ou l'autre des pots nos 2 et 3 avec extrait de terre. Ce ne fut réellement pas avant le milieu de septembre, c'est-à-dire quatre ou cinq semaines après l'addition de l'extrait de terre que les plants des pots nos 2 et 3 commencèrent à prendre une couleur verte plus foncée que celle des plants du pot n° 1. Ce fait devint si palpable que, le 25 septembre, on résolut de compter les feuilles et d'évaluer proportionnellement la surface que présentaient les feuilles pour chacun des plants dans les différents pots. Dans ce but, on classa les feuilles en feuilles mortes, mourantes, changeant de couleur, ou très vertes. Il suffit, ici, de faire ressortir le nombre et la surface proportionnelle approximative des feuilles, le 25 septembre, date du premier comptage, le 17 octobre, le 14 novembre et le 14 décembre, jour où les plants ont été coupés.

Il est résulté de cette opération que, le 25 septembre, après qu'on eut observé que les plants des pots nos 2 et 3, avec extrait de terre, avaient commencé à prendre une couleur verte plus foncée que ceux du pot n° 1, sans extrait de terre, ils présentaient cependant à cette date, tout à la fois, un plus petit nombre de feuilles et une surface de feuilles bien moins étendue que les plants du pot n° 1.

On ne s'explique pas bien la raison pour laquelle les plants des pots munis d'extrait terreux sont restés si longtemps en arrière. Peut-être ce résultat est-il simplement accidentel, dépendant de l'état de la semence; peut-être est-il la conséquence de ce que le pot n° 1 était placé au midi de la rangée et tout près du vitrage; peut-être aussi ce retard vient-il de l'extrait terreux, pendant le premier développement des organismes et des nodosités qui en résultèrent dans les racines, la croissance du plant principal fut en quelque sorte retardée. Les nombres précédents montrent cependant que, à partir de cette date, les plants des pots nos 2 et 3 avec extraits terreux, gagnèrent graduellement sur ceux du pot n° 1 qui en était dépourvu, tant par le nombre des feuilles que par leur surface totale, à tel point, que lorsque les plants furent arrachés le 14 décembre, ceux des pots nos 2 et 3 donnèrent 540 à 390 feuilles, et le pot n° 1 seulement 382 feuilles. Le développement superficiel était de 481 à 434 pour les pots 2 et 3 contre 267 seulement pour le pot n° 1.

On voit qu'il y a là une preuve bien nette d'une augmentation de croissance sous l'influence de l'extrait terreux.

On prit des photographies des quatre pots le 1er septembre, le 22 septembre, le 6 octobre et en dernier lieu le 3 novembre, cinq semaines environ avant l'arrachage des plants. Elles indiquent un progrès palpable s'accordant avec les évaluations contenues dans le tableau précédent.

En ce qui concerne le caractère général de la croissance, on peut constater que dans tous les pots, la partie supérieure des plants s'est sensiblement développée aux dépens de la partie inférieure; dans celle-ci les feuillets perdaient graduellement leur couleur et jaunissaient, tandis que la tige et les feuilles de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

partie supérieure augmentaient en croissance. Les plants des pots 2, 3 et 4 continuaient à pousser et conservaient leur belle couleur jusqu'à la fin tandis que ceux du pot n° 1 paraissaient plus épuisés et perdaient en partie leur couleur. Il n'y eut cependant, ainsi qu'on pouvait s'y attendre, vu la saison avancée, aucune apparence de floraison ces différents pots.

Il convient de dire en outre que dans tous les pots les plants commencèrent de bonne heure à présenter des symptômes de mildew, qui augmentèrent très rapidement surtout dans la partie inférieure des plants pendant la dernière période de leur croissance. Peut-être n'y a-t-il pas lieu de s'étonner de ce fait, étant donné que la serre se trouvait au milieu de parcelles de terre cultivées en jardin et que les plants d'expérience étaient inévitablement exposés à des variations brusques de température et d'humidité. L'aérage était pourtant assuré autant qu'il se pouvait.

La question à examiner maintenant est le développement comparatif des racines et des nodosités qui s'y sont formées dans les différents pots, selon la nature du terrain employé.

Comme les racines devaient être conservées intactes pour l'analyse, le mode de traitement à leur appliquer pour l'examen fut choisi avec le plus grand soin, et ce choix était évidemment plus délicat que s'il ne s'était agi que de ce seul examen.

Les racines des plants du pot n° 1 présentaient une tresse épaisse de radicelles, et celles des différents plants étaient extrêmement enchevêtrées. Quoiqu'il n'y eût pas d'extrait terreux, il s'était formé beaucoup de nodosités sur les racines et radicelles, néanmoins elles étaient en plus petit nombre et, en général, beaucoup plus petites que sur les racines des plants venus dans le sable mélangé d'extrait terreux. Elles étaient aussi réparties d'une manière moins caractéristique dans la région supérieure et plutôt distribuées le long des radicelles. Il se rencontrait cependant des agglomérations de nodosités. En comparant ce résultat avec celui obtenu en 1889 avec un sable plus pur et stérilisé, on voit clairement que le développement des nodosités et la vigueur relative de la végétation des plants de ce pot ne contenant que du sable sans extrait terreux, ne peut être attribuée qu'aux impuretés et à la non-stérilisation du sable.

Les racines du pot n° 2 présentaient également une épaisse masse de radicelles; aussi ces radicelles se trouvaient répandues bien plus uniformément dans la masse du sable et étaient moins accumulées dans la couche superficielle que celles des plants du pot n° 1.

Dans ce pot, la racine la plus développée des trois présentait une agglomération de trois larges nodosités, sur chacune desquelles on pouvait observer une vingtaine de protubérances mûriformes. Les racines des autres plants offraient aussi de semblables nodosités, mais d'une taille moins développée. Il y avait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

également une quantité de petits groupes de nœuds épars sur les radicelles, mais très peu de nodosités isolées : l'aspect de ces racines différait sous ce rapport de celui que présentait celles du pot n° 1.

Dans le pot n° 3, comme dans les pots n°s 1 et 2, chacun des trois plants était pourvu d'une masse de racines en chevelu s'étendant du sommet à la base du pot, mais la plus grande partie était condensée dans la portion de la couche supérieure épaisse de 6 à 7 pouces. Il y avait une importante agglomération de nodosités sur les racines de chaque plant. Il y avait, en outre, beaucoup de petits groupes et, par-ci, par-là, quelques nodosités isolées.

Chacun des trois plants du pot n° 4 avait la racine plus vigoureuse que celles venues dans les autres pots. Des racines secondaires partaient une grande quantité de radicelles très fines, qui s'étendaient dans tout le sol.

Les racines se développaient contre la paroi du pot et sur le fond beaucoup plus que dans les autres pots. On prit en conséquence la photographie du bloc de terre, tel qu'il était sorti du pot, afin de montrer ce caractère particulier du développement des racines. On pouvait remarquer de plus trois petites grappes de nodosités sur les racines de chacun des trois plants, un ou deux groupes plus petits, et, par-ci, par-là, une nodosité isolée. Toutefois, les grappes étaient beaucoup moins importantes, les nodosités bien moins nombreuses et bien plus éparses, dans ce pot rempli de bonne terre de jardin, que dans aucun des autres pots, même que dans le pot n° 1, dépourvu d'extrait terreux.

Ainsi qu'il a été dit, le développement des racines était en même temps beaucoup plus considérable que dans les autres pots. Cependant une plus grande masse de racines et radicelles, jointe à un plus petit développement des nodosités, dans un sol abondamment pourvu d'azote, aussi bien que de tout autre engrais, est conforme aux observations de quelques expérimentateurs, mais que, d'autre part, ce résultat est contredit par d'autres expériences.

En résumé, quant à ce qui concerne le développement relatif des nodosités sur les racines, sous les différentes influences, il est avéré qu'il s'est manifesté d'une manière plus marquée dans le sable avec extrait terreux, et qu'il s'est produit concurremment une augmentation considérable de croissance pour la partie aérienne du plant expérimenté.

La constatation formelle de ce fait que, pour les pois, le développement des nodosités de la racine est moindre, avec une bonne terre de jardin, qu'avec du sable mélangé d'extrait terreux, n'a pas pu être étendue aux lupins : ainsi que cela résulte des observations faites sur les racines des lupins cultivés expérimentalement en 1888.

Dans le pot n° 5, il vint trois lupins bleus. La racine mère, courte et épaisse, donna naissance à une grande quantité de ramifications, s'étendant de la surface jusqu'au fond du pot. Ces plants, qui, de tous, avaient le plus grand développe-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment de tiges et rameaux aériens, avaient aussi le plus de racines; leurs ramifications étaient charnues et plus épaisses à une certaine distance de la racine principale, que dans son voisinage immédiat. Il n'y avait pas de nodosités.

Dans le pot n° 6, contenant deux plants seulement, les racines présentaient le même caractère général de répartition : elles portaient des radicelles aussi développées, épaisses et charnues, que celles des plants du pot n° 5, mais de plus on pouvait observer une nodosité grosse à peu près comme un pois sur une radicelle.

Dans le pot n° 7, aucun plant n'avait poussé.

Dans le pot n° 8, il y avait trois plants, dont deux plus petits provenaient d'ensemencement récent et portaient des racines beaucoup moins développées; cependant il y avait trois ou quatre nodosités sur les radicelles de chacun de ces plants; le plus âgé avait des racines considérables, s'étendant jusqu'aux parois latérales et jusqu'au fond du pot. Sur la racine principale, épaisse et robuste et jusqu'à 5 pouces environ de profondeur, on remarquait deux larges nodosités situées à environ 3 pouces de la surface. Chacune d'elles semblait former un tout compact et mamelonné, d'un aspect très différent de celui des groupes de nodosités rencontrés sur les racines des pois.

Dans le pot n° 9, il y avait 2 plants de lupin jaune. Avec moins de développement aérien, ils offraient beaucoup moins de racines que les plants du pot n° 5 qui contenait une terre de composition identique et des lupins bleus. Les racines des plants du pot n° 9 ne portaient pas de nodosités.

Dans le pot n° 10, il y avait deux petits plants dont les racines étaient également peu développées, mais qui donnaient naissance à une quantité de radicelles ténues, situées près de la surface et à de minces et longues ramifications s'étendant jusqu'au fond du pot. Il n'y avait pas de nodosités.

Dans le pot n° 11, il y avait deux plants, l'un plus fort que l'autre. La racine principale du plus petit était épaisse et présentait quelques saillies, mais les radicelles ne portaient aucune nodosité. Le plant le plus gros qui était aussi le plus âgé avait une masse épaisse de racines, les unes charnues, les autres ténues. La racine principale présentait une large saillie située à un pouce environ de la surface du sol. Les racines s'étendaient de la superficie au fond du pot et on n'observait pas de nodosités sur les radicelles, celles-ci étaient cependant très abondantes et fines comme des cheveux.

Dans le pot n° 12, il y avait deux plants. La racine principale était robuste et ligneuse et s'enfonçait dans la terre plus profondément que dans les autres pots; elle donnait naissance à un grand nombre de ramifications qui s'étendaient le long des parois latérales et jusqu'au fond du pot. La racine principale du plant le plus vigoureux portait deux saillies situées à un pouce et demi environ de la superficie ; chacune d'elles était grosse comme un haricot ordinaire; en outre,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

il y avait trois petites nodosités sur les radicelles. Le plant le moins fort présentait la trace d'une saillie pareille sur sa racine principale et 12 nodosités sur ses radicelles, trois d'entre elles grosses comme un pois, trois moitié aussi grosses et six très petites.

En résumé, dans le cas des lupins bleus ou jaunes, il ne se rencontra pas de nodosité dans les pots dépourvus d'extrait terreux et seulement une dans les pots avec extrait terreux venant du sol où poussaient des lupins. Mais les plants cultivés dans la terre de jardin offraient pour les deux genres de lupin un développement beaucoup plus considérable soit en saillies sur les racines principales, soit en nodosités sur les radicelles.

Cette rareté des nodosités tant dans le sable arrosé d'extrait terreux que dans la serre à lupin même, pendant l'année 1888, lorsque, ainsi qu'on le verra plus loin, les résultats obtenus en 1889 sont si différents, amène à se demander si, en 1888, le sable à lupin n'avait pas été trop desséché dans les manipulations et par suite stérilisé.

Résultats et dosages. — Il reste maintenant à examiner les résultats des dosages, en ce qui concerne la différence dans la croissance et surtout la quantité d'azote assimilé par les pois dans les différentes conditions de culture.

Le tableau suivant indique le tant pour cent de cendres et d'azote dosé par l'oxyde de cuivre (les matières étant prises à l'état sec) dans la tige et les feuilles tout ensemble, puis dans les racines, relativement aux différents pots d'expérience.

	POUR CENT POTS DE MATIÈRE SÈCHE			
	CENDRE.		AZOTE.	
	Tiges et feuilles.	Racines.	Tiges et feuilles.	Racines.
Pot 1. Sable sans extrait terreux.	19,70	28,67	2,904	2,574
Pot 2. Sable avec extrait terreux.	16,07	36,75	4,900	3,195
Pot 3. — — — — .	13,87	23,26	4,006	3,357
Pot 4. Terre de jardin.	9,17	20,44	4,534	2,791

Il y a lieu de remarquer combien le tant pour cent de cendre est moins élevé dans la matière sèche provenant des plants les mieux venus d'une façon normale dans la terre de jardin, comparativement à ceux qui ont poussé dans le sable additionné de la cendre des plantes. On ne saurait mettre en doute que la quantité de matière minérale soluble contenue dans la cendre employée était excessive et qu'il s'en est trouvé bien moins dans les expériences de 1889. Le tant pour cent de cendre dans la matière sèche venant des racines est pourtant élevé

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans chaque cas, mais sans aucun doute cette matière devait contenir du sable resté adhérent.

Les différences dans le tant pour cent d'azote relativement à la matière sèche des plants cultivés de manières différentes concordent avec les phénomènes du développement constatés pour chacun d'eux. C'est ainsi que la couleur pâle et croissance relativement inférieure des plants du pot n° 1, indiquent le manque d'azote, le poids d'azote dans la matière sèche de ces plants tant de la partie souterraine que de la partie aérienne est en effet moins élevé que dans un autre cas. On peut encore remarquer que les racines des plants des pots n° 2 et 3 avec extrait terreux, qui présentaient un développement de nodosités très supérieur à celui des pots n° 1 et 4 contenaient un poids d'azote proportionnellement plus considérable dans leur matière sèche.

Le tableau suivant indique les quantités observées de matière sèche, de cendre et d'azote, pour les différents degrés de consistance, séparément d'abord, puis en bloc.

Si l'on compare les pots n^{os} 2 et 3 avec extrait terreux, au pot n° 1 qui en était dépourvu, on voit que, pour les premiers, il y a une plus grande quantité de matière sèche dans la partie aérienne des plants, alors que leurs racines en contient moins. Dans la plante entière il y a un poids de matière sèche d'environ 11 ^{gr} 3/4 pour le pot n° 2 et de plus de 11 grammes pour le pot n° 3, qui avaient reçu l'un et l'autre de l'extrait terreux tandis que dans le pot n° 1, sans extrait terreux, la même matière s'élève seulement à 10 grammes.

	TOTAUX OBSERVÉS DANS LE PRODUIT DE								
	MATIÈRE SÈCHE.			CENDRE.			AZOTE.		
	Tiges et feuilles.	Racines.	Plante entière.	Tiges et feuilles.	Racines.	Plante entière.	Tiges et feuilles.	Racines.	Plante entière.
	grammes.	grammes.	grammes.	grammes.	grammes.	grammes.	grammes.	grammes.	grammes.
Pot n° 1. .	7,423	2,600	10,023	1,462	0,745	2,207	0,2153	0,0669	0,2822
Pot n° 2. .	9,368	2,409	11,777	1,505	0,885	2,390	0,4591	0,0770	0,5361
Pot n° 3. .	9,411	1,748	11,159	1,305	0,407	1,712	8,3770	0,0587	0,4357
Pot n° 4. .	12,808	2,846	15,654	1 175	0,582	1,757	0,5816	0,0794	0,6600

Le point le plus intéressant est qu'il y a deux fois ou plus de deux fois autant d'azote dans les parties aériennes des plants cultivés dans les pots n^{os} 2 et 3 avec extrait terreux, que dans les plants du pot n° 1 sans extrait terreux. Mais dans ces différents cas, il y a bien moins de différence dans le total de l'azote renfermé dans les racines.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quant au végétal considéré dans son entier, on observe dans le pot n° 2 plus de deux fois, et dans le pot n° 3 presque deux fois autant d'azote que dans le pot n° 1.

Dans le pot n° 4, rempli de terre de jardin et sous l'influence de la quantité d'azote déjà combiné contenue dans ce pot, on observe qu'il y a environ une fois et un tiers autant d'azote assimilé que dans les pots n^{os} 2 et 3 sous l'influence de l'extrait terreux.

L'évidence des résultats obtenus en ce qui concerne l'azote ressort toutefois plus nettement du tableau suivant qui indique :

Le poids d'azote contenu dans le sol au commencement et à la fin de l'expérience, ainsi que l'augmentation ou la diminution ;

Le poids d'azote contenu dans la semence et dans les plants complètement développés ainsi que l'augmentation correspondante ;

Le poids d'azote contenu dans le sol et la semence à l'origine, puis dans le sol et dans le végétal à la fin de l'expérience, ainsi que l'augmentation correspondante ;

Dans l'avant-dernière colonne, l'augmentation totale du poids de l'azote en prenant dans chaque cas pour unité, le poids de l'azote initial ;

Et dans la dernière colonne le poids d'azote assimilé par les plantes, la quantité d'azote contenue dans la semence étant prise pour unité.

Les résultats des dosages relatifs aux sols des pots n° 1, 2 et 3 ont été obtenus par l'oxyde de cuivre ; on a vu plus haut que ces analyses ont donné, avec des matières d'essai sèches, et avant les semis, 0,00245 p. 100 d'azote, tandis qu'après les expériences on a trouvé 0,00269 pour le sable du pot n° 1, 0,00239 pour le sable du pot n° 2, et 0,00208 pour le sable du pot n° 3. Les dosages de la terre de jardin ont été faits par la méthode de la chaux sodée ; ils ont eu pour but de donner une idée générale du résultat, et non de déterminer par une analyse quantitative exacte le gain ou la perte d'azote. Aussi, plus le tant p. 100 d'azote était élevé, plus petit était le poids de matière soumise à l'essai.

Un sol de cette nature, engraissé par un mélange de fumier, constitue un tout si hétérogène qu'il est fort difficile d'en prélever des échantillons pour des analyses. Il contient en outre beaucoup de carbone et donne une liqueur colorée pendant la marche de l'opération.

On n'a pas non plus déterminé la quantité d'azote nitrique, soit au début, soit à la fin des expériences, mais, avec le poids de matières organiques, l'erreur, si elle existe, doit être insignifiante. Les quantités obtenues donnent, malgré toutes ces réserves, des résultats assez concordants : ainsi, en opérant sur la terre sèche, on a trouvé au début 0,4341 et 0,4379, soit en moyenne 0,4360 p. 100 et à la fin, 0,4378 et 0,4342, soit en moyenne 0,4360 p. 100.

On peut ajouter qu'une erreur dans la proportion d'azote contenu dans la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

terre correspondrait à une augmentation ou à une diminution de 0,204 sur le poids de terre de jardin employé.

Les données, sur lesquelles on a établi les quantités d'azote, tant dans la semence que dans les plants, ont déjà été examinées.

	AZOTE										
	DANS LE SOL			DANS LA SEMENCE ET LE PLANT			TOTAL.			DANS le PRODUIT entier le total initial étant 1.	DANS les PLANTS l'azote de la semence étant 1.
	au début.	à la fin.	gain + perte —	dans la semence.	dans tout le plant.	gain.	au début.	à la fin.	gain.		
	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.		
Pot n° 1..	0,0999	0,1096	+0,0097	0,0293	0,2822	0,2529	0,1292	0,3913	0,2626	3,03	9,61
Pot n° 2..	0,0999	0,0974	−0,0025	0,0298	0,5361	0,5063	0,1297	0,6335	0,5038	4,88	17,99
Pot n° 3..	0,0999	0,0848	0,0151	0,0291	0,4357	0,4066	0,1290	0,5205	0,3915	4,04	14,99
Pot n° 4..	7,9988	7,9989	»	0,0301	0,6600	0,6299	8,0290	8,6568	0,6299	1,08	21,93

Le premier point à noter, c'est qu'il y a une très petite différence dans le montant de l'azote contenu dans les sols divers, au début et à la fin des expériences. Il s'est probablement perdu quelques portions de radicelles fines, au moment où l'on a arrêté les observations, de sorte que là où il y a perte, on suppose qu'une partie de l'azote originaire du sol a dû contribuer à la croissance des plants. Dans le cas de la terre de jardin où le tant p. 100 d'azote est élevé, il pourrait bien se faire qu'il se fût perdu par changement d'état une certaine quantité d'azote libre.

Le peu d'importance du gain dans les divers sols semble dans tous les cas confirmer les conclusions tirées d'une autre série d'expériences.

L'assimilation de l'azote ne serait pas effectuée par l'entremise des organismes existant dans le sol, sans coïncidence avec l'accroissement proportionnel du développement des nodosités ainsi que du plant aux racines duquel celles-ci sont adhérentes, mais ces organismes sembleraient au contraire contribuer à les approvisionner d'azote. Si l'assimilation avait lieu sous l'influence des organismes du sol, sans relation avec le développement du plant, il faudrait conclure que ce dernier se serait emparé lui-même du poids total d'azote ainsi combiné, supposition qu'aucune donnée sérieuse ne saurait justifier.

En examinant la division moyenne du tableau ci-dessus, où sont inscrits les poids d'azote contenus dans la semence et dans le plant entier ainsi que le gain correspondant, on remarquera que, sans tenir compte des différences constatées relativement au sol lui-même, différences qui, ainsi qu'on l'a vu, peuvent facilement s'expliquer, le gain d'azote dans les plants est assez marqué pour que toute hypothèse d'erreur expérimentale doive être rejetée. On ne peut certainement pas

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en dire autant de quelques expériences dont les résultats ont été publiés dans ces dernières années, et d'après lesquelles l'assimilation de l'azote libre aurait lieu par l'intermédiaire des micro-organismes du sol, sans coïncidence avec l'augmentation du développement des plantes, ou bien en admettant la coïncidence de l'accroissement de plantes autres que celles de la famille des légumineuses.

Le gain observé pour les pois est, dans ces expériences, beaucoup moindre que celui qui a été constaté dans les expériences d'Hellriegel ou de Wilfarth. Il n'y a pas lieu de s'en étonner, vu l'état avancé de la saison et le développement relatif des plants. Si nous considérons le degré de croissance à la fin des expériences de 1889, il n'y a pas de doute que l'assimilation n'ait été beaucoup plus considérable que dans les observations faites en 1888.

D'après les chiffres rapportés, on voit que tandis que l'azote contenu dans la semence n'atteint pas tout à fait 3 grammes, celui des plants est de $0^{gr},2822$ pour le pot n° 1 ; $0^{gr},5361$ pour le pot n° 2 ; $0^{gr},4357$ pour le pot n° 3 et $0^{gr},6600$ pour le pot n° 4 ; les gains étant respectivement de 1/4 de gramme pour le pot n° 1 plus de 1/2 gramme pour le pot n° 2, presque 1/2 gramme pour le pot n° 3 et plus de 1/2 gramme pour le pot n° 4.

La troisième division du tableau indique la quantité totale de l'azote au début des expériences, semences et sol compris, et à la fin pour le sol et le plant ensemble, ainsi que les gains correspondants, mais la comparaison du résultat est plus sensible dans les deux dernières colonnes. L'avant-dernière fait ressortir le rapport du poids de l'azote contenu dans le produit tout entier (sol et plant compris) au poids de l'azote total initial (sol et semence), ce dernier étant par conséquent supposé pris pour unité, même dans le pot n° 1 avec sable impur et non stérilisé, mais sans addition d'extrait terreux, il y avait plus de trois fois autant d'azote dans les matières à la fin de l'expérience que dans le sol et la semence.

Dans le pot n° 2, avec extrait terreux, il y en avait environ cinq fois autant, et dans le pot n° 3, avec extrait terreux, il y en avait plus de quatre fois autant. Dans le cas du pot n° 4, cependant, avec terre de jardin, le gain semble insignifiant eu égard à la quantité considérable d'azote initial existant dans le sol.

C'est en parcourant la dernière colonne du tableau que l'on se rend bien compte de la quantité d'azote assimilée. Le poids d'azote contenu dans le sol qui est resté à très peu près le même pendant toute l'expérience a été négligé et les chiffres mentionnés indiquent le rapport du poids de l'azote contenu dans le produit final à celui trouvé dans la semence. Ainsi la quantité d'azote observé dans le plant à la fin de l'expérience est de neuf fois et demie dans le pot n° 1, de dix-huit fois dans le pot n° 2, près de quinze fois dans le pot n° 3, près de vingt-deux fois dans le pot n° 4, plus forte que la quantité d'azote fournie par la semence.

(*A suivre.*)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS ÉCONOMIQUES.

DE L'ASBESTE ET DE SES APPLICATIONS DANS L'INDUSTRIE, PAR M. LUDZKI.

L'asbeste a reçu beaucoup d'applications dans l'industrie depuis quelque temps et son emploi se répand de plus en plus. Ses qualités sont nombreuses, il est incombustible, inattaquable, par les acides, les bases et autres agents chimiques ; il est mauvais conducteur de la chaleur ; il a des qualités lubrifiantes et ces diverses propriétés en font une substance unique dans son genre. Sous forme de carton, il sert à faire les joints des tuyaux de vapeur ; sous forme de fils, de cordons, il garnit les boîtes à étoupe des cylindres ; on en fait des vêtements pour traverser les incendies, des gants pour les électriciens et des filtres pour les acides ; la poudre d'asbeste est employée dans les couleurs résistant au feu ; on en fait un feutre, des tubes, des mèches, des enveloppes non conductrices de la chaleur, un charbon, des grilles de foyer, du papier, le tissu nommé *superator*, etc. ; en un mot, il est devenu indispensable dans une foule d'industries.

Le mot asbeste, tiré du grec, veut dire incombustible et incorruptible. Ce minéral est un composé voisin de l'amphibole et, d'après sa structure et son origine, il porte les différents noms de lin, de liège, de bois, de peau minérale, d'amiante, de fibre de Baltimore, de Boston, du Canada. L'asbeste brut se présente sous forme de cristaux allongés en fibres dont le tissu est tantôt léger et souple et tantôt compact.

L'asbeste est un silicate double de magnésie et de chaux mélangé d'alumine et d'oxyde de fer ; on le rencontre souvent mêlé à la serpentine et il porte aussi les noms de chrysolite et d'asbeste-serpentine. Le meilleur asbeste est flexible et élastique ; sa couleur varie du vert olive au jaune et au blanc d'argent avec un éclat soyeux ; sa cassure est brillante.

Ce minéral se rencontre sous l'aspect varié de la serpentine en Silésie, en Saxe, dans le Tyrol, en Savoie, en Corse, au Saint-Gothard, dans le Dauphiné, dans l'Oural, en Finlande, dans le gouvernement d'Ekaterinoslaw dans le Caucase, en Amérique, principalement au Canada près de Québec. Dans le gouvernement de Perm, près de Neviansk, il constitue toute une montagne et forme d'énormes blocs entre les rivières Noire et Kamenka.

L'asbeste commun, à fibres épaisses et peu souples, d'une texture compacte et fragile, se brisant en petites parcelles, se rencontre dans les mines de fer et de cuivre de ses pays d'origine, en Suède, au Saint-Gothard, dans le Tyrol et en Espagne. Il ne se rencontre sous le nom et l'aspect de bois minéral, de couleur brune, qu'au Schneeberg, dans le Tyrol et en Russie.

La plus curieuse variété d'asbeste est celle connue sous le nom de lin miné-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ral; on la trouve en Syrie, à Salzbourg, en Silésie, en Moravie, en Gallicie, en Suède et en Norvège, mais surtout dans le Tyrol, près de Milan et en Amérique.

Des applications de l'asbeste comme garniture de boîte à étoupe et de joints de tuyaux ont été faites sur une machine des mines de Friedenhofnung près de Waldenbourg en 1877, puis à Dresde et en Silésie sur les cylindres de locomotives; les résultats ont été des plus satisfaisants.

On travaille aujourd'hui l'asbeste dans plusieurs fabriques en Angleterre, aux États-Unis, en Italie et en Allemagne. A Saint-Pétersbourg, il existe une fabrique de carton d'asbeste. Les procédés de cette industrie sont en général tenus secrets; les machines diffèrent les unes des autres et chaque fabricant les perfectionne peu à peu. L'asbeste brut est approvisionné en morceaux de 50 à 100 kilos; il faut d'abord le débarrasser des matières terreuses; on le réduit pour cela en fragments que l'on fait passer entre les rouleaux armés de dents d'une machine appelée *loup* qui a pour fonction de séparer les fibres sans les briser. De là les fragments repassent entre les rouleaux de deux *loups* de plus petites dimensions : après quoi ils sont placés dans des cuves d'eau bouillante où les fibres se ramollissent.

Pour la fabrication du carton, on fait passer les fibres lessivées et très divisées dans un appareil semblable aux piles employées dans les fabriques de papier, en formant une pâte par l'addition d'amidon ou de gomme; on étale ensuite cette pâte sur une toile métallique sans fin qui l'amène entre des rouleaux, puis on la découpe en feuilles que l'on comprime fortement à la presse hydraulique entre des feuilles de zinc. On fait sécher enfin les feuilles obtenues ainsi, dans des séchoirs spéciaux.

L'épaisseur ordinaire de ces feuilles de carton est d'un demi-millimètre; et pour obtenir des épaisseurs supérieures variant de un demi à 15 millimètres, on colle ensemble plusieurs feuilles à la presse hydraulique: les dimensions de ces feuilles sont ordinairement de 1 mètre sur 1 mètre.

Les proportions d'asbeste contenues dans les cartons du commerce varient de 98 à 50 p. 100.

Lorsque l'on veut obtenir l'asbeste à l'état de fils, on commence par passer les fragments au *loup*, puis à l'eau bouillante; on fait ensuite sécher la matière sur des appareils centrifuges, puis dans des séchoirs; on opère ensuite un triage des fibres courtes et longues, les premières servant à fabriquer le carton et les secondes pour fils.

Les machines servant à produire le fil d'asbeste ne peuvent ressembler aux cardes et autres machines employées pour la laine et le coton, dont les fibres s'unissent entre elles au moyen d'une légère torsion, car cette opération briserait les fibres d'asbeste.

La machine à cardes et à peignes de Rustom de Boston est assez compliquée et produit un ruban d'asbeste sans interposition d'aucunes autres fibres de liaison.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce ruban ou fil d'asbeste est employé à la garniture des cylindres et des joints des tuyaux de vapeur.

Il sert aussi à faire des cordons avec ou sans interposition d'un métal ductile. Ces cordons sont doués de propriétés lubrifiantes, consistant en ce que les garnitures faites avec ces fils n'ont besoin d'être lubrifiées par aucune huile ou graisse et résistent aux plus fortes pressions et à l'action des gaz chauds.

La propriété de l'asbeste d'être mauvais conducteur de la chaleur le fait employer à recouvrir les chaudières et les tuyaux de vapeur, ainsi que les glacières et les wagons servant au transport de la viande.

L'asbeste mélangé à l'argile, à la tourbe et à la chaux donne une matière incombustible employée dans la construction sous le nom de produit de Murjahn, qui peut être scié et raboté comme le bois.

Ce minéral a un poids spécifique très faible et est mauvais conducteur de l'électricité ; il se ramollit dans l'eau, ce qui permet de lui donner toutes les formes possibles. Cette action de l'eau empêchait de l'employer dans beaucoup de cas, mais cet empêchement n'existe plus depuis l'invention du *superator*, qui est un carton d'asbeste inventé par Nagel et qui résiste à l'action de l'eau ; avant cette invention, on avait déjà employé le carton d'asbeste imbibé de paraffine liquide à revêtir la paroi intérieure des vases en tôle servant au transport de l'acide azotique.

On rencontre dans le commerce deux espèces de produits en asbeste, les produits américains et italiens ; ces derniers renferment beaucoup d'argile et sont plus denses, ils manquent aussi d'élasticité et sont fragiles.

A l'origine de cette industrie, les meilleurs produits étaient fabriqués par la *Boston Company,* propriétaire de gisements au Canada, qui sont les premiers du monde ; cette compagnie fournissait tous les marchés, mais aujourd'hui l'asbeste brut du Canada arrive à Hambourg et en Angleterre et il est travaillé dans de nombreuses fabriques en Europe.

Applications industrielles de l'asbeste. — On en fait des filtres de laboratoire pour les réactifs énergiques ; une nouvelle substance appelée ouate de verre lui fait une forte concurrence. Le principal défaut des filtres en asbeste est qu'un seul filtrage donne un liquide trouble et qu'il faut filtrer plusieurs fois ; de plus, l'opération est très lente.

Afin de parer à ces inconvénients, on procède de la manière suivante :

On fait passer des fibres d'asbeste au travers d'une toile métallique solide ayant deux trous par centimètre carré ; on reprend la partie qui a traversé cette toile pour l'étendre sur une autre toile métallique plus fine ayant 4 à 5 trous par centimètre carré ; on y verse de l'eau en agitant la matière et on la lave ainsi jusqu'à ce que l'eau passe claire ; ensuite on la fait bouillir une demi-heure dans l'acide chlorhydrique fumant additionné de 4 parties d'eau, et on lave le résidu

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avec soin dans un entonnoir de platine; enfin on le calcine dans une capsule de platine. L'asbeste préparé de cette manière filtre bien et rapidement.

On étudie beaucoup en ce moment le moyen d'employer l'asbeste au filtrage de l'eau potable, car il n'existe jusqu'à présent que peu de bons filtres pour les usages domestiques; ainsi les différents filtres connus en charbon poreux, silicaté ou comprimé, en feutre ou en grès n'arrêtent pas complètement les microbes de l'eau qui propagent les maladies. Il semble que l'asbeste soit appelé à résoudre ce problème : en effet, l'asbeste se subdivise en fils si ténus qu'on n'avait pas eu jusqu'à présent l'idée d'un tel état de division; il suffit de dire que, mesurés avec les meilleurs objectifs de Reichert, ces fils ont 1/10 000e de millimètre; ils sont plus ténus que ceux du papier, de la soie, du fer ou de la toile d'araignée. Un filtre, fait de ces fibrilles microscopiques par l'ingénieur viennois Breyer, a 2 de millions 1/4 de pores par millimètre carré, et arrête les microbes de l'eau. Ces filtres sont déjà assez répandus et se confectionnent de la manière suivante :

On écrase l'asbeste au moyen de petites meules : on sépare de la masse avec beaucoup de soin les fibres qui ont de 1 à 7 millimètres de longueur, on les fait tremper dans l'eau pendant plusieurs jours et on moud de nouveau la pâte obtenue dans un petit moulin spécial avec du carbonate de chaux cristallisé. On agite le produit obtenu dans une dissolution étendue d'acide chlorhydrique en proportion suffisante pour que toute la chaux se dissolve à l'état de chlorure de calcium; on laisse digérer pendant deux jours, de manière à dissoudre tout le sel de chaux et il reste une émulsion légère et poreuse d'asbeste presque chimiquement pur et qui sert à préparer la *micro-membrane* des filtres.

On emploie aussi le carton d'asbeste au lieu de toiles métalliques de fer et de cuivre employées à chauffer les ballons de verre, les capsules en porcelaine et en platine; la chaleur se répand par ces toiles d'une manière plus uniforme et l'on évite les ruptures de vases et la projection des liquides. On remplace aussi avec avantage dans les laboratoires les capsules en porcelaine par les capsules en asbeste. Dernièrement Pohl a pris un brevet à Liverpool pour des tubes en asbeste. On emploie aussi ce minéral à remplir les tubes qui servent à chauffer les gaz, dans le but d'augmenter la surface de chauffe.

Dans les fabriques de chlore et de chlorure de chaux, on place la chaux sur une toile d'asbeste; on emploie aussi ce minéral à la filtration de la soude caustique. Le carton d'asbeste est employé à la compression des mélasses du sucre de betterave; les toiles d'asbeste s'interposent en couches dans les appareils de diffusion et les monte-jus des sucreries. Dans les poêles domestiques, on emploie l'asbeste en l'interposant dans les tuyaux de conduite des gaz chauds. Dans les fonderies et les forges, on l'emploie sous forme de gants, de masques, de tabliers de chemises, etc.

L'asbeste étant mauvais conducteur de l'électricité a trouvé beaucoup d'ap-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plications dans cette industrie : l'*United Asbestos Company* fabrique des tubes en asbeste résistant au feu, à l'eau et aux acides; ces tubes servent à isoler les câbles souterrains et remplacent avec avantage l'ébonite, les tubes en caoutchouc, en fer et en plomb. Le carton d'asbeste s'emploie comme support isolant des machines dynamos. Les gants en asbeste imprégnés de résine sont utilisés par les électriciens pour se garantir des étincelles électriques; les cendriers en asbeste servent à éteindre les étincelles tombant des lampes à arc voltaïque. MM. Mackay et Goolden ont pris un brevet en 1882 pour un produit isolant et élastique qui se prépare de la manière suivante : on prend 32 parties d'asbeste sec et dans un grand état de division, on y ajoute une partie de paraffine ou d'ozokérite, 20 parties de goudron de bois et 32 parties de mâchefer; le mélange doit être fait avec soin à une température de 38° à 100°. Si on le veut plus dur, on diminue la proportion de goudron et pour le durcir encore davantage, on remplace la cire minérale par 24 parties de poudre d'ardoise et d'argile réfractaire ne contenant pas de fer; on diminue proportionnellement la quantité d'asbeste.

Afin d'avoir une idée complète des applications de l'asbeste dans l'électrodynamique, il reste à mentionner son emploi dans les conduites d'électricité d'après le système de Faucheux d'Hunay, dans les accumulateurs de Volckmar, dans les éléments de galvanoplastie de Scrivanow à Paris, les brevets de Kahn à Vienne et de Watt à Liverpool pour les conduites d'électricité, etc.

Les diverses propriétés de l'asbeste lui assignent aussi un rôle multiple dans l'éclairage; c'est ainsi que la lampe d'Hœdicke est fondé sur la capillarité de ce minéral. Dans cette lampe, le réservoir de pétrole ou d'essence minérale est placé dans le pied de la lampe que surmonte un cylindre de 0^m50 rempli d'asbeste; le liquide s'élève dans ce cylindre pour arriver à la mèche qui est également en asbeste.

Cette disposition présente une grande sécurité en raison de la distance existant entre le réservoir et la flamme. Un grand nombre de lampes en Angleterre et en Allemagne ont aussi des mèches en asbeste.

On emploie la poudre d'asbeste à préparer des couleurs qui servent à rendre des étoffes et des matériaux de construction incombustibles; leur emploi est très répandu en Angleterre.

Ces préparations sont ordinairement des mélanges de poudres d'asbeste, de verre, de couleurs minérales et de silice résistant également bien aux actions de l'air, de l'humidité, du froid et d'une température élevée; on en recouvre les conduites de vapeur, d'eau, de gaz, les constructions en bois, les toits des édifices, les navires et les murs en pierre.

En Allemagne, on prépare une couleur d'asbeste de la manière suivante : On calcine dans une chaudière en tôle 30 parties de poudre d'asbeste avec 20 parties de terre réfractaire en poudre; on y ajoute 10 parties de borax dissous dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

30 parties d'eau bouillante et 10 parties de verre soluble, on chauffe et on agite le mélange pendant trois heures, on y ajoute ensuite des couleurs minérales variées.

On trouve aussi dans le commerce du papier à écrire et de tenture en asbeste, des encres à base d'asbeste, des décors de théâtre, des abat-jours de lampe, etc.

Le procédé de Gaspar Meyer pour fabriquer du papier d'asbeste consiste à mélanger la pâte de ce minéral à celle du papier ordinaire, et à remplacer la colle employée ordinairement, par une colle minérale qui est un verre à base de soude ou de potasse. Pour donner au produit l'élasticité et le glacé, on colle la pâte une seconde fois avec de l'amidon. La poudre d'asbeste a été préalablement blanchie à la chaux, puis après un lavage, on y ajoute 8 à 10 p. 100 de verre soluble et 4 et 5 p. 100 de pâte ordinaire à papier et on fait passer la pâte aux rouleaux, après quoi on opère comme il a été dit plus haut pour la fabrication du carton.

Le premier collage à la colle minérale se fait sur le papier terminé ou sur la pâte. Dans ce dernier cas, on ajoute 4 parties de dissolution de gélatine et 6 parties de verre soluble et dans le premier cas on trempe les feuilles de papier dans un bain de verre soluble additionné de 1 p. 100 de glycéri ne.

L'encre incombustible consiste principalement en terre réfractaire malaxée avec du bleu d'outremer et 2 parties de glycérine. On mélange 20 p. 100 du liquide obtenu avec 80 p. 100 de verre soluble.

Nous avons dit que le superator inventé par Nagel était un produit qui résistait également bien à l'eau et au feu. Il se prépare de la manière suivante :

On mélange 200 parties d'oxyde de zinc nouvellement calciné avec 100 parties de fibres d'asbeste ; on en forme une pâte ferme avec de l'eau ne contenant pas d'acide carbonique ; on roule cette pâte sur une toile métallique jusqu'à la rendre bien homogène ; on laisse sécher pendant quelques minutes, puis on imbibe la feuille obtenue au moyen d'une dissolution concentrée de chlorure de zinc et on procède à un nouveau roulage et à un séchage, puis on humecte de nouveau avec le chlorure de zinc ; on refait sécher et on trempe les feuilles dans l'eau pendant 24 à 48 heures, et enfin on les passe entre des rouleaux. Lorsque les feuilles de superator doivent être exposées à l'air, on augmente leur résistance à l'humidité en les humectant de la dissolution de verre soluble, puis en les faisant sécher et en les trempant dans du lait écrémé où il se forme une combinaison de caséine et de verre très résistante à l'eau.

Une grande fabrique de superator, ou feutre minéral, est établie à Würzbourg depuis 1885 ; on le prépare de la manière suivante : on broie l'asbeste du Canada sous des meules, puis on passe le produit au *loup*, on le malaxe ensuite dans une machine spéciale avec l'oxyde de zinc réduit en poudre et différentes couleurs minérales. On obtient ainsi une sorte de ouate au milieu de laquelle on place une toile métallique ; on la fait passer entre des rouleaux entre lesquels on amène aussi du chlorure de zinc qui pénètre la masse et en forme un tout indis-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

soluble; on continue le passage entre les rouleaux jusqu'au durcissement complet des feuilles, après quoi on les fait passer entre de forts cylindres, on les lave, puis on les sèche, on les humecte enfin d'une dissolution acide d'alumine. On presse une dernière fois pour terminer l'opération.

On peut dire que le superator, grâce à sa résistance à l'eau, sera le plus employé des produits d'asbeste; il ne contient ni acides libres, ni sels, ni substances caustiques; il est inaltérable et durcit dans l'eau. On peut le peindre, le dorer, le bronzer, ses feuilles sont assez élastiques et non fragiles. Il conduit si peu la chaleur qu'une boîte recouverte de quelques feuilles à l'extérieur et à l'intérieur conserve sans altération dans un feu violent les livres qu'elle renferme. On a employé les feuilles de superator à recouvrir les toits des baraquements de l'entreprise de Panama pour les garantir de l'ardeur du soleil.

En terminant on doit citer comme produit d'asbeste un ciment pour les cornues à gaz, un composé dit salamandre pour recouvrir les tuyaux de fumée des torpilleurs, un composé onctueux pour les coussinets et les crapaudines, etc. Il serait même difficile d'énumérer tous les produits inventés dans ces derniers temps, et, en Allemagne seulement, on a déjà pris plus de 50 brevets pour ces applications.

(*Zapiski.*)

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Appareil de séchage dans le vide par E. Passburg, de Breslau, pour les déchets humides. — Les déchets humides des grains provenant des distilleries et des brasseries, ainsi que la pulpe des sucreries, constituent dans beaucoup de cas un aliment de beaucoup de valeur pour les bestiaux; mais, en raison de la grande quantité d'eau qu'ils contiennent, ils sont exposés à une décomposition rapide qui altère leurs qualités nutritives.

La même cause les empêche d'être transportés à une assez grande distance, ce qui oblige à les utiliser sur les lieux mêmes de leur production. Le prix de ces produits est en conséquence très réduit et la production est souvent supérieure à la demande.

On a fait des essais depuis longtemps pour sécher ces produits, mais le problème n'était pas facile à résoudre, en raison de la condition d'économie à remplir parce que l'on est obligé de n'employer qu'une température aussi basse que possible afin de ne pas altérer la composition chimique de la substance nutritive.

Tous les inconvénients sont évités en abaissant le point d'évaporation de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'eau, ce qui s'obtient au moyen du vide. L'inventeur de cet appareil a réussi à produire l'évaporation dans le temps le plus court possible et avec les moindres frais.

Ainsi que l'indiquent les figures de 1 et 2, le séchoir consiste en un cylindre supérieur A surmonté d'une trémie C à une extrémité, et d'un cylindre inférieur B muni d'une trémie de décharge D placée en dessous et à la même extrémité. Les deux cylindres sont entourés d'une enveloppe chauffée par de la vapeur d'échappement. Dans le cylindre supérieur tourne une vis sans fin S en fonte à hélice creuse (fig. 1), qui est également chauffée par la vapeur d'échappement. Le cylindre inférieur renferme un tambour tournant de tubes T qui sont formés

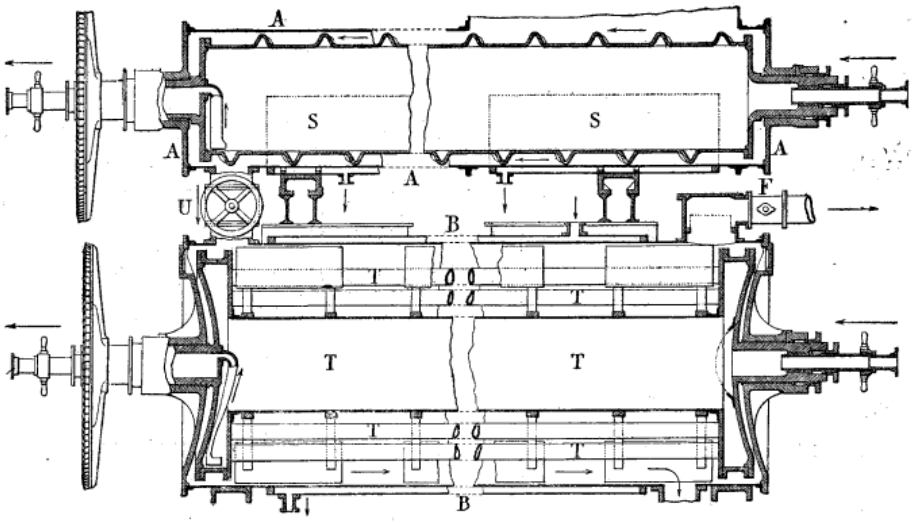


Fig. 1. — Coupe de l'appareil à sécher dans le vide.

d'un large tube central entouré de deux douzaines de plus petits; tous ces tubes sont ajustés à leurs extrémités dans deux plaques circulaires; ce tambour est chauffé par de la vapeur sortant directement de la chaudière. La substance à sécher est chargée par les deux trous d'homme de la trémie C et est poussée le long du cylindre A par la vis sans fin jusqu'à l'autre extrémité, et elle tombe par la soupape U dans le fond du cylindre B. Elle est alors soulevée par les palettes fixées au tambour T et avance dans une direction inverse de la précédente; arrivée à l'extrémité antérieure du cylindre B, elle tombe par la soupape V dans le récipient D. Elle a été séchée pendant ces deux parcours. La vapeur résultant du séchage est aspirée par une pompe à air qui la fait passer dans le dôme, d'où elle va du cylindre supérieur au-dessus du cylindre inférieur, en passant par la valve F. Cette valve est munie de filtres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Aussitôt que le récipient D est plein de matière sèche, la valve V est fermée et la charge est retirée sans altérer le vide de l'appareil. Avant de recharger la trémie C, on ferme la valve V pour interrompre la communication avec le cylindre pendant le chargement. Le vide reste invariable dans le cylindre inférieur et n'a besoin d'être rétabli que dans le cylindre supérieur après avoir refermé la trémie C.

Le degré d'ébullition de l'eau contenu dans les déchets est réduit dans ce vide partiel à 43° centigrades, ce qui est suffisant pour obtenir de bons résultats en très peu de temps. Ce procédé est très économique parce que l'on utilise toute la chaleur dépensée, et la vapeur à sa sortie de l'appareil entraîne toute l'humidité en excès. Les substances qui ont subi l'opération ne sont jamais complètement sèches, mais conservent 7 à 12 p. 100 d'humidité, ce qui est une bonne condition pour ne pas altérer leur valeur nutritive.

(*Instit. of mechanical Engineers.*)

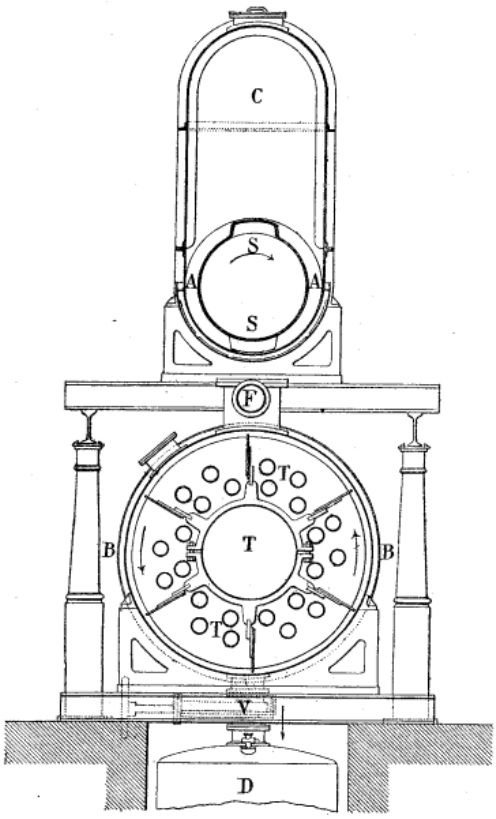


Fig. 2. — Vue de bout de l'appareil à sécher dans le vide.

Procédé direct de production de loupes de fer dans l'usine de la Carbo Iron Company à Pittsbourg, par A. Hunt. — Ce procédé est pratiqué par le métallurgiste américain A. Hunt dans l'usine de Pittsbourg en Amérique ; il consiste à obtenir directement le fer du minerai sous forme de loupes ; ce traitement est très facile à appliquer, et il donne surtout des résultats très économiques. De nombreuses usines américaines possédant des fours Martin emploient ce nouveau procédé.

Le traitement du minerai consiste à employer comme réducteur une sorte de graphite du genre anthracite que l'on trouve près de la ville de Cranston, et qui présente la composition suivante :

Carbone	78	p. 100
Substances volatiles	2,60	—
Silice	15,06	—
Phosphore	0,04	—
	100	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce graphite est mauvais comme combustible, car il brûle difficilement en éclatant et en produisant beaucoup de cendres.

Dans ce procédé, on réduit préalablement le minerai et le graphite en petits morceaux, que l'on passe à un tamis présentant 5 trous par 2 centimètres carrés. On emploie pour une charge une tonne de minerai sec pour un quart de tonne de graphite; on arrose le mélange avec de l'eau jusqu'à le réduire en pâte ferme.

On opère dans des fours chauffés au gaz de deux côtés avec retour de flamme sous le milieu de la sole qui est plate et a $6^m,70$ de longueur sur $1^m,50$ de largeur. Cette sole est formée d'une couche de graphite damé de $0^m,20$ d'épaisseur. On étend le mélange sur une épaisseur de $0^m,10$; on lute les portes pour empêcher l'accès de l'air, et on donne une chauffe énergique.

Au bout de 20 minutes, l'épaisseur du mélange est réduite de moitié, et il est recouvert d'une flamme d'oxyde de carbone; la température est alors d'environ 520 degrés. Au bout d'une heure, la couche est réduite à un tiers de son épaisseur et il commence à se produire de petites surfaces métalliques. On continue à chauffer pendant une demi-heure, puis on ferme les conduits d'arrivée des gaz, et on commence à diviser la matière en loupes de 100 à 150 livres.

Dans l'usine de la Carbon Iron Company, on emploie le minerai de la marque Minnesota Y qui contient 62 p. 100 de fer; on obtient par opération 12 à 15 loupes. La température la plus élevée du four à la fin de l'opération ne dépasse pas 780 degrés, c'est-à-dire un degré beaucoup plus bas que celui de la fusion de la fonte.

Les loupes retirées du four sont comprimées au marteau-pilon et laminées en barres ou portées directement au four Martin. Chaque four régénérateur peut faire en 24 heures 8 chauffes de 2 heures et demie chacune produisant 635 kilog. de loupes pour l'affinage dans les fours Martin.

Dans les usines américaines, les meilleures qualités d'acier se préparent en chargeant des loupes de fer, produites dans des forges catalanes, dans un bain métallique de fonte manganésifère.

Lorsqu'on emploie les loupes de fer obtenues par le procédé de la Carbon Company, et que l'on a préparé à l'avance le bain de fonte manganésifère, la durée de la fusion de l'acier dans le four Martin est réduite presque de moitié, ce qui produit une économie de combustible et une diminution de déchet. La charge pour la production de l'acier consiste alors en un tiers de fonte et deux tiers de loupes. Les scories qui se forment pendant l'opération sont liquides, et on les écoule de temps en temps par le trou de scories.

Les scories produites dans les fours de la Carbon Company contiennent 30 p. 100 d'oxyde de fer, 24 à 30 p. 100 de silice et 0,1 à 0,15 p. 100 de phosphore; les barres ébauchées ne contiennent que 0,015 de phosphore.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'acier doux obtenu dans les opérations faites dans des fours Martin du système Lash de 15 tonnes donnent un déchet de 15 à 16 p. 100; la composition de l'acier est la suivante :

Carbone	0,12 p. 100
Phosphore	0,053 —
Manganèse	0,32 —

Cet acier laminé en barres de 0,15 × 0,025 a donné aux épreuves de résistance les résultats suivants :

Limite d'élasticité	27 k. par mmq.
Résistance à la rupture	40 k. mmq.
Allongement d'une barre de 0,25	17,58 p. 100
Réduction de sa section	35,10 —

Il a été apporté des perfectionnements au premier procédé de la Carbon Company par Mathieu Graff, qui a pris une patente pour le remplacement du graphite de Cranston par différentes matières réductrices comme le coke, le charbon de bois, le charbon de goudron et l'anthracite; il réduit ces matières en poudre grossière et l'arrose avec une émulsion de magnésie, de dolomite ou de chaux. Lorsque le mélange est sec, la poudre est recouverte d'un enduit grisâtre dont la propriété est de retarder la combustion de la matière, ce qui entraîne la réduction complète du minerai. Dans l'usine de la Carbon Iron Company, on emploie du coke en poudre grossière tamisée dans un crible de 5 trous par 2 centimètres carrés; on l'arrose d'une émulsion de terre réfractaire et de chaux dans l'eau; par seau de 12l,29, on ajoute une demi-livre (250 grammes) de terre réfractaire et de chaux en poudre.

CONTENANCE EN CARBONE.	LIMITE D'ÉLASTICITÉ.	RÉSISTANCE A LA RUPTURE.	ALLONGEMENT DE BARRES DE 0,20.	RÉDUCTION de la SECTION DES BARRES.
Pour 100.			Pour 100.	Pour 100.
0,12	21,6	31,8	30	65
0,14	22,9	35,0	28	62
0,18	25,4	38,1	26	56
0,22	28,0	41,3	25	50
0,25	30,5	44,5	23	48
0,30	31,8	47,6	22	42
0,35	33,7	50,8	20	40
0,40	35,6	54,0	18	32

On mélange le minerai et la matière réductrice dans les proportions res-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pectives de 4 à 1, et on les charge sur la sole faite en graphite de Cranston. Ce procédé perfectionné donne des produits très purs qui présentent la composition suivante :

	Loupes.	Barres de fer ébauché.
Fer	98,47 p. 100	99,02 p. 107
Silice	0,94 —	0,56 —
Phosphore	0,02 —	0,015 —
Soufre	0,021 —	0,01 —
Carbone	0,15 —	0,10 —

Les loupes à leur sortie du four sont portées dans le bain métallique des fours Martin de 15 tonnes, et l'acier doux obtenu a donné les résultats suivants aux épreuves de résistance. (Voir tableau, p. 779.)

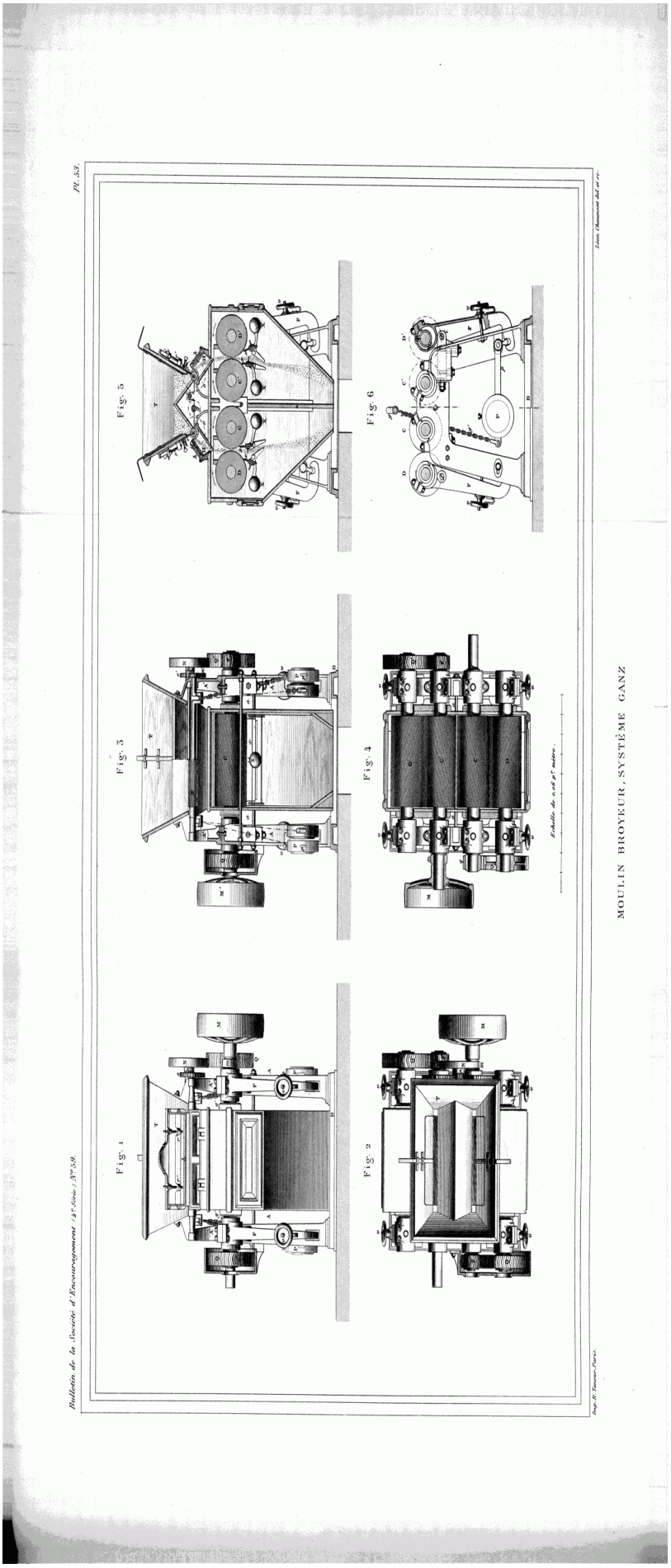
Toutes les barres d'épreuves contenaient 0,35 p. 100 de manganèse. Les loupes sont employées dans la charge des fours Martin dans la proportion de 50 p. 100.

(*Extrait d'une brochure de A. Hunt.*)

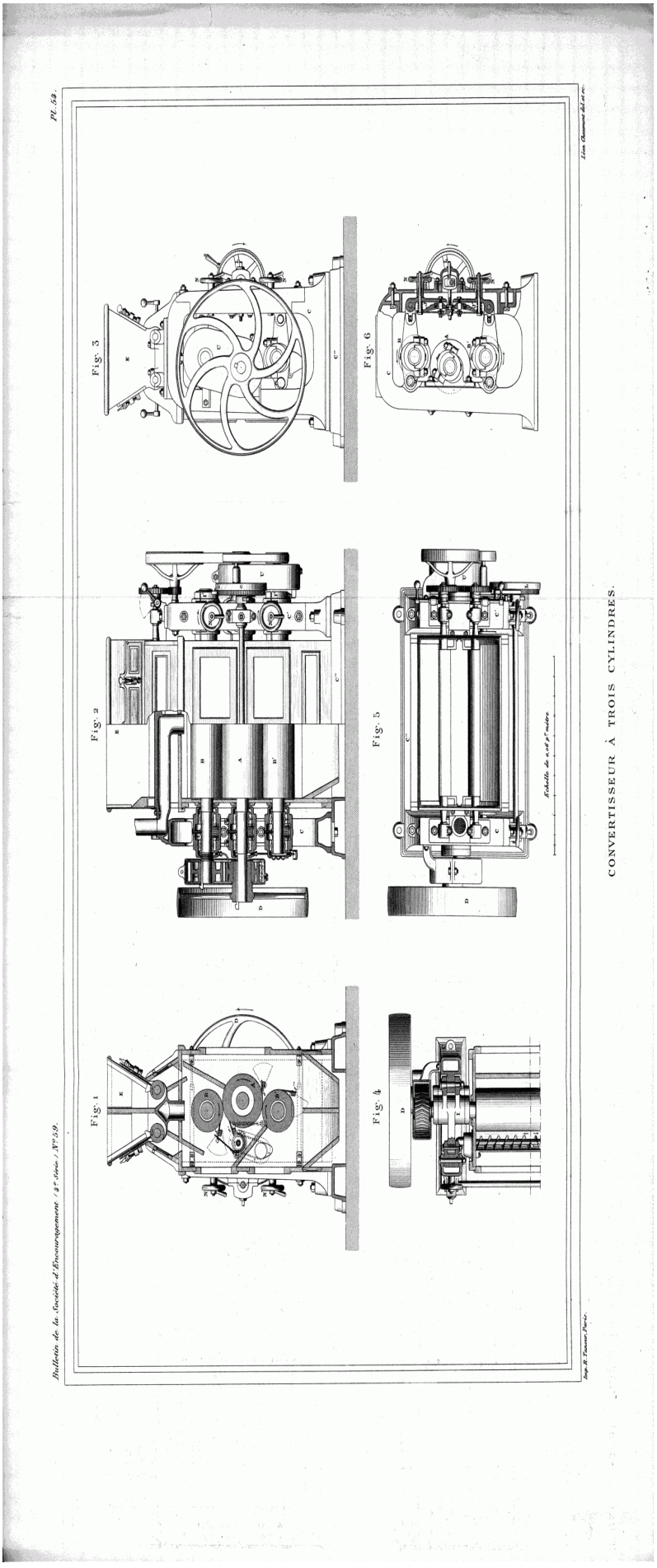
Le Gérant : J.-H. Ginestou.

Paris. — Typ. Georges Chamerot, 19, rue des Saints-Pères. — 26687.

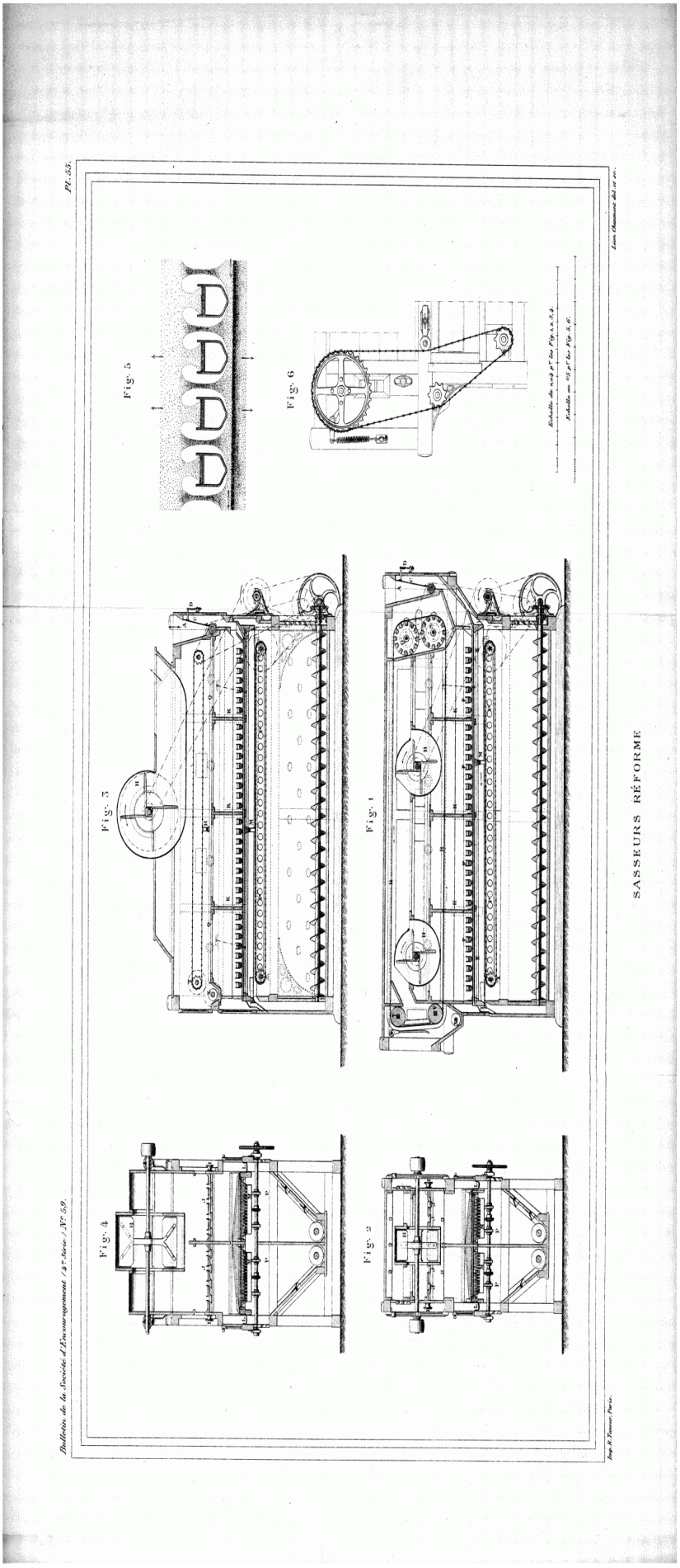
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

89e ANNÉE. Quatrième Série, Tome V. DÉCEMBRE 1890.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

ARTS MÉCANIQUES

RAPPORT *fait par* M. HIRSCH, *au nom du Comité des arts mécaniques, sur les* EXPÉRIENCES DE CONSOMMATION EXÉCUTÉES SUR UN MOTEUR A GAZ, SYSTÈME LENOIR, DE 16 CHEVAUX, *construit par* MM. ROUART FRÈRES.

Description de la machine. Dispositions générales. — Le moteur qui fait l'objet du présent rapport est représenté dans son ensemble par le dessin de la planche 56. Il est à deux cylindres actionnant un même vilebrequin. Comme dans un grand nombre de moteurs à explosion, le cycle est celui de Beau de Rochas, et se compose de quatre temps, chaque temps correspondant à une course du piston, savoir :

1er temps : Aspiration du mélange de gaz et d'air ;

2e temps : Compression du mélange ;

3e temps : Allumage, explosion et détente, c'est la course motrice ;

4e temps : Échappement des produits brûlés.

Les deux cylindres effectuent successivement le même cycle ; il y a donc, pour deux révolutions du volant, deux courses motrices.

La compression donne une pression d'environ 2 kilogr. 1/2 ; la pression maxima au moment de l'allumage est d'environ 12 kilogr. ; l'allumage est obtenu par une étincelle d'induction.

Les données numériques principales sont les suivantes :

Course des pistons	400 millim.
Diamètre des cylindres	230 —
Nombre de tours par minute	160
Puissance effective en allure de travail, environ	16chx

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'admission et l'échappement sont opérés par des soupapes en acier de 82 millimètres de diamètre. L'avance à l'échappement est de 1/7 de la course du piston.

Chambre de compression. — Plusieurs particularités sont à signaler :

En premier lieu, le cylindre est prolongé par une chambre, dans laquelle se produit la compression, puis l'inflammation. Cette capacité n'est pas refroidie, comme l'est le cylindre, par une circulation d'eau ; la paroi est simplement munie d'ailettes saillantes, de telle sorte que le contact avec l'air extérieur empêche une élévation exagérée de température. Au bout de quelques coups de piston, la température de la paroi interne s'élève beaucoup ; il en résulte une double conséquence : d'abord, pendant la marche normale, le mélange détonant, refoulé dans cette chambre, s'échauffe fortement ; l'inflammation se fait donc avec plus de sûreté et une moindre consommation ; en second lieu, lorsque, par suite de l'accroissement de vitesse, l'arrivée du gaz se trouve momentanément supprimée, la machine produit encore un certain travail, par le fait de l'échauffement de l'air comprimé, ce qui assure une meilleure régularité à l'allure en faible travail. La pièce en fonte formant chambre de compression est réunie au corps du cylindre par un joint à l'amiante, qui atténue la communication de chaleur par conductibilité.

Allumage. — Avant leur admission dans le cylindre, l'air et le gaz traversent un mélangeur. L'allumage est obtenu par une étincelle d'induction, fournie par une petite bobine de Ruhmkorff, laquelle est actionnée par une pile Delaurier ; le courant de la pile reste ouvert pendant la presque totalité des deux révolutions ; il ne se ferme qu'un instant avant l'envoi du courant induit dans l'inflammateur. De cette façon, la pile ne fonctionne que pendant un temps très court, et peut, sans être remontée, faire un service de plusieurs semaines. Le contact produisant l'étincelle inflammatrice est donné par une came agissant sur une lame de ressort ; les deux pièces sont nickelées ; l'instant du contact est réglé à la main à l'aide d'un dispositif très simple ; l'expérience montre qu'en marche normale il est avantageux d'avoir une légère *avance* à l'inflammation (environ $\frac{1}{40^e}$ de la course du piston) ; cette avance est déterminée par tâtonnements. Pour la mise en train, l'avance doit être supprimée.

Mise en train. — Pour la mise en train, on met le cylindre en communication avec l'atmosphère par un petit robinet, branché un peu en avant du joint d'assemblage de la chambre de compression, de manière à réduire beaucoup l'effort à faire sur les bras du volant ; en quelques tours, la machine

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est lancée, et on peut fermer le robinet et atteler les résistances. Il est nécessaire, pendant la mise en train, de supprimer l'avance à l'allumage ; on rétablit cette avance, par le simple déplacement de la touche de contact, en même temps qu'on ferme le robinet de mise en train. Il faut une dizaine de minutes pour que la chambre de combustion ait atteint sa température normale.

Régulation. — La régulation est obtenue par un petit pendule conique, qui déclenche la commande de la soupape d'admission du gaz, aussitôt que la vitesse de régime est dépassée. L'allure de la machine s'est montrée extrêmement régulière dans nos expériences ; il est vrai que la charge était à fort peu près constante.

Expériences. — Cette machine a été soumise à des expériences de consommation, le 24 mai 1890. Ces expériences ont comporté, la machine étant en allure normale, les mesures ci-après :

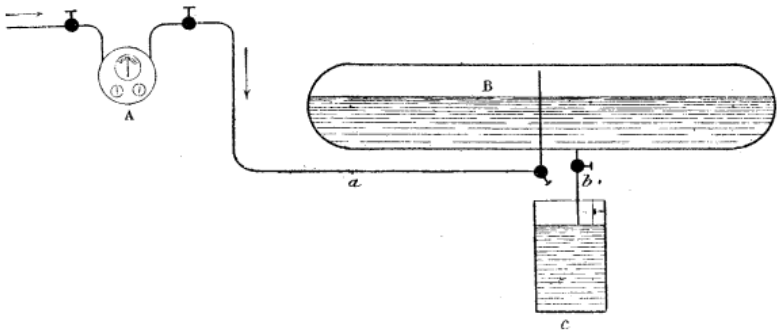


Fig. 1. — Tarage du compteur.

1° Mesure de la consommation du gaz, pris sur une conduite de la Ville ;

2° Mesure de la puissance développée sur une poulie calée sur l'arbre de couche.

La mesure de la consommation de gaz a été obtenue au moyen d'un compteur de grande dimension ; le cadran de ce compteur donnait le débit en litres par heure à l'aide d'une observation de cinq minutes.

Le travail fourni a été mesuré à l'aide d'un frein de Prony.

Tarage du compteur. — On a dû commencer par vérifier le tarage du compteur. A cet effet, le compteur A (fig. 1) était mis en communication par le tuyau *a* avec la partie supérieure d'un corps de chaudière B rempli d'eau.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un robinet *b* prolongé par un tuyau permet de laisser écouler l'eau dans une bâche *c* placée sur une bascule bien tarée.

La chaudière, d'une capacité de 2 mètres cubes environ, était bien étanche, on laissait écouler, à chaque opération, 400 kilogrammes d'eau environ et on lisait le chiffre indiqué par le compteur, après avoir interrompu toute communication.

Les résultats lus sur le cadran du compteur indiquent le débit d'une heure pour une observation de cinq minutes; le débit en litres pendant un jaugeage s'obtient donc en divisant par 12 le résultat brut de la lecture.

Trois tarages furent effectués, deux avant, un après l'expérience de rendement; ils ont donné les chiffres ci-après (avant et après les expériences de consommation) :

1° Pour 400^{kg} d'eau le compteur indiquait $\frac{4915}{12} = 409^{lit},6$ de gaz.

2° Pour 400^{kg},5 d'eau le compteur indiquait $\frac{5000}{12} = 416^{lit},67$ de gaz.

3° Pour 400^{kg},7 d'eau le compteur indiquait $\frac{5070}{12} = 422^{lit},5$ de gaz.

L'erreur en p. 100 était donc :

$$1° - \frac{9,6}{4} = 2,4$$

$$2° - \frac{16,67}{4,005} = 4,1$$

$$3° - \frac{22,5}{4,007} = 5,6$$

$$\text{Moyenne} = \frac{12,1}{3} = 4 \text{ p. 100 environ.}$$

On peut objecter à ce mode de tarage que l'écoulement du gaz, pendant cette opération, était beaucoup plus lent que pendant la marche de la machine. Toutefois il est bon de remarquer que, dans les deux cas, le gaz traversait le compteur à la pression de la conduite, supérieure à la pression atmosphérique, ce qui atténue beaucoup la portée de l'objection. D'ailleurs le gonflement de la poche de caoutchouc, intercalée sur la conduite en aval du compteur, montrait bien que, même en allure de travail, ce compteur était traversé par du gaz sous pression.

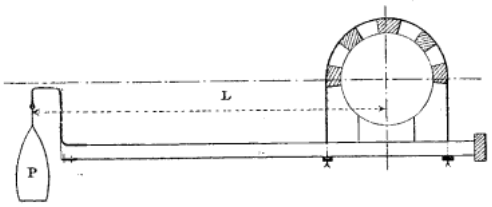


Fig. 2. — Frein de Prony.

Mesure du travail. — Le moteur a été mis en marche quelques minutes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avant l'expérience. Le frein employé est le frein de Prony à bande (fig. 2); il a été équilibré à l'avance très exactement; l'équilibre a été vérifié avant et après l'expérience. La vitesse a été mesurée plusieurs fois, par comptage direct, pendant une minute observée sur une bonne montre à secondes; comme on le verra ci-après, l'allure s'est maintenue très régulière; l'expérience a duré plus d'une heure. Voici les chiffres relevés :

Longueur L de l'axe au point de suspension	$1^{m},204$
Poids P suspendu à l'extrémité	$59^{kg},950$
Nombre de tours	160-160-161-160-162-159-160
Nombre de tours moyen	160

$$\text{Puissance effective} = \frac{2\pi L n \times P}{60 \times 75} = \frac{2 \times 3{,}1416 \times 1{,}204 \times 160 \times 59^{kg},950}{60 \times 75} = 16^{chx},13$$

Mesure de la consommation. — Pour la mesure de la consommation, on s'est servi du cadran indiquant la consommation d'une heure par observation de cinq minutes; seulement on prolongeait l'observation pendant dix minutes, et on divisait par 2 les résultats ainsi obtenus.

1re observation, consommation par heure	10159 litres.
2e — — —	10028 —
3e — — —	10120 —
Moyenne	$\frac{30307}{3} = 10102$ litres.
Correction de tarage : $\frac{4}{100} \times 10102$	404 —
Reste	9698 litres.
Consommation par heure et par cheval effectif	$\frac{9698}{16{,}13} = 601^{lit},2$

Résumé. — En résumé, la machine en question n'a consommé, dans cette expérience, que 601,2 litres de gaz par heure et par cheval effectif. Ce résultat peut être considéré comme fort remarquable.

Des chiffres ci-dessus, on peut déduire le *rendement thermique* de la machine expérimentée.

On sait que le rendement thermique d'une machine est le rapport du travail réel qu'elle développe au travail total correspondant à la chaleur que peut dégager le combustible consommé. Or, au cas actuel, on peut admettre les chiffres suivants :

Équivalent mécanique d'une calorie	425 kilogrammètres.
Puissance calorifique d'un mètre cube de gaz	5300 calories.

L'équivalent en travail de la chaleur représentée par un mètre cube de gaz est donc de 5300×425; et le rendement thermique de la machine

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

considérée, laquelle consomme 0,6012^{m3} par heure et par cheval effectif, serait de

$$\frac{75 \times 60 \times 60}{0{,}6012 \times 5300 \times 425} = 0{,}20$$

c'est au moins le double du rendement thermique des machines à vapeur les plus parfaites.

Les expériences ci-dessus décrites ont été exécutées avec le concours fort habile de M. Gauthier, préparateur du cours de Mécanique appliquée, au Conservatoire des Arts et Métiers.

Signé : J. HIRSCH, *rapporteur.*

Approuvé en séance le 11 *juillet* 1890.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 56 REPRÉSENTANT UNE MACHINE A GAZ, SYSTÈME LENOIR, CONSTRUITE PAR MM. ROUART FRÈRES ET C^{ie}.

A,A, Cylindres de la machine, munis d'une enveloppe à circulation d'eau ;
B,B, Glissières des têtes de piston ;
C,C, Bielles ;
D, Vilebrequin ;
E,E, Arbre de couche ;
F,F, Volants ;
GG, Bâti ;
HH, Chambres de compression et de combustion, munies d'ailettes réfrigérantes ;
a, Robinet et soupape de prise de gaz ;
b, Prise d'air ;
c, Échappement des gaz brûlés ;
d, Prise d'eau ;
e, Échappement d'eau ;
f,f, Conduites d'admission du gaz ;
gg, Mélangeurs ;
hh, Soupapes d'échappement ;
iii, Commande de l'admission du gaz, par came et galet ;
I, Régulateur centrifuge ;
k, Contact à déclic sur la commande d'admission du gaz ;
lll, Commande des soupapes d'échappement, par came et galet ;
m, Contact électrique ;
n, Bouton de commande du contact électrique ;
o,o, Robinets de mise en train.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES

MACHINES A PERCER LES TROUS CARRÉS, PAR M. GUSTAVE RICHARD, INGÉNIEUR CIVIL DES MINES

Le problème du perçage des trous carrés ou polygonaux a été l'objet d'un grand nombre de solutions ingénieuses, mais qui n'ont guère, jusqu'à présent, réussi que pour certaines machines à bois, sur lesquelles il est facile d'employer des gouges creuses à tarière centrale, transformant d'un coup de levier en un trou carré ou polygonal le trou rond ébauché par la tarière (1). La dureté des métaux et la petitesse des trous que l'on y perce empêchent de leur appliquer ce genre d'outils : on est obligé d'avoir recours à des outils uniques, d'une section convenable, et animés, en même temps que de leur rotation, d'un mouvement latéral tel que leur tranchant décrive le contour voulu du trou polygonal ou carré.

La section de l'outil de la machine de *Hall*, qui date de 1877 (2), est (fig. 1 et 2) un triangle équilatéral à trois bases coupantes et d'une hauteur égale au côté du carré à percer. Le porte-outil *b* n'est pas absolument fixé dans le manchon *a*, avec lequel il tourne, mais il peut s'y déplacer à droite et à gauche, ainsi qu'en avant et en arrière du plan de la figure, d'une quantité réglée par les jeux du coulisseau *d* dans *a*, et du carrelet b_2, dans ce coulisseau. L'extrémité du foret est en outre guidée au bas par un trou carré percé dans une plaque d'acier trempé, *ff*. Nous ne possédons aucune donnée sur le fonctionnement pratique de l'outil très simple de Hall, qui a, du moins, l'avantage de pouvoir s'appliquer avec la plus grande facilité aux machines à percer ordinaires.

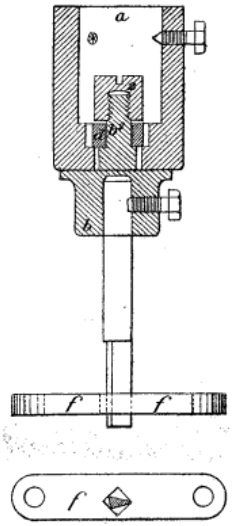


Fig. 1.

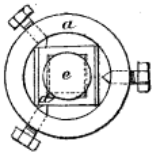


Fig. 2.

FIG. 1 et 2. — Foret de Hall (1877). — *a*, porte-outil. — *b* b_2, pièce maintenue dans le porte-outil par un écrou *e* et pouvant s'y déplacer, suivant deux axes rectangulaires, de jeux réglés par le coulisseau *d*. — *f*, calibre en acier guidant l'extrémité du foret.

Les machines plus récentes que nous allons décrire paraissent au contraire avoir obtenu un certain succès.

Le principe de la première de ces machines, celle de MM. *Ainley et Oakes*, est

(1) Notamment avec les machines de *Fay* (*Chronique industrielle*, 14 octobre 1887, p. 503). Cl. de *Gilkerson* (*American Machinist*, 19 septembre 1889, p. 5.)

(2) Brevet anglais 4914, 28 décembre 1877.

(3) Brevet anglais 8688, 13 juin 1888.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

(fig. 3 à 6) au fond le même que celui de la machine de Hall. L'outil triangulaire H, qui ne coupe que d'un côté, est saisi dans un porte-outil également triangulaire F, inscrit dans le carré tangent aux huit galets directeurs G, et mené par un engrenage F_3, non circulaire, mais de base semblable au profil de F. Ce profil se décrit en traçant des sommets du triangle équilatéral de l'outil des arcs de cercle d'un rayon égal à la moitié d'un des côtés du triangle, que l'on raccorde par des

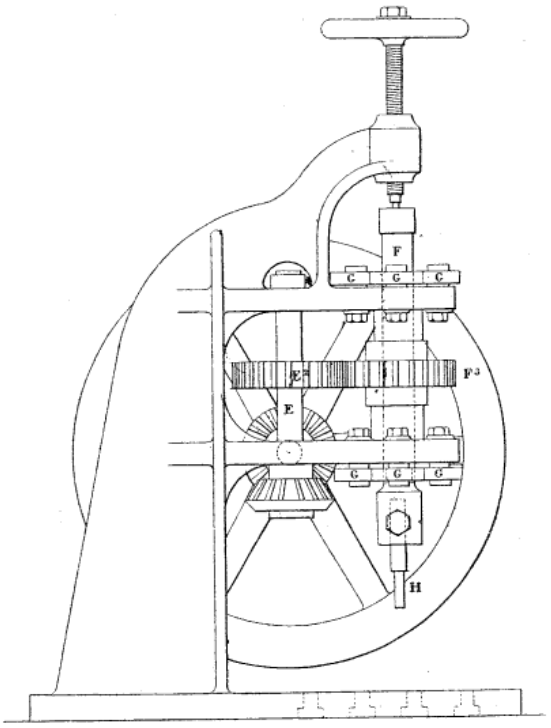


Fig. 3.

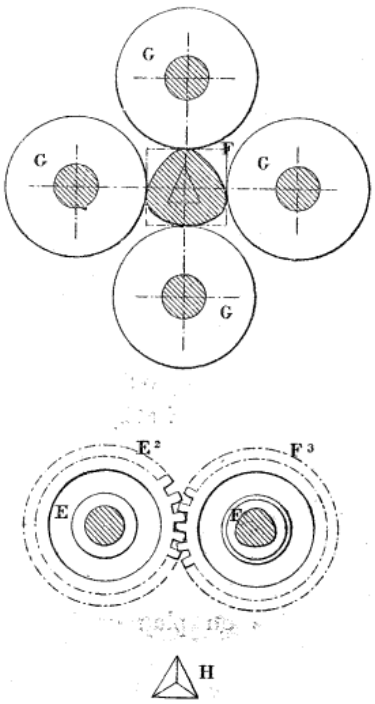


Fig. 4-5-6.

FIG. 3 à 6. — Perceuse de Ainley et Oakes (1888). Ensemble de la machine, détail des galets directeurs et des engrenages. — H, pointe du foret. — F, porte-outil triangulaire. — G, galets directeurs du porte-outil. — E^2 E^2, engrenages dont l'un, F^3, a pour base un profil semblable à celui de F.

arcs décrits de ces mêmes sommets avec un rayon égal à une fois et demie le côté du triangle.

On peut, dans la pratique, quitte à augmenter un peu les frottements, remplacer les galets G par des plaques-guides percées de carrés égaux à ceux inscrits par ces galets. C'est ce que l'on a fait sur la machine représentée par la figure 7 (1). Dans cette machine, le porte-outil, de forme circulaire, est mobile à rainure et lan-

(1) *La Métallurgie*, 27 août 1890.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

guette dans une gaine intermédiaire, entraînée elle-même à rainure et languette par le manchon de l'engrenage moteur. Ce manchon porte à ses extrémités des jeux de cames triangulaires, qui s'inscrivent dans les carrés correspondants de plaques directrices fixées au bâti. On voit en p (fig. 8) l'une de ces plaques, en c la came correspondante, et, en c', le carré percé par l'outil triangulaire. Dans la machine représentée par la figure 7, les jeux de plaques sont au nombre de deux :

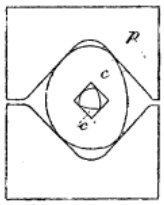


Fig. 8.

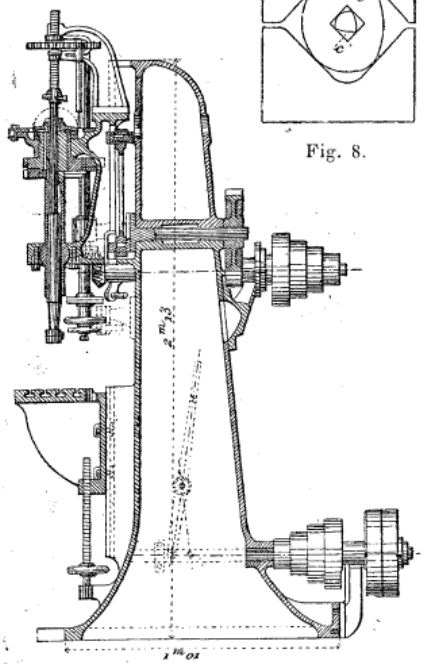


Fig. 7.

Fig. 10.

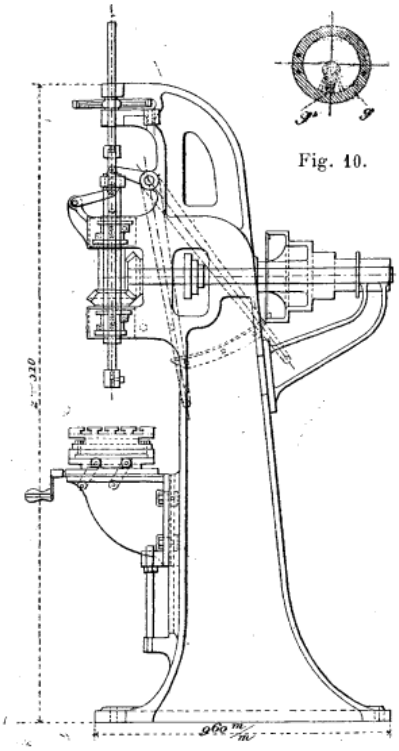


Fig. 9.

FIG. 7-8. — Perceuse Ainley-Oakes à plaques directrices. Ensemble de la machine. — Détail d'une plaque.
FIG. 9-10. — Perceuse Tyler-Ellis à joint sphérique s, ensemble de la machine. — Perceuse Tyler-Ellis. Détail du guide annulaire.

un jeu formé de deux plaques intérieures à trous circulaires, pour percer rond, et un jeu formé de deux plaques à trous carrés, situées à l'extérieur des autres, autour des extrémités de la gaine intermédiaire. Les cames sont au nombre de 5 à chaque extrémité de cette gaine ; elles ont 14 millimètres d'épaisseur, sont espacées de $1^{mm},6$, et disposées de manière à pouvoir percer des carrés de 13, 16, 20, 22 et 25 millimètres de côté. Ces cames sont en deux parties, faciles à ajuster sur le bâti et à enlever, comme c'est le cas pour la plaque à trous ronds lorsqu'on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

perce des carrés. Le tracé des cames est très simple ; il s'obtient en décrivant de chacun des sommets du carré à percer des arcs d'un rayon égal à son côté.

Généralisant la solution précédente en même temps qu'ils en simplifiaient le mécanisme, MM. Tyler et Ellis remplacent les plaques de MM. Ainley et Oakes par un guide annulaire g (fig. 9 et 10), dans lequel roule, pressé par des ressorts, un galet g', situé à l'extrémité du porte-outil guidé par un joint sphérique s. Il en résulte que l'outil accomplit le même mouvement que s'il roulait dans un cône décrit de s comme sommet avec une base de profil g. On peut ainsi percer des trous coniques ou pyramidaux de profil quelconque en abaissant plus ou moins le porte-outil dans s. Les trous cylindriques s'obtiennent en abaissant toute la tête de l'outil sans modifier la distance du joint s à la pointe. On peut aussi, en remplaçant le foret par une lame coudée, parer à l'extérieur des cylindres ou des cônes de forme quelconque.

La machine Tyler et Ellis s'offre donc comme un appareil simple et très ingénieux, susceptible d'un grand nombre d'applications. Elle ne présente guère qu'un défaut, commun à tous les appareils de ce genre : l'emploi d'un outil unilatéral, coupant d'un seul côté, moins efficace que les forets ordinaires et exerçant sur son axe des poussées obliques considérables.

COMMERCE ET INDUSTRIE

L'EXPOSITION FRANÇAISE A MOSCOU EN 1891, PAR M. AUGUSTE MOREAU, INGÉNIEUR CIVIL

Considérations générales. — L'idée de prendre la seconde capitale du grand empire russe pour y faire une exposition de produits étrangers n'est pas absolument nouvelle : à plusieurs reprises déjà, la tentative en a été faite par des industriels de différentes nationalités, et a toujours échoué ; on peut citer notamment les Belges et surtout les Allemands, encore si influents dans les hautes sphères de la société russe, qui se sont vu refuser l'autorisation nécessaire malgré les plus pressantes invitations.

On peut donc considérer cette concession faite à des Français, comme un véritable succès diplomatique, pour le syndicat d'industriels qui a obtenu l'ukase impérial ; en même temps le Czar et le peuple russe donnaient là une preuve non équivoque de leurs sympathies pour notre pays, et répondaient au courant d'amitié qui se manifeste de tous côtés unanimement en France en faveur de la Russie.

Nous avons pensé qu'un pareil sujet ne pouvait qu'intéresser une Société d'industriels, d'ingénieurs, de savants, comme la Société d'Encouragement,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et c'est pourquoi nous avons l'honneur de lui apporter ce modeste travail.

Nous commencerons par faire un tableau rapide du cadre dans lequel sera placée cette exposition.

Moscou, capitale du gouvernement du même nom, a vu sa population plus que doubler depuis trente ans : elle possède aujourd'hui près d'un million d'habitants. Elle est traversée par une rivière, la Moskowa, ayant à peu près la largeur de la Seine; la configuration générale de la ville ressemble d'ailleurs assez au plan de Paris; une différence fondamentale cependant, c'est que Moscou est très plat dans toutes ses parties; la Moskowa est environ à la cote de 100 mètres au-dessus du niveau de la mer.

La ville se subdivise en trois zones distinctes : une zone intérieure, véritable citadelle entourée d'une enceinte fortifiée et qu'on appelle le Kremlin (Kremlin, en vieux slave, veut dire forteresse). Une autre enceinte vient enclore une seconde zone appelée la Ville chinoise. On sait, en effet, qu'au XIII^e^ siècle la Russie fut conquise par les Mongols, et resta sous leur domination jusque vers la fin du XV^e^ siècle. Enfin vient la Ville proprement dite, qui s'étend sur une très grande surface : elle a plus de 20 kilomètres de diamètre et 70 kilomètres de tour. Ce développement considérable provient de ce que les habitations ne possèdent toutes qu'un étage, appelé le *bel étage*, au-dessus d'un rez-de-chaussée qui porte là-bas le nom de *premier étage*. On voit qu'on est loin des grandes casernes des autres villes d'Europe, surtout de Paris, et même de Pétersbourg qui a beaucoup moins le caractère russe que Moscou.

Moscou est la ville sainte par excellence, la Mecque des Russes orthodoxes, le siège du Métropolitain; aussi on y rencontre un nombre considérable d'églises aux allures originales avec leurs toitures en tôle, peintes d'ailleurs, comme celles des maisons particulières, des couleurs les plus variées où le vert domine, ou couvertes de dômes et munies de clochetons à boules, dans le genre de l'église de la rue Daru. Mais dans le Kremlin, les églises sont véritablement les unes sur les autres, vouées à tous les saints : certaines portes de la ville, elles-mêmes, sont déclarés lieux saints et tout passant est tenu de se découvrir devant elles.

Le Kremlin présente en particulier quatre cathédrales ayant des destinations bien déterminées. L'une sert au baptême des Czars, l'autre à leur mariage, la troisième à leur couronnement et la dernière leur a servi de sépulture jusqu'à Pierre le Grand.

Anciennement on y construisait uniquement en bois : c'est de là que provient la grande habileté des charpentiers du pays, qui produisent les travaux les plus remarquables en ne faisant guère usage que de la hache.

Au nord-ouest de la ville, sur la route de Pétersbourg, à côté du champ de courses et d'un château impérial, se trouve le plateau de Petrowski (cote 32 mètres

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au-dessus de la Moskowa ou 132 mètres au-dessus du niveau de la mer). C'est là que sera l'Exposition française.

Celle-ci se tiendra dans le Palais de l'Exposition russe de 1882, mis gracieusement par le Czar à la disposition des industriels français jusqu'au 1er décembre 1891 ; la seule condition est que l'aménagement de ces bâtiments, dont il ne restait guère que le squelette en fer, soit fait aux frais des entrepreneurs de l'Exposition.

Ce Palais, de forme octogonale, est composée de huit grands pavillons reliés entre eux par des galeries suivant les circonférences intérieure et extérieure d'une grande couronne de 180 mètres de diamètre intérieur.

Le tout présente un espace clos et couvert de 35 000 mètres carrés entourant un jardin, dont le centre sera occupé par des fontaines lumineuses sur le modèle de celles qui fonctionnèrent à Paris à l'Exposition universelle de 1889. L'entrepreneur de ces fontaines est l'habile M. Gibault, chargé en 1889 de toutes les canalisations d'eau de l'Exposition.

Des contrats conclus avec des entrepreneurs offrant toutes garanties, MM. Pombla, de Paris, ont assuré la remise en état du palais de Moscou pour la fin de février prochain. La décoration générale et l'installation des exposants se feront pendant le mois de mars et d'avril de telle façon que l'exposition puisse ouvrir le 1er mai 1891. Tous ces travaux sont dirigés par un ingénieur des plus distingués et des plus sympathiques, M. Berthot, ingénieur en chef de l'exploitation de l'Exposition de Moscou. M. Berthot était déjà, en 1878 et 1889, ingénieur chargé de l'installation de trois classes importantes : les nos 50, 51 et 56 dans le Palais des Machines (Appareils des produits alimentaires, des produits pharmaceutiques, et machines à coudre).

Les travaux pour la restauration du palais, commencés depuis trois mois, sont en ce moment en pleine activité et menés avec la plus grande énergie. Plus de trois cents ouvriers, tous Russes, sont employés à ce travail, et ce nombre augmente chaque jour de façon qu'avant la fin de l'année, tout soit suffisamment prêt pour recevoir les produits envoyés par les exposants qui seraient disposés à commencer leur installation.

On a commencé par refaire tous les planchers en bois qui doivent s'installer, comme partout à Moscou, sur de véritables pilotis comme un grillage de fondations. Cela tient à ce qu'il faut suspendre ce parquet au moins à 0m,50 du sol dans la crainte de dégel.

Ce système de construction est obligatoire en Russie à cause des froids rigoureux qui règnent pendant la plus grande partie de l'année.

Puis on a refait la couverture en tôle de fer suivant le genre russe, que nous signalions plus haut. Ce travail est aujourd'hui terminé et la première couche de peinture est donnée : elle sera bleu clair, tandis que celle de l'ancien palais était

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

brune. Enfin presque toutes les vitres avaient été brisées et devront être remplacées. L'entrepreneur général français, M. Pombla, fait exécuter tous ces travaux à un certain nombre d'entrepreneurs et tâcherons russes; le total des dépenses s'élèvera à 200 000 roubles (620 000 francs; en ce moment le rouble avec le change valant 3 fr. 10).

A côté de M. Berthot, l'ingénieur, et de M. Pombla, l'entrepreneur, toute la partie décorative est confié à un architecte très habile et bien connu, M. Dézermaux.

La dépense totale nécessitée par les travaux précédents, ceux restant à faire et tous les frais généraux et accessoires n'atteindra pas 1 400 000 francs.

Le Palais se trouve lui-même au centre d'un grand parc, le bois de Boulogne de Moscou, qu'on appelle le champ Khodinski, situé, comme nous l'avons dit, au nord-ouest de la ville.

Une partie de ce parc représentant un rectangle de 335 mètres sur 330, soit environ 100 000 mètres carrés de superficie, sera encore affectée à l'Exposition et renfermera diverses attractions. (Voir planche 57.)

A gauche, en entrant, le pavillon impérial et un panorama de Poilpot, l'artiste qui avait peint en 1889 le remarquable panorama de la Compagnie Transatlantique. A droite, un restaurant et le pavillon de l'Administration.

De l'autre côté du palais, au fond du parc, de montagnes russes, naturellement; à gauche encore un panorama de Poilpot représentant les scènes principales du couronnement du czar Alexandre III; enfin, à droite, un ballon captif.

Le sujet de ce panorama est encore une preuve de la sympathie spéciale témoignée aux Français dans cette circonstance. Le Czar avait toujours, jusqu à présent, formellement interdit la reproduction, dans un panorama, de ses traits et de la cérémonie religieuse du sacre. Cette nouvelle marque de haute bienveillance a produit le meilleur effet en France et son importance n'échappera à personne.

Chacun des huit pavillons mesure 60^{m},50 de longueur suivant le rayon et 51^{m},50 de largeur, soit une surface de 3115^{m},75; le premier qui sert d'entrée et joue le rôle du grand vestibule qu'on rencontre obligatoirement dans toutes les expositions, est muni d'un avant-corps avec porte monumentale.

Les quatre premiers pavillons (2 de chaque côté de l'entrée) seront destinés aux industries diverses, et les galeries qui les relient entre eux à leurs deux extrémités, exclusivement aux beaux-arts : ces galeries ont toutes 15 mètres de large et représentent une surface d'environ 10 000 mètres carrés. Les huit pavillons occupent les 25 000 mètres restants.

Au fond en face, juste vis-à-vis du grand vestibule d'entrée, le palais des machines et le sanctuaire du groupe VI : à gauche un pavillon consacré aux cafés et restaurants, à droite un autre pour les théâtres et concerts.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin le jardin central, de 180 mètres de diamètre, le parc et les fontaines lumineuses seront installés d'après les plans de M. Alphand, ce qui est une garantie de succès.

Partout régnera l'éclairage électrique.

Cet éclairage sera installé par la Compagnie française Edison. La vapeur sera fournie par la maison Delaunay-Belleville, de Saint-Denis; les machines motrices, par la Société centrale de construction de machines de Pantin (Weyher et Richemond). Tous les projets correspondants sont terminés, et les contrats avec les entrepreneurs arrêtés; leurs travaux sont même commencés, et de forts acomptes leur ont déjà été versés par les banquiers, qui se sont constitués en entrepreneurs généraux, MM. Jouanno et C^ie^, à Paris.

Le projet de canalisation d'eau est également achevé. L'alimentation d'eau sera faite par des moyens trouvés sur place par l'ingénieur M. Berthot, et non en allant chercher l'eau à la Moskowa comme en 1882.

On creuse un puits qui devra donner 250 mètres cubes en 24 heures, ce qui, joint à un autre puits existant d'un débit de 100 mètres cubes, et d'une prise d'eau de 150 mètres cubes sur la conduite de la Ville, portera à 500 mètres cubes par jour la quantité d'eau à distribuer et à répartir sur la surface de l'Exposition, soit 100 000 mètres carrés. Cette quantité est considérable pour Moscou qui, sous le rapport des eaux, est une des villes les plus mal partagées de l'Europe. Aussi tous les efforts de la Municipalité et de son très intelligent et très aimable maire, M. Alexieff, tendent-ils constamment à améliorer cet état de choses. Dans peu de temps, la quantité d'eau distribuée dans la ville, soit 1 000 000 vedros ou 12 300 000 litres (le vedro vaut 12^lit^,3), sera portée à 1 500 000 vedros; les travaux d'art sont d'ailleurs établis pour faire face au double, 3 000 000 vedros.

Dans l'Exposition, toute l'eau sera élevée dans un réservoir à 8 mètres de hauteur, et sera distribuée de là suivant les besoins, dans toutes les parties, bassins, fontaines lumineuses, etc. Celles-ci, d'ailleurs, emploieront à peu près toujours la même eau, car il leur en faut beaucoup. La canalisation sera essayée à 9 atmosphères, et en communication avec des pompes marchant à 4^k^ 1/2, ce qui, en quelques instants, permettra de transformer les tuyaux d'arrosage en secours contre l'incendie. Trente-deux bouches d'incendie sont prévues dans ce but.

Administration, organisation générale. — Il nous semble utile maintenant de dire quelques mots de l'organisation d'ensemble.

A l'origine, c'était une entreprise privée : la concession fut donnée par l'ukase impérial du 25 avril (2 mai) 1890 à M. Watbled, consul de France et représentant un syndicat d'industriels français.

Mais on comprit rapidement qu'à Moscou il y avait autre chose à faire qu'une petite exposition particulière dans le genre de celles que l'on voit annuellement un peu partout.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'affaire prit donc immédiatement des proportions tout à fait différentes de celles qu'avaient pu prévoir les promoteurs : d'intérêt privé, elle devint intérêt général : une grande réunion des principaux industriels français eut lieu à l'Hôtel Continental, et décida que l'idée devait être poursuivie, mais avec le caractère complètement national. Le gouvernement français, qui n'était pas invité par le gouvernement russe et ne pouvait y prendre aucune part officielle, lui montra néanmoins toute sa sympathie. Une commission supérieure fut nommée, avec la mission de diriger à l'avenir l'Exposition de Moscou dans la nouvelle voie qui lui était tracée, de s'assurer le concours indispensable de la haute industrie française, et de trouver les moyens financiers nécessaires pour faire face aux dépenses de frais généraux et de mise en état du Palais. Ces frais devant sans aucun doute être largement couverts par les prix des surfaces occupées et les entrées pendant la période d'exploitation.

La Commission supérieure, chargée ainsi de tous les services administratifs de contrôle et de finance, fut formée comme suit :

MM. Teisserenc de Bort, sénateur, *Président*, ancien ministre de l'agriculture et du commerce en 1878 ;

Dietz-Monnin, sénateur, *Vice-Président*, ancien directeur général des sections françaises à l'Exposition de 1878 ;

David Dautresme, ancien chef du commissariat général de l'Exposition de 1889, *Secrétaire général ;*

Poirrier, sénateur, ancien Président de la Chambre de commerce de Paris ;

Flourens, député, ancien ministre des Affaires étrangères ;

Ch. Prevet, député, ancien commissaire général de la France à l'Exposition de Barcelone ;

Alphand, directeur des travaux de la ville de Paris ;

Cousté, président de la Chambre de commerce de Paris ;

Guillotin, président du Tribunal de commerce de la Seine ;

Aimé Girard, professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers ;

Jouanno, banquier ;

Watbled, consul de France honoraire.

Tout le monde se rappelle les noms de ces personnes éminemment honorables, et dont la plupart ont rendu les services les plus signalés dans les Expositions de 1878 et 1889. En particulier ceux de MM. Teisserenc de Bort, Dietz-Monnin, David Dautresme, composant le bureau, sont restés synonymes d'activité et de dévouement, et bien faits pour inspirer la plus grande confiance dans le succès final de l'entreprise.

En outre de cette Commission supérieure, des comités ont été constitués pour l'admission des exposants dans chaque classe, suivant les usages de 1878 et de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1889. Les personnes ayant fait partie des Comités et des Jurys de 1889, ou les lauréats des plus hautes récompenses, ont seuls été appelés à faire partie de ces Comités. Dans quelques jours, lorsque les listes d'exposants seront arrêtées, ces assemblées se transformeront en Comités d'installation.

Les dépenses de parquetage, de décoration générale et de gardiennage seront à la charge de l'Administration. Les exposants n'auront donc à payer que la location des espaces occupés par eux, et dont les prix sont les suivants :

50 francs par mètre linéaire ou mètre carré de surface admise ;

75 francs par mètre carré de surface isolée.

Toute portion de mètre sera due en entier.

La vente des objets sera permise, mais alors ces prix seront doublés.

Si les recettes de toutes natures deviennent supérieures à 2 millions de francs, ce qui est fort probable, un partage des bénéfices aura lieu entre les banquiers et les exposants qui verront ainsi la possibilité d'amortir une partie de leurs dépenses.

Mais il n'est pas sans intérêt de remarquer que si l'affaire se soldait au contraire par une perte, les banquiers seraient seuls à les supporter, sans avoir aucun recours contre les exposants. Cette chance de perte équilibre le bénéfice important qu'on leur laisse, soit 600 000 francs au minimum. La location des espaces constitue donc pour les exposants une dépense maximum en dehors de quelques frais généraux de classe de peu d'importance, et de leurs frais personnels d'installation et de transport.

Le classement général des produits se fera en 9 groupes sur le modèle de ce qui s'est fait l'année dernière, savoir :

1er groupe. Œuvres d'art.
2e — Éducation et enseignement. Matériel et procédés des arts libéraux.
3e — Mobilier et accessoires.
4e — Tissus, vêtements et accessoires.
5e — Industries extractives. Produits bruts et ouvrés.
6e — Outillage et procédés des industries mécaniques. Électricité.
7e — Produits alimentaires.
8e — Agriculture. Viticulture.
9e — Horticulture.

Ces 9 groupes ne sont subdivisés que le moins possible et ne représentent en tout que 37 classes au lieu des 83 en 1889. Cela tient à ce qu'on a fort à propos rapproché les matières premières des instruments et machines destinés à les mettre en œuvre. Il est certain que cette manière de procéder est beaucoup plus rationnelle que l'autre, surtout pour une exposition à envergure forcément plus restreinte que celle de Paris.

Renseignements divers. — Conclusions. — Nous terminerons en donnant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ci-dessous tous les renseignements actuellement en notre possession et pouvant intéresser les personnes désireuses d'aller l'année prochaine à Moscou.

L'ouverture de l'Exposition aura lieu le 1/13 mai 1891 et sa fermeture le 15/27 octobre de la même année.

L'importation en franchise est accordée pour tous les objets exposés, à la condition qu'ils soient réexpédiés en France dans un délai fixé par une décision du ministre des finances. L'Exposition sera un véritable entrepôt de douanes et des douaniers français seront envoyés à Moscou pour faciliter les opérations de la douane française elle-même.

L'Exposition de Moscou étant exclusivement française, les exposants ne se trouveront pas en face de leurs concurrents étrangers : il a donc paru inutile, surtout au lendemain de 1889, de faire un classement parmi eux. Par suite, il ne sera pas institué de jury de récompenses ; mais une médaille commémorative sera attribuée à chaque participant comme souvenir du choix fait par les Comités d'admission. Cela revient, en somme, à dire qu'il n'y aura pas de concours, mais que tout le monde sera récompensé.

Comme il importe que l'exposition de Moscou fasse honneur à notre pays, il est bien recommandé aux intéressés d'exposer de préférence leurs objets les plus remarquables et les plus intéressants.

Il est indispensable en outre d'informer les exposants qu'ils auront intérêt à faire déposer au ministère des finances de Saint-Pétersbourg leurs marques de fabrique, afin d'être armés pour en poursuivre la contrefaçon.

Le règlement général et divers autres documents rédigés par la commission supérieure et déposés à la bibliothèque de la Société d'Encouragement donneront aux intéressés de nombreux renseignements de détails qui ne sauraient entrer dans le cadre de ce mémoire.

Ajoutons encore qu'une voie ferrée spéciale reliera la ville de Moscou à l'exposition même, où une gare sera installée : cet embranchement est aujourd'hui terminé.

De plus, l'ancienne salle des machines de l'Exposition de 1882 sera mise gratuitement à la disposition des exposants pour servir d'entrepôt des caisses vides. Les intéressés n'auront donc pas besoin de se préoccuper de louer un local dans ce but comme cela se pratique généralement ailleurs.

Voici quelques renseignements sur les prix des matériaux et de la main-d'œuvre à Moscou ; ces données, dues à l'obligeance de M. Besson, ingénieur technologiste de Moscou, pourront être utiles aux exposants :

Le bois le plus, ou pour mieux dire le seul employé, est le sapin ou le pin. Pour le bois de sapin ou de pin saigné à blanc, les prix sont les suivants, en remarquant que le rouble vaut environ 3 fr. 10 et qu'il y a 100 kopecks dans un rouble :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pieu de 10 archines (7m,10) de 0m,25, la pièce.	1r,50 à 1r,80
Planches de 6m,40, largeur 0m,8, épaisseur 0m,025.	45 à 50 kopecks
— — — 0m,25, — 0m,025	55 à 65 —
— — — 0m,25, — 0m,044	60 à 75 —

Ces prix sont compris au chantier ou livrés à pied d'œuvre si la commande est importante. On trouve toujours du bois de pin qui est réputé le meilleur. Pour les bois non saignés, les prix précédents doivent être majorés de 20 à 25 p. 100.

Mais il est imprudent de vouloir se procurer un bois dur quelconque; ils sont hors de prix et il est bon d'en être prévenu. Ainsi une Compagnie d'éclairage électrique a dû payer 7 roubles, soit 21 fr. 70, un morceau de chêne de 0m,200 0m,100 0m 070!

La brique rouge ordinaire de très bonne qualité, dimensions 266/133/67, coûte de 19 r. 50 à 22 roubles le mille livré sur place.

La brique réfractaire russe a les mêmes dimensions et coûte 27 à 30 roubles le mille ;

La brique anglaise, 60 roubles.

Le moellon vaut la sagène cubique ou $2^{m3},13 = 9^{m3},70$ le prix de 33 roubles.

Le ciment de Portland, le poud (16 k. 30), 80 kopecks à 1 rouble. Le plâtre vient de l'étranger et vaut 1 r. 50 le poud. On se sert ordinairement de sable ou de chaux grasse.

Les déblais, fouille et charge, 2 r. 50 la sagène cubique.

La journée de charpentier, ouvrier généralement excellent, se paie 1 rouble à 1 r. 50.

Celle du menuisier, 2 roubles à 2 r. 50.

Le briquetier prend 6 roubles pour maçonner 1 000 briques au mortier ordinaire et 8 roubles au mortier de ciment; le fumiste, dans les mêmes conditions, prend 10 roubles.

En résumé, on voit que si au début l'exposition française de Moscou avait un caractère privé, elle est aujourd'hui œuvre d'intérêt général et constitue à Moscou une véritable manifestation française avec l'appui moral des deux gouvernements. La preuve en est d'ailleurs dans la part importante que tous les ministères français se proposent d'y prendre, dans la sympathie montrée par le ministre du commerce qui, dès l'origine, affirmait que : « son administration verrait avec plaisir réussir une entreprise de nature à ouvrir de nouveaux débouchés à notre industrie et à favoriser le développement des relations commerciales entre la France et la Russie. »

Les membres de la Commission supérieure dont la nomination a été agréée par le ministre sont faits pour inspirer toute confiance et toute sympathie : les dépenses sont déjà aujourd'hui soldées pour un chiffre de 700 000 francs par les banquiers qui ne sont que les entrepreneurs de la Commission et ont suffisam-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment prouvé leur solvabilité par le cautionnement versé et les sommes qu'ils ont déjà payées. Les demandes affluent de tous côtés. Avec le peu de place disponible, il est à craindre que l'on ne puisse pas satisfaire tout le monde : le succès est donc dès aujourd'hui complètement assuré.

Mais un autre but sera atteint en même temps, but qui représente les aspirations de deux grands peuples : c'est un gradin de plus de franchi pour les rapprocher, les faire se connaître, s'aimer et pouvoir compter l'un sur l'autre en cas de péril commun. Jamais plus belle application n'aura été faite de ces belles paroles de M. le président de la République en parlant de l'Exposition de 1889 : « Elle laissera certainement derrière elle des sympathies qui seront un germe fécond semé parmi les peuples, des amitiés plus durables peut-être que des alliances et qui ne portent en elles que des sentiments de concorde et de paix. »

AGRICULTURE

NOUVELLES EXPÉRIENCES SUR LA QUESTION DE LA FIXATION DE L'AZOTE LIBRE, PAR J. B. LAWES ET LE PROFESSEUR J. H. GILBERT. (*Fin.*)

Expériences faites à Rothamsted en 1889 (1). — Dans cette seconde série, des expériences plus étendues furent entreprises. Les plantes choisies furent : des pois, du trèfle rouge, des vesces, des lupins bleus, des lupins jaunes et de la luzerne.

Pour les lupins et la luzerne, on fit usage de pots en terre vernissée. Ces pots d'environ 6 pouces de diamètre et 15 pouces de profondeur, étaient deux fois plus profonds que les pots dont on s'était servi en 1888 et que ceux dont on fit usage en même temps pour les pois, le trèfle rouge et les vesces. Ils étaient pourvus de trous pour le drainage à la partie inférieure et d'ouvertures sur le côté et près du fond pour la circulation de l'air ; ils reposaient dans des bassins en terre vernissée fabriqués exprès. On avait garni le fond des pots d'une couche de silice préalablement broyée, lavée, et cette fois grillée. Le sable était du sable blanc commun passé au crible et soumis à un lavage à l'eau distillée suivi de décantation pour le purger des poussières trop ténues. A défaut de moyens pratiques pour griller une aussi grande masse de matière (300 livres environ) sans courir le risque d'ajouter une quantité d'impuretés plus grande que celle à éliminer, le sable destiné aux expériences fut conservé, par petits lots, pendant plusieurs jours dans un large bassin chauffé à près de 100° C., puis placé dans des récipients hermétiquement clos. On verra, d'après les résultats obtenus, que le sable ainsi traité était sinon absolument pur, du moins suffisamment stérilisé.

(1) La date de 1838, pour les premières expériences faites à Rothamsted, *Bulletin* de novembre, p. 754, a été mise par erreur; c'est 1888 qu'il faut lui substituer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans chaque cas, le sable fut mélangé de 0,1 p. 100 de cendre de plants et de 0,1 p. 100 de carbonate de chaux.

Il y avait quatre pots pour chaque espèce de plantes. Le n° 1 des pois, du trèfle, des vesces et de la luzerne était préparé avec le sable quartzeux sans extrait de terre; le n° 2, avec du sable de quartz arrosé d'extrait terreux obtenu avec de la terre de jardin; le n° 3 était identique au n° 2 et le n° 4 contenait la terre de jardin elle-même. Dans la série des lupins bleus et jaunes, le pot n° 1 était préparé avec le sable de quartz ci-dessus décrit, sans extrait terreux; le pot n° 2 avec le même sable additionné de terre venant d'un sol où poussaient naturellement des lupins; le pot n° 3 était identique au précédent et le pot n° 4 contenait la terre du sol à lupin à laquelle on avait ajouté 0,01 p. 100 de cendre de la plante.

Dans chaque pot, l'extrait terreux fut ajouté le 9 juillet avant la mise en terre de la semence : on en employa 25 c.c. pour les pois, les vesces et le trèfle, et 50 c.c. pour les lupins et la luzerne.

Les semences soigneusement choisies et pesées en 1888 furent semées le 10 juillet, c'est-à-dire environ 4 semaines plus tôt que l'année précédente. Dans le cas du trèfle, dix graines furent semées dans chaque pot; dans le cas des lupins jaunes et bleus, on en sema trois, et deux seulement dans chacun des pots de pois, de vesces et de luzerne.

On ne peut encore tirer aucune conclusion analytique des expériences de 1889, mais les notes prises sur la croissance des plants et le développement des racines et les photographies qui en furent faites donnent une idée nette de l'importance et de la portée des résultats obtenus.

Les pois furent arrachés les 23 et 24 octobre. Des photographies des plants de 4 pots avaient été prises les 3 et 20 août, le 20 septembre et le 22 octobre, c'est-à-dire la veille de l'arrachage. Contrairement au résultat obtenu dans le pot n° 1 en 1888 avec du sable non purifié et non stérilisé; les plants venus dans du sable de quartz pur et stérilisé ne présentaient qu'une croissance extrêmement limitée. Avant la fin de juillet, les plants des pots n^{os} 2 et 3 avec extrait terreux commencèrent à présenter une croissance vigoureuse comparativement à ceux du pot n° 1 sans extrait terreux; et, tandis que les plants du pot n° 1 avaient seulement une hauteur de 8 pouces 1/4, ceux du pot n° 2, avec extrait terreux, avaient de 14 à 50 pouces et ceux du pot n° 3 arrosé également d'extrait terreux avaient de 30 à 52 pouces. Dans le pot n° 4 avec terre de jardin, les plants présentaient même un développement moins considérable que les plants des pots n^{os} 2 et 3 avec sable de quartz et extrait terreux. Cependant les plants du pot n° 4 étaient plus vigoureux et tandis qu'ils fleurirent et donnèrent des graines, aucun des plants des pots n^{os} 2 et 3 n'atteignirent ce degré de croissance. Il reste maintenant à indiquer brièvement le développement de la racine. Dans le pot n° 1 elle était beaucoup moindre que dans les pots n^{os} 2 et 3 avec extrait terreux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et que dans le pot n° 4 avec terre de jardin. Dans le pot n° 1 sans extrait de terre, les racines principales se sont notablement allongées avant de donner naissance aux ramifications et radicelles, tandis que les distributions des radicelles dans les différentes couches des pots n^{os} 2 et 3 étaient bien plus uniformes.

Il faut noter spécialement que tandis qu'en 1888, dans le pot n° 1 avec sable incomplètement stérilisé, il y avait beaucoup de nodosités, il n'en existait aucune dans le pot n° 1 de 1889.

Dans le pot n° 2 avec extrait terreux, l'un des plants était beaucoup plus vigoureux que l'autre et présentait un système de racines beaucoup mieux développé. Le plus petit plant portait pourtant plusieurs saillies sur sa racine principale près de la surface de la terre et un assez grand nombre de petites nodosités sur les radicelles. La plupart de ces nodosités étaient plus ou moins flétries. Le plus gros plant avait un amas important de saillies sur sa racine principale, près de la surface et un très grand nombre de nodosités isolées, la plupart de petites dimensions sur le chevelu tout à fait au fond du pot. En somme, les nodosités du plant le plus vigoureux étaient moins flétries que celles de l'autre plant.

Dans le pot n° 3, également avec extrait terreux, les racines principales descendaient jusqu'au fond du pot qu'elles recouvraient : elles avaient beaucoup de chevelu. Il y avait deux groupes de nodosités sur l'un des plants et trois sur l'autre, sans compter quelques petites agglomérations.

Ainsi donc, la croissance limitée des plants du pot n° 1 sans extrait terreux coïncide avec l'absence complète de nodosités, et le développement des plants des pots n^{os} 2 et 3 arrosés d'extrait terreux coïncide avec une grande abondance de nodosités. Dans le pot n° 4 avec terre de jardin, fournissant par elle-même une grande quantité d'azote, il y avait aussi un nombre considérable de nodosités moindre cependant que le nombre des nodosités des plants des pots n^{os} 2 et 3.

Les vesces furent arrachées le 26 octobre ; ces plantes avaient été photographiées les 3 et 20 août, le 27 septembre et le 25 octobre, la veille du jour de l'arrachage.

Les plants des pots n^{os} 2 et 3 se développèrent mieux que les plants du pot n° 1 : les vesces semées dans le sable pur et stérilisé n'eurent comme les pois qu'une croissance très limitée. Les photographies montrent que comme dans le cas des pois, les plants des pots n^{os} 2 et 3 poussèrent plus haut que les plants du pot n° 4 avec terre de jardin.

La hauteur des plants fut : dans le pot n° 1 sans extrait de terre, de 11 pouces en moyenne ; dans le pot n° 2, 59 pouces; dans le pot n° 3, 56 pouces; dans le pot n° 4, 44 pouces seulement.

Comme dans le cas des pois les plants n° 4 fleurirent et donnèrent de la graine, tandis que les plants n^{os} 2 et 3 continuèrent à pousser au détriment de la partie inférieure sans fleurir.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les racines du pot n° 1 étaient moins développées que celles des pots n^{os} 2, 3 et 4. Les racines principales descendaient bien jusqu'au fond du pot et donnaient naissance à plusieurs ramifications, mais il n'y avait ni chevelu ni nodosité.

Dans le pot n° 2, il y avait une masse épaisse de racines et de chevelu, distribuée dans tout le pot, mais surtout à la partie supérieure. Il y avait beaucoup de nodosités, mais moins cependant que dans les plants de pois correspondants. Ces nodosités étaient pour la plupart isolées, situées dans la couche inférieure et de plus extrêmement petites.

Dans le pot n° 3, également avec extrait terreux, il y avait aussi un développement énorme de racines et de chevelu du haut en bas du pot, beaucoup de nodosités très petites isolées et assez bien dispersées sur l'étendue de la racine.

Dans le pot n° 4 avec terre de jardin, il y avait une quantité modérée de racines et de chevelu, avec beaucoup moins de développement que dans les pots n^{os} 2 et 3; beaucoup de nodosités, mais isolées, très petites et flétries comme si elles avaient épuisé tout leur contenu.

En résumé, on a ici encore comme avec les pois, dans le pot n° 1, des plants à croissance réduite avec un développement limité des racines et pas de nodosités; d'autre part, dans les pots n^{os} 2 et 3, un développement très considérable de végétation correspondant à une extension importante des racines et du chevelu et à la formation de nombreuses nodosités petites, il est vrai, mais distribuées uniformément sur les racines et non accumulées à la surface comme dans le cas des pois. Enfin la terre de jardin avec ses réserves d'azote combiné détermina des racines moins développées et un chevelu moins abondant que dans le cas des pots pourvus seulement d'extrait terreux.

Les graines des lupins jaunes furent semées le 10 juillet, on en plaça trois dans chaque pot, mais quelques-unes ne se développèrent pas, d'autres furent enlevées et finalement il resta deux plants par pot.

On photographia ces plants les 3 et 20 août, le 27 septembre, le 28 octobre et le 29 novembre. Tous les plants furent coupés le 7 décembre.

Les plants du pot n° 1 apparaissent à peine au-dessus du bord du pot, l'un ayant 1 pouce 1/2, l'autre 2 pouces 1/2 de hauteur. Dans le pot n° 2, l'un des plants atteignait 2 pieds, l'autre environ 1 pied 1/2. Dans le pot n° 3, l'un des plants avait plus de 2 pieds, l'autre environ 8 pouces seulement.

Ces pots n° 2 et 3 contenaient des plants bien plus développés que ceux du pot n° 4 qui était plein de la terre même d'un sol à lupin; ces derniers plants n'avaient que 16 et 18 pouces de hauteur et étaient bien moins garnis de branches que les plants des pots n^{os} 2 et 3. Contrairement à ce qui avait lieu pour les pois et les vesces, les lupins jaunes venus dans le sable, arrosé d'extraits terreux fleurirent et donnèrent des gousses; les plants du pot n° 4 donnèrent aussi des fruits

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Voici maintenant l'examen sommaire des racines de ces plants. Dans le pot n° 1, dont les plants n'avaient qu'une faible hauteur, on voyait aussi des racines peu développées. Les racines principales descendaient dans presque toute la profondeur du pot sans ramifications; il y avait cependant vers le fond une certaine quantité de chevelu à fibres charnues et succulentes, on ne voyait pas de nodosité.

Dans le pot n° 2, les racines étaient très développées, ramifiées sur leur longueur et à leurs extrémités avec beaucoup de chevelu. Sur la racine principale on voyait une grosse saillie à 3 pouces de profondeur, et 4 pouces plus bas, il y avait 3 nodosités sur une ramification latérale; plus bas encore, on distinguait 4 autres nodosités, 3 de la grosseur d'un pois et une plus petite. Les racines de l'autre plant étaient moins développées. On y voyait à un pouce et demi de profondeur une saillie grosse comme un pois; à 4 pouces plus bas, trois saillies, l'une de la taille d'un haricot, les autres semblables à une graine de vesce. Ces saillies étaient différentes comme aspect des nodosités observées sur les racines des pois et des vesces; elles s'étendaient en chaque point, tout autour de la racine.

Dans le pot n° 3, un des plants avait développé une énorme quantité de racines ramifiées et beaucoup de chevelu s'étendant plus particulièrement dans la moitié inférieure du pot. La racine principale était ligneuse à sa partie supérieure. On voyait plusieurs saillies sur la racine principale à 5 pouces de profondeur, et plus bas, 12 nodosités sur les ramifications; sur le plant le plus chétif et le plus maigrement pourvu de racines il y avait à 10 pouces de profondeur, 2 groupes de petites nodosités et 3 nodosités isolées, puis plus bas, une autre petite nodosité. Quant au grand développement du chevelu sur les plants de ces pots nos 2 et 3, on peut supposer qu'il est le résultat d'un effort fait par la plante pour acquérir une quantité de nourriture minérale proportionnelle au large total d'azote assimilé, indispensable à l'accroissement de la plante elle-même.

Dans le pot n° 4, la distribution des racines différait sensiblement de celle des pots précédents. La racine principale, à une profondeur de 2 pouces, donnait naissance à un grand nombre de minces ramifications, et celles-ci portaient à leurs extrémités des bouquets de chevelu; les radicelles inférieures étaient assez épaisses, blanches et charnues, mais n'offraient pas ce développement remarquable du chevelu tel qu'on pouvait l'observer dans les pots nos 2 et 3. La plus grande partie des racines se trouvait à la surface dans une couche de 6 pouces d'épaisseur, il ne paraissait pas en exister au-dessous de 14 pouces. A un ou deux pouces de la surface, il y avait des saillies sur les racines principales, mais moins gonflées et plus aplaties que celles des pots précédents. Il y avait aussi sur une ramification latérale six nodosités très petites.

En résumé, sous l'influence de l'extrait terreux, la croissance de la partie aérienne des plants de lupin jaune était luxuriante et les plants parvinrent à la maturité et à une formation très franche de fleurs et de fruits. Le développement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des racines et de leurs saillies ou nodosités fut en général bien marqué, et l'assimilation de l'azote a été sans aucun doute considérable.

Dans le pot n° 4, contenant la terre sablonneuse servant à la culture des lupins, le développement, bien que normal, était tant pour les parties aériennes que pour les racines très inférieur à celui des plants des pots ne contenant que du sable et de l'extrait de terre. Il y avait aussi moins de nodosités. Ce phénomène remarquable est sans doute dû en partie à la porosité beaucoup plus faible de la terre à lupin spécialement après l'arrosage.

La croissance complète du trèfle rouge n'ayant lieu que la deuxième année après le semis de la graine et celle de la luzerne se faisant encore plus tard, les pots contenant ces plants furent mis de côté pour être observés ultérieurement. Il n'y a donc, en ce qui les concerne, que peu de résultats à signaler.

La croissance de la partie aérienne des plants du pot n° 1, sans extrait terreux, était sensiblement plus forte que celle des plants des pots n^{os} 2 et 3 avec extrait terreux, et il est à prévoir que le total de la croissance à laquelle les plants du pot n° 1 pourront atteindre, sera probablement plus élevé que celui sur lequel il était permis de compter eu égard à la quantité d'azote de la semence.

Comme le mélange d'extrait terreux ajouté aux pots n^{os} 2 et 3 semblait n'avoir produit aucun effet, on arrosa le sable du pot n° 2 d'une nouvelle dose d'extrait terreux tiré, cette fois, d'une terre de jardin où du trèfle poussait d'une manière satisfaisante. Cette opération fut faite le 4 septembre. A partir de cette date, on arrosa le pot n° 3 d'une solution d'azotate de chaux et l'on continua jusqu'au 6 décembre : le total d'azote ainsi introduit fut de 0^{gr} 23. L'effet de ce nitrate se traduisit, sans doute, par une augmentation de croissance, mais surtout par une accentuation de la couleur verte. Il reste à voir le résultat final.

Le mélange d'extrait de terre de jardin aux plants de luzerne parut aussi n'avoir eu aucun effet jusqu'au commencement de septembre. On incorpora en conséquence, le 4 septembre, au pot n° 2 une nouvelle dose d'extrait tiré, cette fois, d'une terre où poussait de la luzerne, et en même temps on arrosa le pot n° 3 d'une solution d'azotate de chaux comme l'on avait fait pour le trèfle. Pendant plusieurs semaines cette opération ne produisit aucun effet apparent dans le pot n° 2, mais tout dernièrement, il s'est manifesté une légère accentuation de la couleur verte et peut être aussi une légère augmentation de la croissance. L'addition de nitrate au pot n° 3 produisit un effet marqué : on constata de suite un accroissement considérable, ainsi que le montre la photographie prise le 23 décembre.

L'accentuation de la couleur verte des feuilles de trèfle et l'augmentation de croissance de la luzerne sous l'influence du nitrate de chaux dans un terrain d'ailleurs exempt d'azote présentent un certain intérêt : ce n'est pas qu'il manque de preuves de ce fait que les légumineuses absorbent l'azote sous forme de nitrate,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mais, en raison des résultats obtenus dans d'autres expériences avec l'addition de micro-organismes, il semble admis par quelques personnes que ces plantes dépendent d'une manière exclusive de cet intermédiaire, pour se procurer l'azote qui leur est nécessaire.

Avant de conclure, en ce qui concerne les plants en expérience, il convient de faire remarquer la très grande différence qui existe dans l'aspect et le caractère des saillies et nodosités trouvées sur les racines des plants de catégories différentes et même de même catégorie. Dans le cours des observations, cette différence était si marquée que l'on se décida à prendre des photographies représentant les caractères les plus accentués ; mais, comme les racines de ces plants, devant être conservés pour l'analyse, ne pouvaient être maniées sans risques, on se procura dans un jardin et dans les champs quelques plants sur lesquels on fit des observations préliminaires qu'on nota soigneusement.

En se reportant aux descriptions que nous avons déjà données, on verra que l'aspect et la distribution des nodosités étaient fort différents sur les racines des pois, des vesces et des lupins. Dans les pois, il y avait sur les racines beaucoup de nodosités confluentes formant de véritables agglomérations et relativement peu de nodosités isolées éparses sur les radicelles; les vesces portaient au contraire sur leurs racines un petit nombre de groupes de nodosités, mais beaucoup plus de nodosités isolées distribuées largement le long des radicelles. Enfin les lupins présentaient des saillies tuberculeuses très différentes des nodosités trouvées sur les racines des pois et des vesces. Il faut ajouter qu'au moment de l'examen, c'est-à-dire lorsque les plants touchaient à leur maturité, on observa deux espèces de protubérances visiblement distinctes, l'une plus fréquente, qui a été désignée sous le nom de *saillie,* et l'autre qui a été appelée *nodosité.* Les saillies se rencontraient principalement sur la racine principale et sur ses ramifications les plus fortes ; en grossissant, elles faisaient le tour de la racine et avaient une enveloppe brillante et probablement imperméable. Les *nodosités* de leur côté étaient surtout isolées, petites et répandues sur les radicelles. En supposant que les protubérances désignées sous le nom de *saillies* fussent des parties qui, par leur contenu, aient exercé les fonctions des nodosités rencontrées sur les racines des autres plants, on peut conclure qu'après la croissance très développée des plants, leur floraison et la production de la graine, la fonction de ces saillies était terminée et qu'elles se desséchaient.

Les autres protubérances des racines de lupin, désignées dans la description sous le nom de *nodosités*, présentaient un développement trop restreint pour avoir contribué d'une manière sensible à l'assimilation importante qui s'est produite. Si les saillies qui caractérisaient d'une manière spéciale les racines des plants atteignant le plus grand développement étaient réellement des nœuds agissant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'une manière effective, on doit supposer qu'elles s'étaient formées au point où on les voit alors que la racine était encore jeune, et qu'elles se sont développées en même temps que cette racine. Notons à l'appui de cette manière de voir que l'augmentation de croissance, à la suite du mélange d'extrait de terre, se fit sentir de très bonne heure dans le développement des plants.

En 1887, on observa le développement de nodosités sur les racines de la luzerne à différentes époques de la saison et on fit des observations analogues tout récemment sur des plants arrachés en plein champ dans ce but. Les nodosités des racines de la luzerne présentent un aspect général très différent de celui des nodosités rencontrées sur les autres plantes étudiées à Rothamsted. Au lieu d'être plus ou moins sphériques, elles ont plutôt l'apparence d'un bourgeon, plus longues que larges, quelquefois à une, mais le plus souvent à plusieurs branches réunies à la base et s'épanouissant en bouquet. On n'en trouva point sur les racines principales, mais seulement sur les ramifications secondaires et moins près de la surface que de la couche argileuse du sous-sol. Quelquefois on en observa un bouquet à l'extrémité d'une radicelle très fine qui le reliait directement à la racine principale. A mesure que la saison s'avance, ces protubérances se ratatinent et se vident. On doit se demander si, dans le cas où la croissance de la plante s'effectue dans un sol ou sous-sol contenant de l'azote organique, les organismes inférieurs ne contribuent pas, partiellement au moins, au développement des organismes supérieurs, en leur fournissant directement ou indirectement de l'azote combiné, ainsi que cela a lieu par exemple chez les champignons qui tirent du sol leur azote organique.

Parmi les légumineuses croissant au milieu des herbes des prairies, on observa, en 1868, chez le *lathyrus pratensis* des nodosités sur les radicelles surtout dans le voisinage de la surface du sol, chez le *trifolium pratense* des nodosités aux extrémités des radicelles et chez le *trifolium repens* sur le chevelu.

Dans le cas du trèfle rouge poussant par assolement dans la terre labourable, on a trouvé sur les racines une grande quantité de nodosités tant à la surface du sol qu'à une grande profondeur. Ces nodosités étaient généralement plus ou moins sphériques ou ovoïdes; quelques-unes situées sur la racine principale ressemblaient plutôt à des excroissances qu'à des tubercules; elles n'intéressaient qu'un côté de la racine. Elles étaient petites et portées par les radicelles. On manque d'ailleurs d'observations sur leur caractère différentiel et sur leur influence relative aux différentes périodes de la croissance de la plante et dans les diverses espèces de terrain, tant en ce qui concerne leurs facultés d'absorption que leurs richesses, en réserves assimilables d'azote combiné.

En se reportant à l'objet même de ces recherches, on voit que les résultats obtenus confirment pleinement ceux qui ont été obtenus par Hellriegel et que l'on peut considérer comme établi ce fait que la croissance des légumineuses peut

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

être attribuée à l'assimilation d'azote libre sous l'influence des microbes du sol et de la formation sur leurs racines de nodosités qui résultent de l'action de ces organismes.

Il paraît que, concurremment avec les expériences de Rothamsted, M. Bréal avait fait à Paris, au laboratoire du Muséum d'histoire naturelle, des recherches variées sur les données que lui avaient suggérées les résultats obtenus par Hellriegel et Wilfarth. En examinant la substance des nodosités rencontrées sur les racines de luzerne, il avait observé des grains arrondis et des filaments de nature bactérienne. Il démontra l'existence de l'azote dans les protubérances des racines de différentes papilionacées et constata qu'il s'en trouvait là beaucoup plus que dans les tiges, les feuilles et les racines. Des pois furent disposés dans une solution nutritive où ils germèrent et une petite quantité de la matière extraite après écrasement d'une nodosité de racine de luzerne fut ajoutée à la solution. Les racines des pois se couvrirent aussitôt de nodosités et par la suite l'azote trouvé dans la plante fut environ le double de celui de la semence. Dans une autre expérience, deux graines de lupin ayant germé, on inocula à l'une d'elles un peu de matière provenant d'une protubérance de racine de luzerne, puis les deux jeunes plantes furent plantées dans du gravier additionné d'une solution nutritive purgée d'azote. Les racines de la plante inoculée contenaient à peu près deux fois et demie plus d'azote que la semence ; la plante non inoculée, au contraire, ne renfermait que l'azote de la semence.

Dans une autre expérience, des pois qu'on avait fait germer dans une terre à luzerne furent transplantés dans du gravier arrosé d'une solution nutritive exempte d'azote. Les racines se couvrirent de protubérances et l'on trouva à l'analyse que l'azote absorbé était égal à environ 25 fois celui de la semence.

Des racines de haricot inoculé puis transplanté dans du sable s'accrurent vigoureusement, développèrent une quantité de petites nodosités. La plante donna des gousses et le poids de l'azote assimilé fut 15 fois environ plus fort que celui de l'azote de la semence.

Enfin un fragment de racine de luzerne, comprenant des nodosités, fut planté dans un sol sablonneux et un fragment aussi semblable que possible fut choisi pour l'analyse. Plusieurs coupes furent obtenues sur cette racine, et, lorsqu'on l'arracha, elle présentait une foule de nodosités : l'azote assimilé représentait plus de 20 fois le poids d'azote contenu dans le fragment de racine planté.

Quant à l'importance que l'on peut assigner, au point de vue quantitatif, à cette source d'azote dans la culture agricole des plantes légumineuses, les preuves actuellement à notre disposition ne nous permettent pas de formuler une opinion décisive. Les recherches qui ont été faites dans ce sens et sur la végétation directe ont montré clairement que cette catégorie de plantes tire une grande quantité d'azote du sol et, au moins en grande partie, sous forme de nitrate.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mais dans notre récent mémoire de *Recherches physiques*, nous avons démontré qu'il n'y avait souvent aucune donnée pour justifier cette conclusion que tout l'azote était ainsi fixé, et nous avons admis qu'il fallait recourir à quelque autre explication de la quantité considérable d'azote assimilé.

En ce qui concerne la croissance des plantes légumineuses dans la pratique ordinaire de l'agriculture, Hellriegel est d'accord avec nous sur ce point que ces plantes utilisent l'azote du sol; il pense que cette source est entretenue par l'azote amené en combinaison sous l'influence simultanée du développement d'organismes particuliers et de la plante elle-même. Il croit en outre que la proportion d'azote assimilé, attribuable à cette dernière provenance, est plus grande chez les plantes venues dans nos terrains pauvres en azote, que chez les plantes poussant sur un sol qui en contient beaucoup.

Il considère toutefois comme probable que, même dans un sol riche, il y aura toujours plus ou moins d'azote assimilé par l'intermédiaire des organismes nitrificateurs. La proportion d'azote utilisé par la plante dépend donc de conditions compliquées; on peut constater à ce sujet que dans des observations faites sur des haricots, le professeur Vines a trouvé que la formation des protubérances sur les racines était fort restreinte quand la plante était largement approvisionnée de nitrate. Il est certain aussi qu'il résulte des expériences précédemment décrites qu'il paraît y avoir eu un développement de nodosités moins considérable dans les terrains où l'azote combiné était abondant.

On peut donc dire actuellement que l'influence parallèle de la croissance de la plante et du développement des organismes sur l'absorption de l'azote libre est d'autant moins grande que le sol est lui-même plus apte à fournir abondamment l'azote nécessaire. D'un autre côté, l'extension des organismes nitrificateurs dépend visiblement de l'introduction dans le sol de substances organisées essentielles au développement de ces organismes et des plantes légumineuses; elle dépend aussi de la porosité et de l'aération du sol.

Il faut mentionner de plus que dans les conditions analogues à celles dans lesquelles un sol sablonneux maigre ne produit que de mauvaises récoltes de céréales, mais sur lequel pousseront de magnifiques récoltes de légumineuses, celles-ci devront leur développement dans une large mesure aux influences étudiées ci-dessus. Dans les cas analogues à ceux de la croissance de la luzerne pendant plusieurs années consécutives, comme cela se pratique en plusieurs endroits du continent, on peut admettre que c'est à cette influence que serait due l'origine d'une grande partie de l'azote assimilé sur une étendue donnée.

Il est prouvé que dans le cas des haricots, lorsque la plante se développe dans les conditions ordinaires, soit dans un jardin, soit en plein champ, la racine présente des nodosités. On a vu aussi que des nodosités se forment sur les racines des pois et des vesces dans la terre de jardin : on doit conclure de tout cela que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

là où il se développe des nodosités, il y a plus ou moins assimilation d'azote.

En ce qui concerne le cas important de la culture du trèfle rouge comme assolement, il ne peut y avoir de doute sur ce fait que le trèfle rouge s'empare du stock d'azote combiné existant dans le sol.

On a fréquemment observé, sur les racines du trèfle rouge poussant dans les champs, l'existence de nodosités pareilles à celles des racines des plantes légumineuses; et, quoique Hellriegel n'ait pas obtenu dans ses premiers essais des résultats bien définis avec le trèfle rouge, il a plus tard constaté une augmentation de croissance de cette plante en employant un extrait d'humus argileux et de terre contenant des radicelles de plantes à gousses; le résultat était cependant moins net qu'avec d'autres légumineuses. A Rothamsted, on n'a obtenu avec le trèfle un développement satisfaisant qu'en arrosant la plante d'un extrait fait avec une bonne terre de jardin; cependant la croissance dans le sable stérilisé et sans mélange se montra plus considérable qu'on ne l'aurait cru, eu égard au peu d'azote fourni par la semence : le supplément de nourriture aurait alors été puisé par la plante dans l'atmosphère.

Les connaissances acquises tendent donc à cette conclusion que, dans le cas de la plupart des plantes légumineuses, une plus ou moins grande proportion de l'azote qu'elles renferment provient de la fixation préalable de l'azote assimilé.

Il reste à rechercher comment cette action peut s'exercer; malheureusement, l'état de nos connaissances ne permet pas de concevoir une explication suffisante.

Hellriegel déclare franchement que cette explication est à trouver, et nous sommes obligés de convenir qu'avant de pouvoir comprendre la nature de cette action, il nous faut auparavant approfondir l'étude des organismes qui, en se développant, déterminent l'assimilation de l'azote libre par les plantes légumineuses.

Les recherches de Marshall Ward, Prazmowski, Beyerink, ont beaucoup contribué à l'étude de ces êtres, mais ces savants admettront eux-mêmes certainement que leurs découvertes sont encore insuffisantes pour donner une explication nette du phénomène dont il s'agit.

Il serait important d'établir, ce qui semble d'ailleurs presque évident, que le développement de l'organisme s'effectue dans l'écorce même de la plante, et qu'il se fait ainsi entre eux une union si intime qu'il en résulte une sorte de confusion entre la vie de l'hôte et celle de son parasite. En faveur de cette hypothèse, on a constaté que les nodosités sont très riches en azote, leur matière sèche renferme un tant pour cent d'azote plus élevé qu'aucune autre partie de la plante, et souvent même supérieur à celui de la semence qui est cependant si fortement azotée dans les légumineuses.

Quant à l'origine de cet azote, l'avis des savants qui ont étudié spécialement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'histologie et la bactériologie de cette partie du problème ne semblent pas bien concluants.

D'après Prazmowski, les bactéroïdes ne peuvent se multiplier que dans le protoplasma encore vivant. « Plus tard, sous l'influence de l'organisme, la nodosité « naissante se développe dans les parties profondes de l'écorce, et les bactéries se « répandent dans les tissus, s'y développent, s'y divisent, s'y ramifient, au « dépens du protoplasma. Le phénomène devant être regardé comme une action « parasitaire dont bénéficie l'hôte en même temps que le parasite... Les bactéries « pénètrent par les enveloppes cellulaires jeunes et non desséchées, dans les « parties ténues de la racine, et s'y multiplient au dépens du protoplasma... Le « contenu des cellules infestées se résorbent à mesure que les bactéries dispa- « raissent, une petite quantité de matières résiduelles restant inutilisées.

« En d'autres termes, la plante utilise la substance même des bactéries. Le « moment où commence cette utilisation, l'énergie avec laquelle elle se fait, « dépend surtout de la quantité de matières azotées dont les racines disposent.

« Dans un sol riche, les protubérances se développent largement, deviennent « larges et caractéristiques, rosées à l'intérieur, et restent longtemps avant de se « résorber ; dans un sol plus pauvre, elles n'atteignent pas une grande taille, se « vident bientôt, et offrent à l'intérieur un aspect gris verdâtre. »

Résumant les conclusions de Prazmowski, Marshall Ward s'exprime ainsi :

« On ne sait pas encore si l'azote assimilé est tiré de composés nitrés ou de « l'azote libre de l'air, on n'est pas fixé non plus sur le profit qui en résulte tant « pour les bactéries que pour la plante sur laquelle ils se développent.

« De ce qui précède, il résulte que les protubérances sont le résultat d'une vie « simultanée avantageuse à la fois aux plantes et aux bactéries. Ceux-ci se nour- « rissent de la sève et du protoplasma cellulaire, se multiplient en générations « innombrables et retournent au sol pendant la vie de la plante et après sa mort. « Bien que cette vie parasitaire profite aux deux organismes, la plante en tire « un grand avantage, elle devient plus forte et ne tarde pas à prendre le dessus « et à limiter l'action de la multiplication des bactéries dont elle finit par absorber « la substance. »

Dans ce qui précède, il est admis que les bactéries tirent leur nourriture, azote compris, du protoplasma de la plante et que plus tard la substance des bactéries vient à être absorbée. En d'autres termes, la plante utiliserait l'azote des bactéries qui aurait son origine dans la plante elle-même. Elle n'aurait donc ni perdu ni gagné.

Le même auteur dit plus loin « que l'activité du travail d'utilisation dépend « de la quantité de composés azotés mis à la disposition des racines. Dans un sol « riche les protubérances deviennent larges, dans un sol plus pauvre elles n'attei- « gnent pas une grande taille. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cela suppose que l'azote combiné du sol est la réserve dans laquelle les bactéries puisent leur azote et qu'elles se développent d'autant plus que cette réserve leur en fournit davantage. Cependant il n'est pas douteux que les nodosités peuvent se développer largement dans un sol dépourvu d'azote, et qu'il peut y avoir de la part de la plante un gain considérable d'azote, pourvu que le sol soit dans des conditions convenables. Les recherches faites jusqu'à ce jour conduisent à ce résultat que le développement des nodosités aussi bien que le gain en azote peuvent être plus considérables dans un sol très pauvre, mais convenablement préparé.

En réponse à la dernière citation de Marshall Ward, on peut donc dire qu'il est évident que si les bactéries tirent leur azote de la plante, celle-ci ne réalisera finalement aucun gain. D'autre part, si l'azote assimilé provenait uniquement du sol, on ne devrait constater aucune augmentation dans la quantité de l'azote fixé. Or les expériences démontrent clairement que cette augmentation existe.

En résumé, les hypothèses les plus vraisemblables à faire pour expliquer ce phénomène sont les suivantes :

I. D'une manière ou d'une autre, la plante elle-même est mise en mesure d'absorber par ses feuilles, sous l'influence de l'action parasitaire des bactéries, l'azote de l'air atmosphérique.

II. Le parasite utilise et absorbe cet azote libre et la plante s'empare ensuite des composés nitrés qui en résultent.

Ces suppositions semblent être en quelque sorte la traduction des faits observés. On doit avouer cependant qu'il convient de pousser plus loin l'étude des parasites spécialement en ce qui concerne les milieux dans lesquels ils se développent, et de rechercher si l'assimilation s'effectue par des micro-organismes dans le sol en dehors de la vie parasitaire. Nous n'abordons pas ici la question, si controversée dans ces derniers temps, de savoir s'il y a ou non fixation d'azote dans le sol, sous l'influence d'autres organismes inférieurs, indépendamment des fonctions vitales simultanées de la plante.

Dans notre récent mémoire publié dans les *Recherches physiques*, nous disions que tandis que l'expérience résultant soit de la pratique, soit de recherches spéciales, n'avait pas caractérisé comme insoluble le problème relatif aux sources de l'azote dans les plantes des autres familles, il en était autrement en ce qui concerne les papilionacées. Il est probable qu'une nouvelle série de recherches éclaircira davantage ce sujet et que l'on reconnaîtra alors l'importance des constatations accumulées pendant ces dernières années. Les résultats les plus importants sont ceux auxquels sont arrivés Hellriegel et Wilfarth, qui permettent de formuler cette conclusion que, bien que les plantes à tige herbacée soient impuissantes à utiliser directement l'azote de l'air, quelques-unes d'entre elles peuvent absorber l'azote combiné sous l'influence d'organismes inférieurs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les résultats consignés dans le présent mémoire confirment cette importante conclusion pour plusieurs légumineuses cultivées en exploitation agricole. Il faudra généraliser ces recherches et les étendre aux légumineuses en général, spécialement aux plantes de cette famille non cultivées en agriculture. Il faudra même étudier à ce point de vue quelques espèces appartenant à d'autres familles cultivées ou non, telles que les graminées, par exemple, qui sont si importantes à cause de la diversité des produits qu'elles nous donnent.

Ainsi que nous l'avons dit, il ne semble pas impossible de résoudre le problème des sources de l'azote pour les plantes cultivées, n'appartenant pas à la famille des légumineuses. Il serait cependant téméraire de généraliser les résultats obtenus en se basant sur un nombre restreint d'exemples fournis par les plantes cultivées. Rien dans les résultats obtenus jusqu'à ce jour n'est de nature à justifier l'opinion qu'il existe quelque différence fondamentale dans la source de l'azote chez les représentants d'une même famille comparés aux espèces des autres familles qui forment l'ensemble de nos produits agricoles. Les résultats acquis ne permettent pas de juger si des agents analogues à ceux dont nous nous sommes occupés, ou même absolument différents, peuvent concourir à l'assimilation de l'azote par les membres d'autres familles formant la prodigieuse variété des plantes sur la surface de la terre.

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Sonnerie électrique de Wagner. — On a proposé, à plusieurs reprises, l'emploi de sonneries électriques frappant à longs intervalles une série de coups lents et réguliers. La sonnerie de Th. Wagner est construite dans ce but et se recommande particulièrement aux établissements publics : hôtels, hôpitaux, etc.

Le dispositif consiste en un balancier isolé, mobile autour d'un axe vertical; il porte à l'une de ses extrémités un ressort qui presse contre une vis-buttoir et ferme le circuit. Quand le courant est lancé, le déplacement du contact donne un coup de timbre et met en branle le balancier, le ressort s'écarte du buttoir et le courant est rompu ; un ressort à boudin antagoniste, enroulé sur l'axe vertical du balancier, le ramène alors à sa première position, le courant se rétablit et un nouveau coup de timbre se fait entendre.

On règle à l'aide d'un dispositif spécial la fréquence des coups de la sonnerie qui se suivent en moyenne à deux secondes d'intervalle.

(*Dingl. Polyt. Journal.*)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fabrication de pierres artificielles. — MM. Rast, Ausschläger et Blecken préparent des pierres artificielles en mélangeant puis tamisant du ciment de Portland, du sable vert des hauts fourneaux, du quartz, du basalt et du granit pulvérisé, de manière que la masse soit formée de grains à peu près égaux et assez fins. Cette masse est lavée, puis tassée fortement dans des moules au moyen d'un marteau-pilon et soumis à l'action d'une presse.

Au bout d'un certain temps on enlève le moule et on laisse le produit à l'air libre, puis on l'immerge quelques jours dans l'eau, qui doit être constamment renouvelée.

Au bout de deux mois les pierres peuvent être employées.

(*Dingl. Polyt. Journal.*)

Statistique des accidents qui se produisent en Allemagne dans les diverses industries. — D'après les statistiques officielles des sociétés d'assurance allemandes, ce sont les brasseries qui donnent le chiffre le plus élevé d'accidents avec tendance aux blessures graves : la proportion est de 8,84 par an et pour 1 000 personnes assurées. Ensuite viennent les mines qui donnent le taux 7,39, les distilleries qui donnent 6,90, les services de transport 6,32. Puis les charretiers, meuniers, papetiers et charpentiers viennent avec des moyennes variant entre 6,90 et 6,06. L'industrie du bois donne 5,29; celle du sucre, 5,16; les carrières, 4,92; les fabriques de produits chimiques, de fer et acier, 4,75 à 4,84; la navigation intérieure, 4,45; les chemins de fer, 3,38; le gaz et les eaux minérales, 3,72; les industries du cuir, 2,45; les industries textiles, de 1,68 à 1,77; les verreries, les fabriques d'ustensiles de ménage ou d'instruments de musique, 1,60; les imprimeries, 1,01; l'industrie des vêtements, 0,72; et enfin la préparation du tabac, 0,36.

(*Dingl. Polyt. Journal.*)

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

PROCÈS-VERBAUX

Séance du 24 octobre 1890.

Présidence de *M. Haton de la Goupillière*, Président.

M. le Président ouvre la séance par l'allocution suivante :

« Nous reprenons aujourd'hui, Messieurs, le cours de nos réunions, et j'es-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

père que l'année de travail qui commence pour nous sera fructueuse. Celle qui vient de s'écouler succédait à notre brillante exposition universelle, et il n'était pas difficile de saisir dans le monde industriel, aussi bien que dans le public, un certain sentiment de lassitude. La Société d'Encouragement a lutté vaillamment contre cette disposition, et notre tribune n'est jamais restée vide. En ce moment, une sorte de réveil semble se produire. Nous avons, Messieurs, le devoir de rajeunir notre propre ardeur au contact des efforts qui vont être tentés.

« Nous le ferons, vous le voyez, dans une salle qui vient d'être elle-même rajeunie pendant nos vacances. Les crédits que vous avez votés avant de vous séparer ont été employés à procurer à notre Société un local vraiment digne du rang qu'elle occupe et de son importance séculaire. Cette décoration, harmonieuse et sobre, est due au précieux concours de notre éminent collègue M. Lavastre. Habitué à voir naître sous sa brosse des palais féeriques pour l'Opéra, il n'a pas dédaigné, dans son obligeance, de consacrer sa palette à une tâche singulièrement plus modeste, mais qui avait sa difficulté. Je lui en exprime ici toute notre gratitude.

« Cette élégante décoration recouvre des travaux considérables, maintenant dissimulés, qui sont destinés à nous amener jusque dans nos séances l'air comprimé et l'électricité, la force et la lumière. Leurs conducteurs sont, dès à présent, complètement installés derrière la peinture qui recouvre ces murailles. Enfin, la ventilation de la salle se trouve désormais assurée par de nouvelles dispositions. Vous n'oubliez pas, Messieurs, que, si ces travaux d'ordre utile et pratique ont pu être effectués avec autant de précision et de célérité, nous en sommes redevables à l'étude patiente et approfondie qu'avait accomplie pour nous notre vice-président, M. le général Sébert.

« Je vous propose, Messieurs, de consigner au procès-verbal de cette séance les remerciements de la Société envers M. Lavastre et M. le général Sébert. »

Cette proposition est adoptée par le Conseil.

M. Antonetti, rue Jacques-Dulud, 41, à Neuilly-sur-Seine. — Instrument de précision appelé calculomètre. (Arts mécaniques.)

M. Raffard, ingénieur, membre de la Société, avenue d'Orléans, 5. — Obturateur à mouvement louvoyant, destiné à assurer la régularité des moteurs à vapeur ou à eau qui mettent en mouvement les machines d'éclairage électrique. (Arts mécaniques.)

M. Theureau, mécanicien, rue Bichat, 34 *bis*. — Cliquet et porte-foret à mouvement continu. (Arts mécaniques.)

M. Philippe Hagenmüller, mécanicien, rue Vallier, 85, à Levallois-Perret. — Double manivelle à croisillon supprimant l'arbre coudé et la bielle des machines. (Arts mécaniques.)

M. Ignace Schabaver, ingénieur, membre de la Société, à Castres. — Dessins

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et description d'un appareil pour le déchargement automatique des essoreuses. (Arts mécaniques.)

M. Kohl, rue des Camélias, 11. — Appareil avertisseur à distance pour le manque d'eau dans les chaudières. (Arts mécaniques.)

Les fabricants français de soude par le procédé Leblanc et *M. Jules Bister*, directeur commercial de la *Société Solvay*, à Bruxelles, envoient un dossier complet de pièces renfermant l'histoire du développement des établissements Solvay et faisant ressortir les services rendus par M. Solvay à l'industrie des produits chimiques. (Arts chimiques.)

M. Joseph Papin, passage Tournus, 9. — Scie mobile à scier la pierre. (Arts mécaniques.)

M. William Grossetête, ingénieur à Mulhouse, adresse à la Société une plaquette frappée à l'effigie de *M. Hirn* et une publication à ce sujet. (Bibliothèque.)

M. Ducretet, membre de la Société, rue Claude-Bernard, 75, demande que l'on signale qu'il est le constructeur des lunettes pyrométriques de *MM. Mesuré* et *Noirel* qui permettent d'apprécier très exactement la constance de température d'un four. (Arts économiques.)

M. Teissier, à Montmorillon (Vienne). — Vélomoteur pour les navires à vapeur. (Arts mécaniques.)

M. Beau de Rochas, avenue des Charmes, 14, à Versailles. — Collection de brochures renfermant une partie de ses travaux. (Arts mécaniques.)

MM. Grall et *Jammes*, à Cuers (Var). — Appareil de sauvetage. (Arts économiques.)

M. Jean Tignat, ébéniste-dessinateur, rue François-Miron, 80. — Machine à écrire pour les aveugles. (Arts économiques.)

M. Nielly, à Alger. — Réponse aux objections de *M. Voisin Bey* à son brise-lames. (Constructions et beaux-arts.)

M. Duponchelle, rue Gauthey, 16. — Emploi du poids du vélocipédiste pour faire marcher le vélocipède. (Arts mécaniques.)

M. Lachaume, rue de Rebeval, 88. — Perfectionnement apporté aux pipes à fumer le tabac. (Arts chimiques.)

M. Guettier, ingénieur civil, rue Vital, 35, fait hommage pour la bibliothèque, des divers ouvrages qu'il a publiés.

M. Michel Bakoulef, facteur des postes et télégraphes de la ville de Tsarévo-santchoursk (gouvernement de Viatka). — Échantillons de cuivre que l'on trouve dans le pays; un des échantillons contient le minerai, l'autre le cuivre fondu. Il présente ce métal comme propre à l'établissement des lignes télégraphiques. (Arts économiques.)

M. Perrin, rue Berthollet, 16, représentant l'inventeur *M. Trudon*, 108, Grande-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Rue, à Maisons-Alfort (Seine). — Manomètre de sécurité avertisseur électrique pour les appareils de chauffage et de ventilation. (Arts mécaniques.)

M. Choinski, boulevard Arago, 10. — Coffre-fort assurant contre les voleurs assassins. (Arts mécaniques.)

M. Combes, rue de la Berchère, à Albi. — Système d'engrenage réduisant presque à néant les frottements. (Arts mécaniques.)

M. Alfred Basin, à Lillers (Pas-de-Calais). — Mémoire sur les collisions en mer. (Arts mécaniques.)

M. Fayot, ingénieur de la maison Bréguet, rue d'Odessa, 23. — Note contenant quelques considérations sur le frein de Prony. (Arts mécaniques.)

M. Delaurier, rue Daguerre, 77, membre de la Société, adresse les communications suivantes : 1° Copie d'une lettre adressée à M. le Président de l'Académie des sciences relative aux explosions de grisou ; 2° Réfutation des objections à ses procédés pour détruire le grisou dans les mines de houille, troisième mémoire ; 3° Recherches sur les applications de la chimie. (Arts chimiques.)

MM. Monrocq frères, éditeurs-imprimeurs, rue Suger, 3, qui ont donné une grande extension à la lithographie sur zinc et dont les travaux ont été en 1880 l'objet d'un rapport favorable de M. Claudius Popelin, adressent aujourd'hui des documents nouveaux relatifs au développement pris par leur industrie. (Constructions et beaux-arts.)

M. Jouanny, manufacturier, faubourg du Temple, 70-72. — Perfectionnements apportés à son appareil, dit recueille-poussières, qui a obtenu une médaille de la Société. (Arts chimiques.)

M. Blum de Lamotte, rue de Clichy, 67, qui, en 1835, a obtenu une médaille d'or de la Société pour la fabrication de bouteilles à vin de champagne, adresse une note au sujet d'un système qu'il a imaginé pour prévenir l'explosion du grisou dans les mines. (Arts chimiques.)

MM. Gaston de Velna, rue des Écoles, et *R. Lagoutte,* rue Ebelmen, 10. — Mémoire sur deux nouveaux emplois du pétrole : 1° comme combustible ; 2° comme savon. (Arts chimiques.)

M. de Wolbock, auquel on doit l'établissement de l'industrie ostréicole dans la baie de Quiberon, adresse à la Société une série de notes et brochures relatives à la création et au développement de cette industrie sur les côtes de Bretagne et notamment à Kercado. (Agriculture.)

M. Ecklé, chez *M. Testamenzi*, rue Louis-le-Blanc, 20. — Description d'un procédé de fermentation et de distillation des grains qu'il pratique dans une usine située à Leix, près de Dublin (Irlande). (Arts chimiques.)

M. Paul Serres, agronome-viticulteur, à Talairan (Aude). — Note sur la conservation des vignes américaines dans les terrains calcaires ou marneux. (Agriculture.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MM. Derain et *Dinz*, fabricants de tuiles, à Saint-Jean-des-Vignes, près Châlon-sur-Saône. — Nouveau système de calorifère. (Arts économiques.)

M. Casimir Rey, boulevard de la Reine, 25, à Versailles. — Appareils et procédé pour la mise du feu à distance. (Arts économiques.)

M. Fumat, ingénieur en chef des mines de la Grand'Combe, adresse un exemplaire des expériences faites à l'usine à gaz de Neepsend (Angleterre) sur des lampes de sûreté. (Arts chimiques.)

M. Simpson (de New-York), à Paris, rue Bacon, 12. — Nouvel appareil de chauffage domestique dit *poêle universel*. (Arts économiques.)

M. Émile Moret, à Charmes (Vosges). — Nouvelle méthode pratique de comptabilité en partie double. (Commerce.)

Pièces et mémoires adressés pour divers concours. — Arts mécaniques. — M. Adolphe Billaudel, à Cernion, près Maubert-Fontaine (Ardennes).

M. Raphael Martenot, rue Saint-Joseph, 12.

M. Cathelineau père, constructeur à Rennes (Ille-et-Vilaine).

M. Bureau, mécanicien, rue de Louviers, 9.

Ateliers Diederich, à Bourgoin (Isère).

M. Salbreux, rue Manin, 75.

M. Henri Auzanneau, à Ecoulois, par Mougon (Deux-Sèvres).

M. J. Père, professeur à l'institution Notre-Dame, à Beaune (Côte-d'Or).

M. C. Bonjour, ingénieur, rue Lafayette, 71.

Arts chimiques. — M. Em. Placet, ingénieur des arts et manufactures, rue Denfert-Rochereau, 47.

M. Ludovic Pilleux, manufacturier, rue d'Hauteville, 62.

M. Euverte, ingénieur, rue de Seine, 6.

Anonyme, 129, 539, 335.

M. S. Auscher, ingénieur des arts et manufactures, rue Saint-Florentin, 11.

M. Ferdinand Jean, directeur du laboratoire de la Bourse du commerce, rue du Louvre, 42.

M. Paul Charpentier, essayeur des monnaies de France, quai Conti, 11.

M. Knab, ingénieur, rue Denfert-Rochereau, 33 *bis*.

M. Joseph Ehrenwerth, professeur à l'École des Mines de Leoben, Styrie (Autriche).

Prix Melsens. — M. J. Coquillon, à Collonges-lès-Semur, par Semur (Côte-d'Or).

Agriculture. — Mémoire avec l'épigraphe : Expérimenter, expérimenter sans cesse est la base de toute solution vraie.

M. Ferdinand Jean, directeur du laboratoire de la Bourse du commerce de Paris.

M. Briot, inspecteur des forêts à Chambéry.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Guittet, 30, rue de Bordeaux, à Paris.

M. Hector Rey, propriétaire, à Vaugines, par Cucuron (Vaucluse).

M. Brunel, directeur, professeur d'agriculture à l'École d'agriculture et de laiterie de Saulxures (Vosges), et *M. E. Poussier*, professeur de chimie à la même école.

M. Bert, conservateur des forêts, à Bordeaux.

Constructions et beaux-arts. — *M. Bresson*, Porte Saint-Lazare, à Avignon (Vaucluse).

Ouvrages offerts à la Société. — *M. le Ministre de l'Instruction publique.* — *Description des mollusques fossiles des terrains crétacés de la région Sud des hauts plateaux de la Tunisie* recueillis en 1885 et 1886 par M. Philippe Thomas, membre de la mission de l'exploration scientifique de la Tunisie, par *Alphonse Peron*, 1re partie : atlas. — *Revue des travaux scientifiques*, Comité des travaux historiques et scientifiques, t. IX, n° 12, et t. X, nos 1-2.

Direction générale des Douanes. — *Tableau général du commerce de la France avec ses colonies et les puissances étrangères pendant l'année* 1889.

M. G. Richard, ingénieur civil des mines, membre de la Société. — *Les Machines frigorifiques et leurs applications à l'Exposition universelle* de 1889.

M. Henry Chapman, correspondant de la Société. — *Strikes and Lock-outs*, par *M. F. Robarts*, br. — *Water gas, its various uses and the method of producing it most economically*, br. — *The automatic system of charging and discharging gaz retorts by gravitation*, br.

Congrès des Sociétés savantes. — *Discours prononcés à la séance générale du Congrès*, le samedi 31 mai 1890, par *M. Maunoir*, membre du Comité des travaux historiques et scientifiques, et *M. Léon Bourgeois*, ministre de l'instructon publique et des beaux-arts.

The imperial institute of the United Kingdom, the colonies and India. Adress delivered by Sir *F.-A. Abel*, correspondant de la Société.

Handbook of Chicago stocks and bonds, 1890, par *Frank M. Lester*.

Guide pratique du chimiste de distillerie et de sucraterie, par *E. Guillemin*.

Étude sur le fromage de Géromé, par *L. Brunel* et *Poussier*, professeurs à l'École pratique d'agriculture et de laiterie de Saulxures (Vosges).

La photographie judiciaire, avec un appendice sur la classification et l'identification anthropométriques, par *Alphonse Bertillon*, chef de service d'identification de la Préfecture de police, offert par *M. Gauthier-Villars*, éditeur, membre de la Société.

Compte rendu de la situation commerciale et industrielle de ıa circonscription de Marseille pendant l'année 1889. — *Chambre de commerce de Marseille.*

Leçons sur l'électricité professées à l'Institut électro-technique Montefiore annexé à l'Université de Liège, par *Eric Gérard*, directeur de cet Institut. Tome II.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Almanach de la Société des agriculteurs de France, 1re année, 1891.

The scientific proceedings of the Royal Dublin Society. Vol. VI. Parts 7-8-9.

Le Travail national, année 1889. (Offert par *M. Édouard Simon*, membre du Conseil.)

University college Bristol. Department of engineering and the constructive professions, session 1890-91. (Offerte par *M. Chapman,* correspondant de la Société.)

University college Bristol. Calendar for the session 1890-91. (Offert par le même correspondant.)

Les mines à grisou. — L'air comprimé et la sécurité intérieure aux mines de Blanzy, par *Léon Durassier*, ingénieur civil des mines, préparateur à l'École nationale supérieure des mines.

British Association for the advancement of science. — Discours d'ouverture par *Sir Frederic Augustus Abel*, Président. (Offert par l'auteur, correspondant de la Société.)

Trombes d'eau ascendantes sur le Rhône, phénomènes extraordinaires qu'elles présentent, par *M. Daniel Colladon*, correspondant de l'Institut de France, correspondant de la Société.

Quatrième Congrès international de navigation intérieure. Manchester, 1890.

La navigation intérieure en Espagne, par *M. André de Llauradó*, ingénieur en chef du district forestier, de Madrid, correspondant de la Société.

Association française pour l'avancement des sciences. Congrès de Paris, 1889.

Attribution des inspections du travail en Suisse et en Autriche, par *M. E. Cacheux*, ingénieur des arts et manufactures, membre de la Société.

Tableau synoptique de l'industrie lainière (1879 à 1889), dressé par *M. César Poulain* jusqu'en 1878 et continué par *M. Charles Marteau*, Président de la Société industrielle de Reims.

M. le Président adresse des remerciements aux donateurs de ces ouvrages qui seront déposés à la bibliothèque.

COMMUNICATIONS. — *Moteurs à gaz.* — *M. Witz,* ingénieur à Lille, fait une communication sur les moteurs de grande puissance et sur des essais faits sur le moteur simple.

M. le Président remercie *M. Witz* de son intéressante communication, qui est renvoyée au *Bulletin*.

Projections stéréoscopiques. — *M. Davanne*, membre du Conseil, donne quelques explications sur les projections stéréoscopiques au moyen des verres colorés complémentaires, faites par *M. Molteni* (dispositif de d'Alméïda). Au mois d'avril dernier, *M. le docteur Schobbens* fit à Anvers des expériences sur les projections d'épreuves stéréoscopiques ; il rappela qu'un physicien allemand, Rollman, avait décrit en 1853 une expérience du même genre dans les Annales

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de Poggendorf; depuis, d'Alméïda, professeur de physique, réalisa des projections stéréoscopiques devant les auditeurs de ses cours, dans les conditions suivantes, que M. Molteni a bien voulu répéter avec la plus grande obligeance.

Pour isoler les deux images confuses qu'un double appareil de projection envoie sur l'écran, on utilise les propriétés des verres de couleur complémentaire, de manière à ne laisser voir à chacun des yeux que l'image qui lui correspond.

Sur le passage des rayons lumineux qui vont former ces deux images sur l'écran on interpose pour l'un un verre vert, pour l'autre un verre rouge; les vues colorées sont encore confuses, mais si on les regarde avec des lunettes armées de ces mêmes verres, en ayant soin de faire correspondre les couleurs des verres des lunettes avec les couleurs des images et non de les alterner, on aura aussitôt la sensation du relief. En effet, le verre rouge, annulant la couleur verte, ne laisse arriver à l'œil que l'image colorée en rouge; le verre vert, annulant la couleur rouge, ne laisse parvenir à l'autre œil que l'image colorée en vert, et ces deux vues de couleurs complémentaires, se superposant dans l'acte de la vision, donnent une image unique teinte neutre avec son effet de relief.

Si on retourne les lunettes en transposant les couleurs, chaque œil perçoit l'image destinée à l'autre et, au lieu de l'effet stéréoscopique, on obtient l'effet pseudoscopique qui transpose les plans et fait que les derniers viennent surplomber les premiers. M. Davanne ajoute que cette méthode de projections stéréoscopiques ne doit pas être la seule, et que la rappeler sera sans doute provoquer d'autres communications sur ce sujet.

M. le Président remercie *M. Davanne* de son intéressante communication, et le prie d'en faire une rédaction qui sera renvoyée à la commission du *Bulletin*.

Aérostation. — *M. Jovis*, directeur de l'Union aéronautique de France, développe sa théorie sur les courants aériens, qui permettent, en attendant la solution du problème de la direction aérienne, de les utiliser pour la manœuvre des aérostats libres. Les études qu'il a faites avec ses collaborateurs, confirmées par deux cents expériences, l'ont amené à reconnaître dans les bassins de la Seine, de la Meuse et du Rhin, l'existence d'un courant d'ouest, variant tantôt vers le sud et tantôt vers le nord : toutes ces expériences ont été consignées dans un graphique des plus intéressants que M. Jovis se propose de publier bientôt, et qu'il présente à la Société. M. Jovis, mettant à profit ces théories, fait part du projet qu'il se propose d'exécuter dans le courant du mois prochain. Ce projet consiste à traverser la Suisse, à bord de son aérostat le *Figaro*, cubant 4000 mètres. L'itinéraire à suivre consiste à partir du centre de la Suisse, et à opérer la descente soit en Italie, soit dans le Tyrol, afin de traverser les grands pics, tels que le mont Blanc, le mont Rose, etc. Pendant la traversée, il sera pris

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des clichés photographiques à l'aide d'appareils spéciaux, et enfin d'intéressantes observations météorologiques et physiologiques seront recueillies pendant le voyage.

M. Jovis termine en remerciant la Société du bienveillant accueil fait à ses communications, et la prie de l'aider dans ses efforts.

M. le Président remercie *M. Jovis* de son intéressante communication, qui est renvoyée au Bureau.

Séance du 14 novembre 1890.

Présidence de *M. Haton de la Goupillière*, Président.

M. le colonel Laussedat, directeur du Conservatoire des Arts et Métiers, envoie l'annonce de l'ouverture des cours du Conservatoire pour l'année 1890-1891. (*Bulletin.*)

M. Hippolyte Schneider, rue des Vinaigriers, 52 *bis*. — Système pour augmenter la force d'impulsion dans les bateaux à vapeur, à hélice et à roue. (Arts mécaniques.)

M. Courant père, rue Baudin, 23. — Note sur les équations du troisième degré. Racines irrationnelles. (Bibliothèque.)

M. Diamant, ingénieur civil, à Paris. — Brochure intitulée : *Utilisation de la force motrice des marées*. (Arts mécaniques.)

M. Adolphe Lajeunesse, rue Condorcet, 33. — Appareil destiné à préserver les pompiers de l'asphyxie dans les incendies. (Constructions.)

La Rédaction du journal de l'*Association des ingénieurs allemands*, de Berlin, adresse le résumé qu'elle publie mensuellement du contenu des journaux de mécanique technique, et demande l'échange avec le *Bulletin* de la Société. (*Bulletin.*)

M. Féron, rue Saint-Nicolas, 62, à Rouen. — Modèles d'enveloppes à tenons pour les lettres. (Arts mécaniques.)

M^me^ veuve Desbordes, rue de Saintonge, 64. — Nouveau jouet de son invention. (Arts mécaniques.)

M. Grandin, boulevard Saint-Jacques, 9. — Système de moulin à vent. (Arts mécaniques.)

M. Chevillard, rue des Trois-Frères, 28. — Système de courroie pour les sacoches des garçons de recettes. (Arts mécaniques.)

M. Magné, passage de l'Université, 30, à Toulouse. — Nouveau système de pont pour les armées en campagne. (Constructions.)

M. Jus, ingénieur des sondages du Sud algérien, à Batna, envoie le résumé des travaux de sondage exécutés de 1856 à 1889. (Agriculture.)

L'Administrateur général de l'Exposition de Bordeaux envoie le règlement de l'Exposition qui doit s'ouvrir le 1^er^ mai 1891.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La Société industrielle d'Amiens envoie le programme des questions mises au concours pour l'année 1890-1891. (*Bulletin.*)

M. Desvignes, de Malapert, rue du Théâtre, 32, à Grenelle. — Nouveaux fourneaux de cuisine, calorifères et lampes à gaz instantané. Soie faite avec du bois. (Arts économiques et chimiques.)

M. Campredon, chimiste métallurgiste, rue Richelieu, 26. — Ouvrage intitulé : *l'Acier.* (Arts chimiques.)

M. Gauthier-Villars adresse, au nom de l'auteur et des éditeurs Gauthier-Villars et fils, un exemplaire du *Répertoire chromatique de M. Ch. Lacouture.* (Beaux-Arts.)

M. le Ministre de l'agriculture envoie l'annonce du concours général agricole qui se tiendra, à Paris, au Palais de l'Industrie, du lundi 20 janvier au mercredi 5 février 1891.

Le Directeur du journal politique quotidien *le Sphinx*, au Caire (Égypte), adresse le premier numéro de ce journal et demande l'échange avec le *Bulletin* de la Société. (*Bulletin.*)

M. le Président communique une lettre de *M. Joseph Farcot* par laquelle il donne sa démission de membre du Comité des arts mécaniques, ne pouvant, en raison de sa santé et de ses affaires, apporter aux travaux de la Société le concours actif qu'il voudrait lui donner.

M. le Président ajoute que le Conseil regrette de ne pouvoir nommer membres honoraires du Conseil *MM. Farcot* et *Gauthier-Villars*, les conditions d'ancienneté exigées par le règlement n'étant pas remplies.

Les ouvrages suivants sont signalés dans la correspondance imprimée :

Introduction historique à l'étude du droit commercial maritime, par *Arthur Desjardins*, docteur en droit, docteur ès lettres, membre de l'Institut. (Offert par *M. Maurice Block*, membre du Conseil de la Société.)

Théorie de l'élasticité des corps solides, par *Émile Mathieu*, professeur à la Faculté des sciences de Paris — 2e partie. — (Offert par *M. Gauthier-Villars.*)

Tableau général des mouvements du cabotage pendant l'année 1889. (Envoi du Ministère des finances.)

Les origines du Musée d'Ethnographie. Histoire et documents, par le *Dr Hamy*, membre de l'Institut. (Offert par *M. le ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts.*)

Revue des travaux scientifiques. Comité des travaux historiques et scientifiques. Ministère de l'Instruction publique. Tome X, nos 3 et 4.

Bulletin de géographie historique et descriptive. Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts — année 1890 — nos 1 et 2.

Patronage des enfants de l'ébénisterie. Compte rendu de la distribution des prix aux élèves du concours de 1889.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Topographie historique de la ville de Châlons-sur-Marne, par *Louis Grignon*.

Développement de l'application du système compound aux machines locomotives, par *A. Mallet*.

Le révélateur Donkin et l'action des parois des cylindres à vapeur, mémoire par *M. V. Dwelshauvers-Dery*, correspondant de la Société.

Revue scientifique. — Les essais de Jean Rey, par *MM. Hallopeau et Poisson*.

Nomination de membres de la Société. — Sont nommés membres de la Société :

M. Victor de Swarte, trésorier payeur général de Seine-et-Marne, à Melun, présenté par *M. L. Appert*.

M. Enrique Delgado, ingénieur à Caracas (Venezuela);

M. Guillaume Delgado, docteur à Caracas;

M P.-H. Mosquera fils, chimiste industriel, à Caracas;

M. le Dr Fridensberg, professeur d'économie rurale à l'Université de Caracas, présentés par *M. Marcano*.

Rapports des Comités. — *Déclaration de vacance. — M. le Président* demande au Conseil, au nom du Comité des arts chimiques, de déclarer une vacance dans ce Comité, à l'effet d'élire un membre en remplacement de *M. Eugène Peligot*, décédé.

Cette proposition est adoptée.

Chaudière à vapeur. — M. Joseph Farcot fait, au nom du Comité des arts mécaniques, un rapport sur la chaudière de *M. F. Le Moal*, ingénieur civil aux anciens établissements Salarnier, rue Sibuet, 62.

M. Le Moal a présenté à la Société un générateur de vapeur de son invention, à haute pression, étudié en vue de produire une quantité considérable de vapeur avec une faible surface de chauffe et un poids métallique réduit, et d'occuper un emplacement aussi petit que possible.

En résumé, il a semblé au Comité des arts mécaniques que cet appareil présentait un certain intérêt par ses dispositions particulières et sa puissance de vaporisation : il propose donc de remercier M. Le Moal de son intéressante communication, et de décider la publication au *Bulletin* du présent rapport, avec planches et tableau d'expérience.

Ces conclusions sont adoptées par le Conseil.

Obturateur de vapeur. — M. Hirsch fait, au nom du même Comité, un rapport sur l'obturateur de vapeur dit *à mouvement louvoyant*, présenté par *M. J. Raffard*.

M. Raffard, qui s'est déjà fait connaître par nombre d'inventions originales et ingénieuses, a été frappé des oscillations si fatigantes que présente souvent l'éclat des lampes à incandescence. Ces oscillations sont dues aux variations de vitesse de la machine génératrice du courant, et leur cause primordiale est en général l'irrégularité de la marche du moteur actionnant la dynamo. Souvent, en effet, le système régulateur de l'allure est paresseux et gêné dans son action par des frottements, d'où résultent des écarts notables de vitesse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'obturateur dit *à mouvement louvoyant* obvie à ces inconvénients.

Le Comité estime qu'il y a lieu de remercier M. Raffard de son intéressante communication et d'insérer le présent rapport, avec figure sur bois et légende, dans le *Bulletin* de la Société.

Ces conclusions sont adoptées par le Conseil.

Robinet. — *M. Alfred Tresca* fait, au nom du même Comité, un rapport sur le robinet à repoussoir de *M. Émile Chastel*, rue Portefoin, 3.

M. Chastel a présenté à la Société un robinet qui a pour but d'éviter les coups de bélier et qui paraît répondre parfaitement aux conditions du problème.

Le Comité propose de remercier M. Chastel de sa communication, et d'insérer le présent rapport dans le *Bulletin* de la Société, avec une figure sur bois représentant l'un des types de robinets se fermant seul, de sa fabrication.

Ces conclusions sont adoptées par le Conseil.

Communications. — *Portes roulantes.* — *M. Léon Appert*, membre du Conseil, fait une communication sur deux systèmes de portes roulantes, présentés d'une part par *M. Saint-Ange Vivier*, à Souvigny, par Lamotte-Beuvron (Loir-et-Cher), et d'autre part par *MM. Bricard* frères, à Paris.

Le système des portes connues sous le nom de *portes à coulisses* ou de *portes roulantes* est employé dans beaucoup de circonstances; elles tiennent peu de place, et permettent d'utiliser l'espace perdu par le développement des portes du système employé d'ordinaire.

Frappé des nombreux inconvénients que présentent ces portes, dont l'emploi est très étendu, M. Saint-Ange Vivier, propriétaire à Souvigny, a cherché à les perfectionner par des moyens présentant beaucoup d'analogie avec ceux que MM. Bricard frères, fabricants de serrurerie et de ferronnerie à Paris, avaient eux-mêmes appliqués. Par suite de la ressemblance de ces deux systèmes, M. Appert a pensé qu'il pourrait en faire à la Société une présentation simultanée.

M. le Président remercie *M. Léon Appert* de son intéressante communication, qui est renvoyée au Comité des constructions.

La Pyrogravure. — *M. Manuel-Périer* fait une communication sur l'appareil qu'il a créé pour son procédé de gravure à la pointe de feu, la Pyrogravure.

Il a imaginé et breveté un outillage spécial qui en facilite beaucoup l'application, et qui se compose des pièces suivantes :

1° La soufflerie automatique, indépendante du dessinateur, lui laisse l'entière liberté de ses mains. Elle comprend un petit gazomètre dont la cuve est annulaire pour le rendre plus léger. La cloche, munie à son sommet d'une soupape à piston pour l'introduction de l'air, est guidée et maintenue par une tringle mobile courbée en **U** renversé;

2° Le réglage de la température du thermo-traceur, et son maintien constant au degré voulu, sont obtenus à l'aide de poids gradués placés sur la cloche. On

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les laisse tous ou on diminue leur nombre, suivant la dureté ou la délicatesse de la matière à graver ;

3° La projection de l'hydrocarbure liquide dans la pointe du thermo-traceur est absolument impossible et la sécurité est complète. Le saturateur, en métal, fixé sur la cloche, ne peut se renverser. De plus, il est garni d'éponges qui s'opposent à l'écoulement du liquide dont elles sont imbibées ;

4° Le manche du nouveau thermo-traceur ne peut jamais s'échauffer. Il est rafraîchi par un courant d'air amené directement du gazomètre et qui circule dans le manche creux autour du tube métallique central. Cette ingénieuse disposition, qui n'existe dans aucun autre outil, permet seule un travail prolongé. Elle a de plus l'avantage d'assurer au dessinateur la fermeté de la main ; il peut, en la rapprochant de la pointe, tenir et manier le thermo-traceur comme un crayon.

M. le Président remercie *M. Manuel-Périer* de son intéressante communication, qui est renvoyée au Comité des beaux-arts.

Exposition de Moscou. — *M. Auguste Moreau* fait une communication sur l'Exposition française à Moscou en 1891.

M. le Président remercie *M. Auguste Moreau* de son intéressante communication, qui est renvoyée à la commission du *Bulletin*.

Séance du 28 novembre 1890.

Présidence de *M. Haton de la Goupillière*, Président.

M. le Ministre du commerce adresse deux exemplaires du tome 62 de la collection des brevets pris sous le régime de la loi de 1844. (Bibliothèque.)

M. Branche, rue Polonceau, 11, Paris-Chapelle. — Système nouveau permettant de fixer et centrer les pièces à travailler. (Arts mécaniques.)

M. Henri Howe, ingénieur à Boston. — Traité de la métallurgie de l'acier. (Arts chimiques.)

MM. Rousset et C^ie^, éditeurs, rue Rochechouart, 7, adressent, en leur nom et au nom du traducteur, *M. André Simon,* un *Traité du tissage mécanique*, par *Franz Reh.* (Arts mécaniques.)

M. le Ministre de l'instruction publique et des beaux-arts envoie le programme du Congrès des Sociétés savantes à la Sorbonne en 1891.

M. Bossuet, employé au chemin de fer de l'Est, rue de Neuchâtel, 78. — Moyen d'empêcher la fraude faite par le lavage de l'oblitération des timbres-poste. (Arts chimiques.)

M. Bloch, photographe, rue de l'Entrepôt, 2. — Appareil photographique nommé la *photo-cravate Bloch*. (Beaux-arts.)

M. Berthoult, à Bourgueil (Indre-et-Loire). — Procédé de conservation des vins nouveaux par le phosphate de chaux. (Agriculture.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Save, chef de gare, à Aubusson. — Note sur un désinfectant, accompagnée d'un échantillon. (Arts chimiques.)

La famille Peligot fait hommage des discours prononcés aux funérailles de *M. Eugène Peligot*, le 18 avril 1890, accompagnés du portrait qui a été exécuté par *M. Dujardin.*

M. le Président adresse les remerciements de la Société à la famille Peligot et propose d'insérer le portrait au *Bulletin* de la Société.

Les ouvrages suivants sont signalés dans la correspondance imprimée :

Chimney draught. — Facts and Theories, par *Robert H. Thurston*, Ithaca.

Congrès international de mécanique appliquée. — Conférence sur les essais des fers et des aciers et les laboratoires de mécanique, par *M. E. Cornut,* ingénieur en chef de l'Association des propriétaires à vapeur du nord de la France. (Offert par l'auteur, correspondant de la Société.)

Authorities of the Steam Jacket, Facts and current opinion, par *R.-H. Thurston*, Ithaca.

Illustrations of Sibley College, Cornell University, Ithaca, 1885-90. *Dr R.-H. Thurston*, directeur. Ces deux brochures sont offertes par l'auteur, correspondant de la Société.

Un Centenaire, par *Émile Grégoire*, professeur à l'Institut provincial des sourds-muets de Brabant ; *Notice sur l'abbé de l'Épée.*

De la propriété industrielle garantie par brevets d'invention ou patentes et de quelques-uns des articles de lois ou règlements qui la régissent. — Communication faite au Congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences, à Limoges (août 1890), par *D.-A. Casalonga*, ingénieur-conseil, membre de la Société.

Les Chemins de fer d'intérêt local. Avantages de la voie étroite, par *M. Auguste Moreau*, ingénieur, membre de la Société.

Les chemins de fer d'intérêt local et la loi du 11 juin 1880, par le même auteur.

Ministère de l'agriculture, de l'industrie et du commerce à Rome. Carta idrografica d'Italia. Regione meridionale Mediterranea. (Offert par *M. Miraglia*, correspondant de la Société.)

Nomination de membres de la Société. — Sont nommés membres de la Société :

M. Audiffred, ancien juge au tribunal de commerce de la Seine, présenté par *M. Vincent.*

M. Chetelat, manufacturier, à Ivry-sur-Seine, présenté par *MM. Troost et de Luynes.*

Nomination d'un membre du Comité des arts chimiques. — Les candidats présentés sont :

M. Jordan, ingénieur métallurgiste ; puis *ex æquo : M. Guignet,* directeur des teintures aux Gobelins, *M. Riban*, maître de conférences à la Sorbonne et membre du Conseil d'hygiène.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Jordan, ayant réuni l'unanimité des voix, est nommé membre du Comité des arts chimiques.

RAPPORT DES COMITÉS. — *Pompes.* — *M. A. Tresca* fait, au nom du Comité des arts mécaniques, un rapport sur les pompes à piston captant, de *M. de Montrichard,* inspecteur des forêts à Montmédy (Meuse). L'inventeur, qui avait fait connaître son appareil dans la séance de la Société du 7 juin 1889, a modifié sa première disposition et a complété sa communication en présentant un type de pompe à moteur direct et un moteur à vapeur fondé sur le même principe.

Tout en reconnaissant les mérites des appareils de M. de Montrichard, et le zèle avec lequel il en a poursuivi la réalisation depuis quelques années, le rapporteur doit ajouter que le principe, dont l'inventeur a fait un heureux usage, avait été mis en œuvre précédemment par M. Carpentier, qui a pris, le 12 février 1876, un brevet d'invention pour un système de compteur d'eau pouvant aussi servir de moteur.

Le Comité des arts mécaniques propose de remercier M. de Montrichard de ses intéressantes communications, et d'insérer le présent rapport dans le *Bulletin* de la Société, avec les figures sur bois nécessaires pour faire comprendre la disposition des appareils présentés.

Ces conclusions sont adoptées.

COMMUNICATION. — *Montage de la Tour Eiffel.* — *M. Émile Nouguier*, ingénieur en chef des établissements Eiffel, fait une communication sur le montage de la Tour Eiffel. Après avoir indiqué comment lui était venue, en 1885, l'idée de la construction de la tour de 300 mètres, et après avoir donné une description sommaire de l'ossature métallique de cette tour, il explique en détail les moyens qui ont été employés pour le montage.

M. le Président remercie *M. Nouguier* de sa très intéressante communication, qui sera renvoyée à la Commission du *Bulletin*.

Séance générale du 12 décembre 1890.

ÉLECTIONS DU BUREAU POUR 1891

Présidence de *M. Troost*, Vice-Président.

M. le Président annonce que le scrutin est ouvert pour l'élection générale du Bureau pour 1891 et la ratification des nominations des membres du Conseil faites en 1890.

M. Hallopeau, professeur à l'École centrale des Arts et manufactures, membre de la Société, dépose sur le bureau un pli cacheté. (Dépôt accepté.)

M. Clarisse, préparateur diplômé des cours de chimie et de physique de l'As-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sociation polytechnique, rue Héricart, 36. — Tenaille ou pince dite étau. (Arts mécaniques.)

M. Stevenson, secrétaire du Conseil des Arts et manufactures de Québec, à Montréal, envoie plusieurs brochures relatives à l'enseignement primaire. (*Bulletin.*)

M. Wery, architecte, rue Boissière, 59. — Perfectionnements apportés à ses appareils fumivores expérimentés en 1884 par M. Pihet. (Arts mécaniques.)

M. Mauborgne, électricien-télégraphiste, à Boulogne, près Calais. — Étude sur la correspondance des trains en détresse avec les gares et entre eux. (Arts mécaniques.)

M. R. Colson, capitaine du génie, répétiteur de physique à l'École polytechnique. — Brochure intitulée : la Photographie sans objectif. (Beaux-arts.)

M. Tranié, ingénieur civil. — Brochure sur l'irrigation du domaine de Gabarret (Haute-Garonne). (Agriculture.)

M. Lequier, employé de commerce, rue de l'Ouest, 4 *bis*, à Courbevoie. — Marmite-cafetière et glacière. (Arts économiques.)

M. Chabot, métallurgiste, rue Mercœur, 8. — Procédés pour la bonification et l'affinage des vieux métaux. (Arts chimiques.)

M. Émile Barbet, ingénieur des arts et manufactures, rue de Seine, 13, envoie pour le concours de 1891 un ouvrage sur les appareils de distillation et de rectification des alcools, et une brochure sur la rectification continue des alcools. (Arts chimiques.)

M. Alfraire, ingénieur-chimiste, rue Sainte-Croix-de-la-Bretonnerie, 44. — Expériences pour la préparation de la pyrocatéchine au moyen de l'acide phénique. (Arts chimiques.)

M. Hitier, répétiteur à l'Institut national agronomique, rue Bonaparte, 80. — Étude sur l'utilisation des tourbes françaises en agriculture. (Agriculture.)

M. Adolphe Carnot, membre du Conseil, fait hommage : 1° d'une brochure qu'il vient de publier sous le titre de : Minerais de fer de la France, de l'Algérie et de la Tunisie, analysés au bureau d'essais de l'École des Mines de 1845 à 1889; 2° d'une note sur les sources minérales de Cransac (Aveyron).

M. le Président adresse les remerciements de la Société à M. Carnot pour l'envoi de ces deux ouvrages qui sont renvoyés à la commission du *Bulletin.*

Les ouvrages et articles suivants sont signalés dans la correspondance imprimée :

Les chaudières à vapeur à l'Exposition universelle de 1889 au point de vue de la sécurité, par *Ch. Compère,* ingénieur directeur de l'Association parisienne des propriétaires d'appareils à vapeur,

De la richesse minérale de l'Espagne, par *M. Denis de Lagarde*, ingénieur, attaché à l'ambassade de France, à Madrid.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Vaseline, Pétréoline, par *M. Riche*. — Journal de pharmacie et de chimie, décembre 1890.

COMMUNICATIONS. — *Équerre axiale.* — *M. Carpentier*, membre de la Société, présente au nom de *M. Raffard*, un instrument ancien, datant de 1840. Le nom que lui a donné l'inventeur est celui d'*équerre axiale*.

Cet instrument a pour objet de permettre à l'ouvrier le moins exercé de placer le cliquet ou le vilebrequin exactement dans la direction de la normale à la surface des corps à percer, que leur forme soit cylindrique, conique, sphérique ou plane.

M. le Président remercie *MM. Carpentier* et *Raffard* de cette communication, qui est renvoyée au Comité des arts mécaniques.

Photographie. — *M. Davanne*, membre du Comité des constructions et des beaux-arts, fait une communication sur les applications et les procédés actuels de la photographie. Il passe en revue les progrès apportés ces dernières années à la photographie dont la marche est caractérisée par trois grandes évolutions. Il cite seulement, sans s'y arrêter, la première, celle de la plaque daguerrienne, et la seconde, celle du collodion avec ses dérivés, pour arriver à la troisième dans laquelle nous sommes actuellement, et qui est caractérisée par l'emploi exclusif du gélatino-bromure d'argent et l'abandon de tous les autres procédés négatifs. M. Davanne présente ensuite les rapports suivants :

1° Sur la photographie sans objectif de *M. Méheux* et de *M. Colson*, capitaine du génie ;

2° Sur la photographie en ballon de *M. Gaston Tissandier ;*

3° Sur l'obturateur de *MM. Londe* et *Dessoudeix ;*

4° Sur les glaces et les papiers au gélatino-chlorure d'argent de *M. Tondeur*.

M. Davanne a fait voir en outre des épreuves de la carte du ciel, de différentes sortes de microbes, de scènes prises sur le vif et enfin la photographie du bureau du Conseil, qui a été faite devant l'assemblée par M. Londe, chef des travaux chimiques de la Salpêtrière, au moyen d'un éclair obtenu par la combustion de poudre de magnésium.

M. le Président remercie *M. Davanne* de son intéressante communication, qui sera insérée au *Bulletin*.

ÉLECTIONS DU BUREAU POUR 1891. — *M. le Président* constate que le scrutin ouvert au commencement de la séance pour l'élection des membres du bureau pour 1891 et la ratification des nominations des membres du Conseil faites dans le courant de l'année 1890 n'a pas fourni le nombre réglementaire de votes pour que l'élection soit valable. En conséquence, il sera procédé de nouveau dans la prochaine séance aux élections générales, qui seront valables quel que soit le nombre des votants.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Séance générale du 26 décembre 1890.

ÉLECTIONS DU BUREAU POUR 1891.

Présidence de *M. Tisserand*, Vice-Président.

Avant le dépouillement de la correspondance, *M. le Président* annonce que le scrutin est ouvert pour l'élection générale du Bureau pour 1891 et la ratification des nominations des membres du Conseil faites en 1890.

M. Crauzaz, boulevard Voltaire, 68. — Escalier pliant Chaillet. (Constructions et beaux-arts.)

M. Jules Secrétan, mécanicien, à Charizier (Jura). — 1° Chaudière multiple à étage et alimentation multiple ; 2° Moteur à colonne d'eau fonctionnant comme une hélice hydraulique ; 3° Piston actionnant directement un arbre tournant, sans courroie, ni bielle, ni manivelle, ni volant et sans point mort ; 4° Turbine utilisant la vitesse de l'eau à la sortie de la turbine Fourneyron ; 5° Tricycle sans point mort et pouvant aller sur la glace. (Arts mécaniques.)

M. Métayer, boulevard de Montparnasse, 39. — Pompe-hélice pneumatique et élévatoire. (Arts mécaniques.)

M. Reverchon, à la Bauche, près les Échelles (Savoie). — Notions et exercices préliminaires à l'enseignement du dessin. Guide du compositeur et du maître de chant. (Constructions et beaux-arts.)

M. A. Bandsept, ingénieur, chaussée de Wavre, 15, à Bruxelles. — Notes sur la propagation du courant électrique. (Arts économiques.)

M. Gaston Chauveau, ingénieur civil, boulevard Richard-Lenoir, 105. — Traité théorique et pratique des moteurs à gaz. (Arts mécaniques. Concours.)

M. Rossigneul, secrétaire général de la Société de médecine pratique vétérinaire, à Melun, adresse une circulaire relative à un projet d'expérience sur le traitement de Koch appliqué à des animaux domestiques atteints de tuberculose. (Bureau.)

M. Ernest Menault, inspecteur général de l'agriculture, à Angerville (Seine-et-Oise). — Ouvrage intitulé : Histoire agricole du Berry. — Monographie agricole du Cher. — Tome premier. (Agriculture.)

M. Paul Serres, agronome-viticulteur, à Talairan (Aude). — Ouvrage intitulé : La vigne et ses parasites, le phylloxera, la chlorose et leur remède rationnel. (Agriculture.)

M. Charles Baltet, horticulteur, à Troyes. — L'horticulture française, ses progrès et ses conquêtes depuis 1789. — Conférences de l'Exposition universelle de 1889. (Agriculture.)

M. Charles Chardin, rue de Châteaudun, 5. — Note sur une nouvelle comptabilité commerciale à l'usage des maisons présentant un nombre considérable de comptes. (Commerce.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Cloquemin, directeur de la Société pour le traitement de la ramie, rue Auber, 6. — Documents divers sur cette industrie. (Agriculture.)

MM. Hirsch et *Debize* font hommage à la Société de l'ouvrage qu'ils viennent de publier sous le titre de : *Leçons sur les machines à vapeur*, tome premier, 2e fascicule in-8°, avec atlas in-4°.

M. Ch. de Comberousse fait hommage d'une notice qu'il vient de publier dans les Annales du Conservatoire des Arts et Métiers sous le titre de : *Agriculture en France avant* 1789. C'est le récit du sort des agriculteurs et des vicissitudes de l'agriculture, en France, pendant l'importante période qui va de 1589 à 1789.

Les ouvrages et les articles suivants sont signalés dans la correspondance imprimée :

Journal and Proceedings of the Royal Society of New South Wales. Sydney. Vol. XXIII, part. II.

Association amicale des anciens élèves de l'École centrale des arts et manufactures. Conférences-visites à l'Exposition universelle de 1889.

Institution of mechanical engineers. Proceedings, juillet 1890. Congrès à Sheffield.

Le gaz employé comme moyen de chauffage. La distribution d'eau de Sheffield. Étude sur les rails d'acier.

M. le Président adresse les remerciements de la Société aux personnes qui ont fait don de ces ouvrages pour la bibliothèque.

Nomination de membres de la Société. — Sont nommés membres de la Société :

M. Witz, professeur à la Faculté libre des sciences, à Lille ; présenté par *MM. Haton de la Goupillière* et *Redier*.

M. Eugène d'Eichthal, administrateur de la compagnie des chemins de fer du Midi ; présenté par *MM. Henri Pereire* et *Bordet*.

M. Jean Baylac, ingénieur, à Paris ; présenté par *M. Le Roux*.

Rapports des Comités. — *Déclaration de vacance.* — *M. Bordet* demande au Conseil, au nom de la Commission des fonds, de déclarer une vacance dans cette commission pour l'élection d'un membre en remplacement de *M. Fourcade*, décédé.

La vacance est déclarée.

Comptes de 1889. — *M. Fouret* fait, au nom de la Commission des fonds, un rapport sur les comptes présentés par M. le Trésorier pour l'exercice 1889.

La Commission des fonds déclare de tout point exacte et régulière la situation des comptes au 31 décembre 1889, présentée par M. le Trésorier.

M. le Rapporteur propose d'approuver ces conclusions et d'exprimer de nouveau à *M. Goupil de Préfeln*, trésorier, la vive et sincère gratitude de la Société pour le dévouement avec lequel il s'acquitte de son importante mission.

M. Bordet, censeur, lit, au nom des censeurs, un rapport sur les comptes de l'exercice 1889. Il propose de les approuver et s'associe aux remerciements bien

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mérités que la Commission des fonds adresse à *M. le Trésorier* pour son inépuisable dévouement.

Ces conclusions sont adoptées.

COMMUNICATIONS. — *Tubes sans soudure.* — *M. Gustave Richard* fait une communication sur la fabrication des tubes sans soudure par le procédé *Mannessmann*.

Le résultat de ce procédé est d'obtenir des tubes sans soudure tirés de lingots d'acier pleins *sans y percer le moindre trou*, en ne soumettant ces lingots qu'à l'action extérieure d'un laminage hélicoïdal. Il y a, aujourd'hui, quatre usines en pleine marche livrant régulièrement des tubes ainsi fabriqués : celle de Komotau, en Autriche, qui occupe 2 000 ouvriers, celle de Landore, en Angleterre, 1 400, et deux autres en Allemagne. Cette industrie s'étend chaque jour.

Après avoir décrit, à l'aide de figures et de modèles, les principales particularités de la fabrication des tubes Mannessmann, M. Richard passe à l'exposé de leurs principales applications, représentées par un grand nombre d'échantillons présentés à la Société.

M. le Président adresse les remerciements de la Société à *M. Gustave Richard* pour son intéressante communication, qui sera renvoyée à la Commission du *Bulletin*.

Billets de banque. — *M. Schlumberger* fait une communication sur les moyens de fabrication des billets de banque et leur reproduction.

Les deux plis cachetés qu'il a déposés à la Société d'Encouragement les 28 avril et 31 mai 1890 et dont il demande aujourd'hui l'ouverture, ont rapport à des études faites en vue de la fabrication d'un papier à filigrane obtenu par l'intercalation d'un tissu de mousseline imprimé en couleurs spéciales entre deux couches de papier minces, et aussi au sujet de croquis d'impressions nouveaux destinés à opposer à la falsification des billets de banque des difficultés plus grandes que celles que l'on rencontre actuellement.

En effet, M. Schlumberger a démontré que les procédés de photogravure actuels sont aujourd'hui tellement simples, qu'ils permettent aux fraudeurs toutes les audaces. Les anciens procédés utilisés par ceux-ci sont dépassés. La séparation des deux couleurs rose et bleue du billet de banque se fait, comme on l'a vu, avec la plus grande facilité, et par les procédés photographiques décrits par M. Soret, son collaborateur, et par des procédés chimiques qui permettent de faire disparaître le rose du billet de banque, composé de phosphate de manganèse, au moyen du cyanure de potassium, pour isoler la partie bleue. Ces procédés de séparation des deux couleurs rendent le décalque des vignettes très facile et obligent à rechercher d'autres moyens pour assurer la sécurité des valeurs fiduciaires. Il décrit dans une note détaillée, lue en séance du 26 décembre 1890, les moyens dont se servent les falsificateurs et ceux qu'il propose pour arriver à déjouer leurs plans criminels.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le choix de certaines couleurs équichromatiques, c'est-à-dire possédant des propriétés communes de photogénéité, de résistance à l'air et aux réactifs chimiques ;

La façon de marier ces couleurs avec des dessins bien compris et de les imprimer sur des papiers spéciaux avec tissu intercalé, ou sur papier auquel on fait subir, avant ou après l'impression, un estampage à sec, constituent un ensemble de combinaisons qui nécessitent pour le falsificateur une accumulation de difficultés d'exécution qu'il est impossible de surmonter sans l'aide d'un matériel compliqué et coûteux, sans parler des conditions de connaissances multiples qui ne sont pas toujours à la portée du premier venu.

En résumé, ce que M. Schlumberger a tenu à signaler à la Banque de France c'est l'état notoire d'infériorité de nos billets de banque que le premier photograveur venu parvient à contrefaire avec facilité. Il en est de même pour le filigrane du papier dont les figurines ne présentent aucun obstacle bien sérieux à l'imitation. La photogravure de ces figurines, dont des épreuves sont soumises aux membres de la Société, montrent à l'évidence qu'elles ne présentent pas de garantie suffisante contre la fraude puisque, d'après une image photographiée sur gélatine bichromatée, on arrive à reproduire des reliefs qui constituent de véritables matrices semblables à celles qui ont servi à embosser la toile métallique qui sert à faire le papier de la Banque.

Photographie des papiers fiduciaires. — M. Soret, professeur agrégé de physique et de chimie au lycée du Havre, après avoir rappelé brièvement les travaux qui ont conduit aux procédés orthochromatiques et la nécessité de l'emploi d'écrans colorés compensateurs, quand on veut obtenir la photographie *complète* de l'ensemble des couleurs d'un dessin, a exposé une nouvelle méthode permettant d'obtenir séparément les photographies de deux couleurs formant ce dessin, et a montré les conditions les plus favorables pour réaliser cette séparation uniquement par l'appareil photographique.

1° Le cas le plus simple est celui dans lequel les deux couleurs sont complémentaires ou à peu près. On tamise la lumière par un écran de la couleur à supprimer, et de nuance telle que, vue à travers cet écran, la couleur à photographier apparaisse seule, plus ou moins foncée.

Si l'on opère en lumière blanche, en interposant l'écran coloré devant l'objectif, il arrive que la couleur qu'on veut obtenir au positif, par le peu de lumière blanche qu'elle réfléchit toujours, impressionne légèrement la plaque sensible et qu'on n'obtient pas, en général, une épreuve vigoureuse.

Mais si l'on se place dans la chambre obscure et si l'on éclaire fortement le dessin par la lumière électrique ou même par la lumière Drumond, en plaçant dans l'appareil à projection l'écran *convenable*, cet inconvénient peut être évité. Ce mode opératoire présente en outre l'avantage de ne pas exiger l'emploi d'écrans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à faces parallèles et permet l'utilisation de cuves à liquides colorés, souvent nécessaires.

Il fait remarquer que la suppression des couleurs foncées est bien plus difficile que celle des couleurs claires, comme on le croit généralement. Mais, pourtant, il va de soi que si la couleur foncée peut être atténuée par voie chimique, la séparation devient possible.

M. Soret conclut en insistant sur l'avantage que présentent les couleurs *foncées et solides* pour la fabrication des valeurs fiduciaires.

M. le Président remercie *MM. Schlumberger* et *Soret* de leurs intéressantes communications, qui sont renvoyées au Comité des arts chimiques.

Dépouillement du scrutin. — M. le Président, assisté de *MM. Bordet* et *Fouret*, scrutateurs, et de *MM. Collignon* et *Aimé Girard*, secrétaires, procède au dépouillement du scrutin pour l'élection générale du bureau pour 1891 et la ratification des nominations des membres du Conseil faites pendant l'année 1890.

Le résultat du scrutin maintient le bureau actuel :

Président : *M. Haton de la Goupillière.*

Vice-Présidents : *MM. Tisserand,* général *Sébert, de Luynes* et *Troost.*

Secrétaires : *MM. Collignon* et *Aimé Girard.*

Censeurs : *MM. Legrand* et *Bordet.*

Trésorier : *M. Goupil de Préfeln.*

Membres nommés en 1890 :

Comité des Arts mécaniques : *M. Bienaymé.*

Comité des Arts chimiques : *M. Jordan.*

Comité du Commerce : *M. Gibon.*

Le Gérant : J.-H. GINESTOU.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LISTE DES NOUVEAUX MEMBRES

ADMIS EN 1890

A FAIRE PARTIE DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

MM.

AYNARD, député, vice-président de la chambre de commerce de Lyon.

BRAULT, de la maison Brault, Teisset et Gillet, constructeur-mécanicien, à Paris et à Chartres.

BRUSTLEIN (Aimé), ingénieur de la maison Holtzer et Cie, à Unieux (Loire).

CARPANO, fabricant d'horlogerie, à Cluses (Savoie).

CHALMETON, directeur de la Compagnie des houillères de Bessèges, à Nimes.

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

CORNUT, ingénieur en chef de l'Association des propriétaires de machines à vapeur, à Lille.

COMPAGNIE ANONYME des forges de Châtillon et Commentry.

DARBLAY (Paul), manufacturier à Essonnes.

DENIS DE LAGARDE, ancien ingénieur-conseil de l'ambassade de France à Madrid, à Paris.

DOMAGE (Henri), directeur de la Société anonyme des charbonnages des Bouches-du-Rhône, à Marseille.

FLAMANT, ingénieur en chef des ponts et chaussées, professeur à l'École des Ponts et Chaussées et à l'École centrale, à Paris

FOURCHOTTE, ingénieur, répétiteur à l'École centrale des arts et manufactures.

FUMAT, ingénieur en chef des mines de la Grand'Combe.

GIBON, ancien directeur des usines de Commentry.

GRUNER, ingénieur des mines, à Paris.

MM.

HADFIELD, directeur des usines *Heckla Works*, à Sheffield (Angleterre).

HOFMANN (le docteur), à Paris.

JOBIN, ancien élève de l'École polytechnique, constructeur-mécanicien, à Paris.

LAURENT (Léon), constructeur d'instruments d'optique et de précision, à Paris.

LAVASTRE, peintre en décors de l'Opéra, à Paris.

MÉGROT, conducteur des ponts et chaussées, à Cosne (Nièvre).

MERLIN (le colonel), à Paris.

MEYER (Georges), ingénieur des arts et manufactures, à Paris.

MONTRICHARD (marquis de), inspecteur des forêts, à Montmédy (Meuse).

MOREAU (Auguste), ingénieur, des arts et manufactures, à Paris.

MOSLE, manufacturier, à Troyes.

PETITPONT (Gustave), manufacturier, à Choisy-le-Roi (Seine).

PELIGOT (Maurice), ingénieur, à Paris.

PEPRATX, trésorier de la Société industrielle et scientifique des Pyrénées-Orientales, à Perpignan.

PERSONNE DE NEUFCHATEL-SENNEVOY, ingénieur civil, à Paris.

SOCIÉTÉ ANONYME de produits chimiques (anciens établissements Maletra), à Paris.

SOHIER (Georges), manufacturier, à Paris.

THOMAS (Jules-Carlos-Henrique), chimiste, à Paris.

VIMONT, constructeur-mécanicien, à Vire (Calvados).

VOISIN (Honoré), ingénieur des mines, directeur de l'exploitation des mines de Roche-la-Molière et Firminy.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1 — Elévation longitudinale.

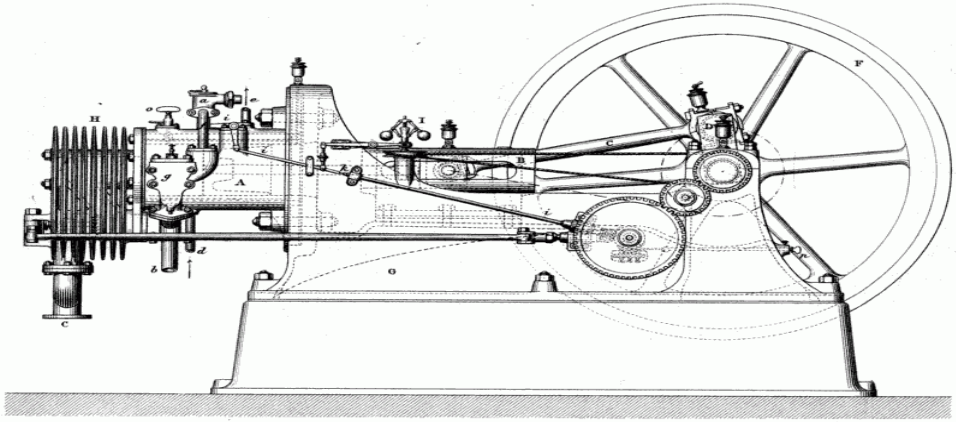


Fig. 2 — Vue par les fonds

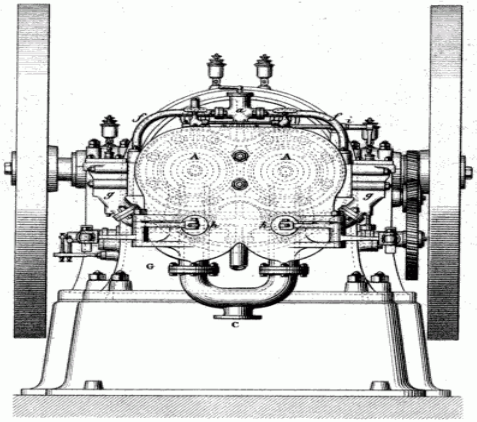
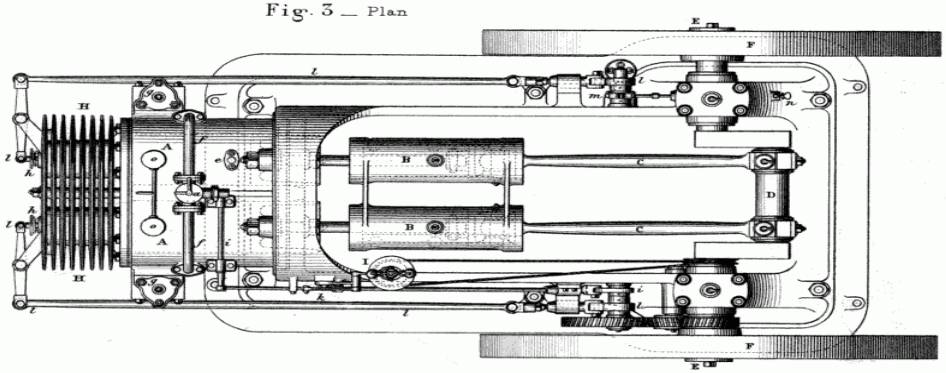


Fig. 3 — Plan



Echelle de 0,05 p^r M.

Imp. R. Tanoux, Paris. *Léon Chaumont del. et sc.*

MACHINE À GAZ SYSTÈME LÉNOIR, DE M.M. ROUART FRÈRES ET C^ie

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1

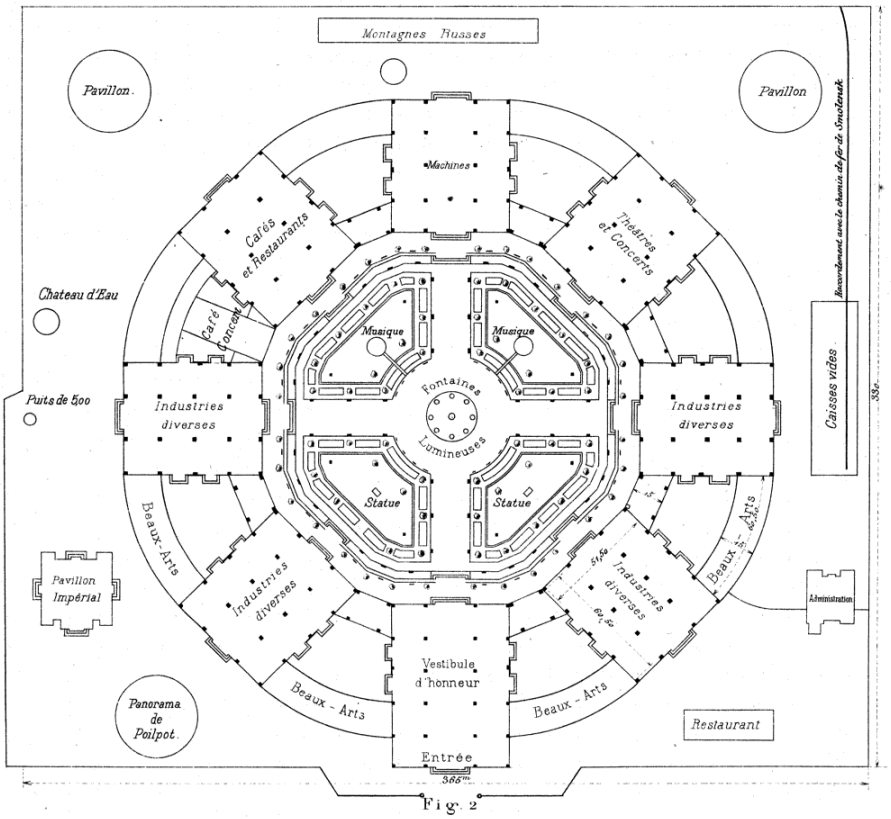
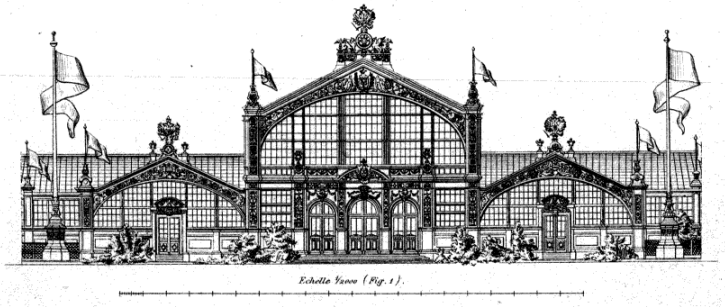


Fig. 2



PLAN GÉNÉRAL DE L'EXPOSITION FRANÇAISE A MOSCOU EN 1891.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES

NOMS DES AUTEURS MENTIONNÉS

DANS LA QUATRE-VINGT-NEUVIÈME ANNÉE DU BULLETIN

(*Quatrième série. — Tome V*)

(La lettre (**P**) à la suite d'un article indique qu'il ne s'agit que d'une présentation.)

A

Abel (F.). Ouvrages divers, 664.

Ainley et Oakes. Machine à percer les trous carrés (voy. G. Richard), 788.

Alfraire. Préparation de la pyrocatéchine (P), 828.

Angelin (Victorine-Louise, née Duquesne). Ouvrière (méd. br.), 523.

Anonyme. Étude sur le beurre et ses falsifications (P), 111.

— Étude sur les concessions d'Anzin (P), 111.

— Mémoire pour le concours d'agriculture (P), 817.

— Mémoire pour le concours des arts chimiques (P), 817.

Antonetti. Calculomètre (P), 814.

Appert (Léon). Rapport sur le four à chaleur concentrée de M. Métenier (pl.), 136.

— Communication sur les portes roulantes, 824.

Appert (Mme Vve). Contre-maîtresse (méd. br.), 523.

Armand-Dumaresq. Rapport sur le cours et la méthode d'enseignement du dessin de MM. Robert frères (pl.), 193.

Association pour prévenir les accidents de fabrique (P), 350. Méd. or, 501.

— de Mulhouse pour prévenir les accidents de fabrique. Dispositions et appareils destinés à éviter les accidents de machines; rapport de M. Lecœuvre, 361. Méd. or, 501.

Association des industriels de France pour prévenir les accidents de fabrique (méd. or), 501.

Ateliers de Drietrich. Mémoire pour le concours des arts mécaniques (P), 817.

Audouin. Pli cacheté : alliages pour projectiles, 184.

Audrien de l'Étang. (Voy. Laurent.)

Auscher (S.). Mémoire pour le concours des arts chimiques (P), 817.

Auzanneau (Henri). Mémoire pour le concours des arts mécaniques (P), 817.

B

Badoul. Clavier à méthode (P), 612.

Baillehache (de). Prix des arts économiques; rapport de M. Rousselle, 480.

Bakoulef (Michel). Échantillons de cuivre (P), 815.

Baltet (Charles). L'art de greffer; culture fruitière (P), 263. Méd. or, 503. Rapport de M. Hardy, 554.

— Horticulture (P). 830.

Balu (Félicie-Pauline, née Discazeau). Ouvrière (méd. br.), 523.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Balu (Pierre-Louis-Frédéric). Ouvrier (méd. br.), 523.
Bandsept (A.). Sur la propagation des courants électriques (P), 830.
Barbacanne. Canne-fusil (P), 263.
Barbet (Émile). Distillation et rectification des alcools (P), 828.
Bardy. Rapport sur les appareils destinés au tirage des bières de MM. Guéret frères (pl.), 345.
Barette (frères). Fouleuse à mouvement alternatif (méd. arg.), 510.
Baron (Aimé). Alliages de métaux (P), 110.
— Pile électrique, 186.
Basin (Alfred). Note sur les collisions en mer (P), 816.
— Générateurs à vapeur (P), 661.
Bauret (Sébastien). Chef d'atelier (méd. br.), 524.
Baylac (Jean). Poêle mobile (P), 184.
Beau de Rochas. Travaux divers (P), 815.
Bechmann. Fontaines lumineuses (méd. com.), 517.
Berger. Don d'ouvrages sur l'Exposition universelle, 413.
Bergès (Léonce). La lutte pour le vin (P), 111.
Berlier. Ensemble des travaux (méd. or), 503.
Bert. Mémoire pour le concours d'agriculture (P), 818.
Berthelemy. Éclairage des réticules de lunettes (P), 263.
Berthoult. Conservation des vins (P), 825.
Bertrand (Félix). Système de fleurets (P), 263.
— Produit antiseptique (P), 269.
Besnard. Éclairage au pétrole. Rapport de M. Rousselle, 620. Méd. arg., 510.
Bessemer. Nouveaux appareils (P), 260.
Beudin. Moteur hydraulique (P), 612.
Beurton (Joseph). Contre-maître (méd. br.), 524.
Bihot (Théodore). Machine motrice (P), 533.
Billaudel (Mlles). Appareil cryptographique (méd. br.), 516.
— Charrue bilatérale (P), 612.
Billaudel (Adolphe). Mémoire pour le concours des arts mécaniques (P), 817.
Bister (Jules). (Voy. Fabricants français de soude.)
Blanchot (Pierre). Ouvrier (méd. br.), 524.
Bloch. Photo-cravate (P), 825.
Blum de Lamotte. Note sur le grisou (P), 816.
Bollée (Léon). Machine à calculer, 270.
Bonjour (C.). Mémoire pour le concours des arts mécaniques (P), 817.
Bontemps (François). Ouvrier (méd. br.), 524.
Bordet. Rapport sur l'examen des comptes de l'exercice 1888, 18.
— Rapport sur la vérification des comptes de 1889 (extr.), 831.
Bossuet. Note sur les timbres-poste (P), 825.
Bougarel. Mosaïque de bois, 536.
Boulay. Appareil pour la fabrication du sirop (P), 110.
Bourdil. Pulvérisateur pour la vigne (méd. arg.), 510.
Bourdon (J.). Enveloppe calorifuge (méd. arg.), 511. Rapport de M. Lecœuvre, 285.
Bouscaren. Appareil pour décortiquer la ramie; utilisation de la force du vent (P), 263.
Boussard (Louis). Ouvrier (méd. br.), 524.
Branche. Système pour fixer et centrer les pièces à travailler (P), 825.
Brancher. Système d'embrayage présenté par M. Brüll, 265.
Brault, Teisset et Gillet. Sur les moulins à cylindre pour la mouture du blé (pl.), 733.
Bresson. Mémoire pour le concours des constructions et des beaux-arts (P), 818.
Brezillon (Jean-François). Ouvrier (méd. br.), 524.
Bricard frères. Porte roulante. (Voy. Appert.)
Briot. Mémoire pour le concours d'agriculture (P), 817.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Broquelet (Alfred). Contre-maître (méd. br.), 525.
Brüll. Rapport sur les appareils pour l'étude du mouvement des fluides de M. Parenty (b), 116.
— Système d'embrayage de M. Brancher, 265.
Brunel. Mémoire pour le concours d'agriculture (P), 818.
Brunin (Cyprien). Ouvrier (méd. br.), 525.
Brüstlein. Prix des arts chimiques; rapport de M. Ad. Carnot, 475.
Buffaud. Rapport sur l'Œuvre de la Providence des infirmes de Sainte-Élisabeth, à Lyon-Vaise (P), 346.
Bureau. Mémoire pour le concours des arts mécaniques (P), 817.
Burot. Notice sur les poulies en papier (P), 263.

C

Cabanié (Etienne-Auguste). Falsification du beurre; machine à dévider les cocons (P), 666.
Cacheux (E.). Observations sur les habitations ouvrières (P), 350.
— Sur les congrès de sauvetage, 666.
Camel (Léon). Appareils pour filer la soie. Rapport de M. Ed. Simon (pl.), 199. Méd. or, 504.
Campredon. Note sur l'acier (P), 822.
Camus. (Voy. Fourcade.)
Candlot. Emploi des matériaux hydrauliques (P), 419.
— Mémoire sur les ciments hydrauliques (P), 533, 685. Rapport de M. Le Chatelier, 682.
Canson (de). Note sur une turbine (P), 612.
Carnot (Ad.). Rapports sur des prix des arts chimiques, 475, 476.
Carpano. Machine et fraises à arrondir les dents de roues de montres. Rapport de M. Redier (b), 67. Méd. or, 505.
Carpentier. Équerre axiale de M. Raffard, 829.
Carré (Ferdinand). Prix Henri Giffard; rapport de M. le général Sebert, 455.
Cassagnes. Sténo-télégraphie (P), 349.
Cathelineau (père). Presse pour agriculture (P), 666.
— Mémoire pour le concours des arts mécaniques (P), 817.
Cave. Défibration du lin (P), 538.
Cavietzel. (Voy. Cave.)
Cazeaux (Alfred). Variétés de vignes (P), 184.
Cazelles (Raymond). Carnet viticole (P), 111.
Chabot. Affinage des vieux métaux (P), 828.
Chaize (frères). Interrupteur automatique appliqué aux transmissions électromotrices. Rapport de M. Ed. Simon (pl.), 19. Méd. arg., 511.
Champagnat. Lessiveuse (P), 418.
Chappe d'Auteroche. Lit à éléments interchangeables. Rapport de M. Prunier, 373.
Charbonnaud. Distribution pour machines à vapeur. Rapport de M. Hirsch (b), 113. Méd. arg., 511.
Chardin (Alexandre). Contre-maître (méd. br.), 525.
Chardin (Charles). Comptabilité (P), 830.
Charpentier (Paul). Mémoire pour le concours des arts chimiques (P), 817.
Chastel (Em.). Robinet à repoussoir. Rapport de M. A. Tresca (extr.), 824.
Chatin. Rapport sur les améliorations apportées à la culture des abeilles par M. Reverchon, 297.
Chauveau (Gaston). Traité des moteurs à gaz (P), 830.
Chedeville. Machines à frotter les parquets (P), 612.
Chevallier. Appareil facilitant la traction (P), 666.
Chevillard. Courroie pour sacoches (P), 821.
Cheysson (E.). Rapport sur la grande médaille du commerce, 458.
— Rapport sur le prix du commerce, 496.
— Rapport sur la carte murale de MM. Isidore Leroy et fils, 617.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Choinski. Coffre-fort (P), 816.
Chwolson. Photomètre polarisateur de Wild (b), 598.
Clarisse. Pince-étau (P), 827.
Cleis (Adolphe). Système hygiénique pour tables de nuit (P), 345.
Clémandot. Prix des arts économiques, rapport de M. Rousselle, 480.
Cloquemin. Documents sur la ramie (P), 831.
Cointereau (Jean-Louis). Ouvrier (méd. br.), 525.
Colladon (Daniel). Brochure sur l'air comprimé (P), 269.
Collet (Florent-Auguste). Ouvrier (méd. br.), 525.
Collignon (Ed.). Notice biographique sur Ed. Phillips, 29.
— Calendrier perpétuel (pl.), 140.
Colmé (Félix). Contremaître (méd. br.), 525.
Colson (R.). La photographie sans objectif (P), 828.
Comberousse (Ch. de). Rapport sur le tableau mécanique de M. l'abbé Léris, 65.
— Rapport sur le grand prix de la Société, 450.
Combes. Engrenages sans frottement (P), 816.
Compagnie de Saint-Gobain. Mémoire sur la fabrication de l'acide sulfurique (P), 263.
Coquillon (J.). Mémoire pour le concours du prix Melsens (P), 817.
Corbelin. Rapport de M. Mascart sur un prix des arts économiques, 483.
Corchon. Boîte émaillée pour conserves (P), 346.
Cordier. Tables d'intérêt (P), 184.
Coret. Compteur d'électricité (P), 612.
Cornu. Synchronisation des horloges (méd. com.), 517.
Costille (Jean-Baptiste). Chef d'atelier (méd. br.), 526.
Couderc. Guide pour la reconstitution de la vigne (P), 110.
Courant. Note sur les équations du troisième degré (P), 821.
Courtel (Jacques). Prix Fourcade, 466.
Cowles. Fabrication des alliages d'aluminium, 169.
Crauzaz. Escalier pliant, 830.
Crouzel. Dosage des éléments fertilisants du sol (P), 412.
Cuignet. Fermeture de persiennes (P), 538.
Cuizinier. Appareil pour le transvasement des liquides (P), 612.

D

Dadu (Émile). Outil agricole (P), 184.
Danguy. Amélioration des vins (P), 612.
Danten. Machine dynamo (P), 612.
Davanne. Procédés et application de la photographie, 829.
— Projections stéréoscopiques, 819.
Déchandon. Extracteur de cartouches (méd. br.), 516.
Delathe. (Voy. Lysoir.)
Delaurier (E.). Moulin universel (P), 533.
— Bateau-cloche (P), 263.
— Extraction des métaux (P), 612.
— Procédé pour empêcher les collisions en mer (P), 661.
— Systèmes divers (P), 666.
— Notes sur le grisou (P), 816.
Delore. Emploi de l'air comprimé (P), 419.
Denizot (Charles). Ouvrier (méd. br.), 526.
Deprez. (Voy. Sebert.)
Derain et Dinz. Nouveau calorifère (P), 817.
Desbordes (veuve). Nouveau jouet (P), 821.
Desvignes. Nouveaux fourneaux (P), 822.
Deval. Prix des arts chimiques ; rapport de de M. Le Chatelier, 479.
— Essais à l'eau chaude des ciments et chaux hydrauliques. Rapport de M. Le Chatelier, 560.
Diamant. Utilisation de la force motrice des marées (P), 821.
Dias Tejada (Juan de). Bronzage des armes (P), 349.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dinz. (Voy. Derain.)
Dirat (Paul). Prix d'agriculture ; rapport de M. Risler, 488.
Discazeau. (Voy. Balu.)
Domergue (Jules). Révolution économique (P), 664.
Donkin. (Voy. Dwelshauvers-Déry.)
Drot-Gourville. Rabatête pour chevaux vicieux (P), 346.
Dubru. (Voy. Marot.)
Ducretet (E.). Appareils électriques, 417.
— Combinateur pour signaux électriques, 537.
— Téléthermomètre de MM. Kornmuller et Schubart, 538.
— Instruments de physique (méd. or), 505.
— Lunettes pyrométriques de MM. Mesuré et Noirel (P), 815.
Dumaresq. (Voy. Armand-Dumaresq.)
Dumas (J.-B.). Discours prononcés à l'érection de sa statue à Alais, 34.
Duponchelle. Vélocipède (P), 815.
Duquesne. (Voy. Ancelin.)
Durand. (Voy. Lencauchez.)
Durand-Claye (Alfred). Hydraulique agricole et génie rural; présentation par M. Hirsch, 299, 346.
Dwelshauvers-Déry (V.). Étude de la température dans les cylindres de machines à vapeur (pl.), 672. Rapport de M. Hirsch, 669.

E

Ecklé. Fermentation et distillation des grains (P), 816.
Ehrenwerth (Joseph). Mémoire pour le concours des arts chimiques (P), 817.
Éloire (Auguste). Guide agricole (P), 111. Prix d'agriculture ; rapport de M. Lavalard, 484.
Énout (Alexandre). Ouvrier (méd. br.), 526.
Établissements de blanchiment de Thaon. Prix de l'industrie cotonnière ; rapport de M. Ed. Simon, 471.
Étiennne (Pierre). Contre-maître (méd. br.), 526.
Euverte. Mémoire pour le concours des arts chimiques (P), 817.

F

Fabricants français de soude et M. Bister. Documents relatifs aux établissements Solvay (P), 815.
Fagan (Émile). Contre-maître (méd. br.), 526.
Fahlberg. Saccharine, 342.
Farcot (Joseph). Rapport sur le manomètre métallique de M. Mignot (b), 625.
— Rapport sur la chaudière Le Moal (extr.), 823.
Farinez. Charrue arracheuse de pommes de terre (P), 412.
Fayot. Note sur le frein de Prony (P), 816.
Féra (Calixte-Jean-Baptiste). Ouvrier (méd. br.), 526.
Féron. Enveloppes à tenons (P), 821.
Ferté. Prix d'agriculture ; rapport de M. Lavalard, 484.
Fives-Lille (Compagnie de). Montage des charpentes métalliques du palais des machines. Rapport de M. Schlemmer (b), 273.
Fontaine (Jean-Baptiste). Ouvrier (méd. br.), 527.
Fontenay (Jules). Chef magasinier (méd. br.), 527.
Fouqué. Bleu égyptien (méd. com.), 517.
Fourcade. Remise à la Société du reliquat de la classe 57, à l'Exposition universelle, par M. Camus, 351.
— Rapport sur le prix Fourcade, 466.
— Son décès, 414.
— Legs, 534.
Fouret. Rapport sur les comptes de l'exercice 1888, 9.
— Rapport sur les comptes de 1889 (extr.), 831.
Fourreau. Poêle à vapeur (P), 110, 533.
Fox. Tôles ondulées, leur emploi et leur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fabrication, par M. G. Richard (b), 151.
Fremuller (Jean). Chef d'atelier (méd. br.), 527.
Frey (Pierre-André). Grande médaille des arts mécaniques : rapport de M. Lecœuvre, 462.
Fritsch et Guillemin. Distillation agricole (P), 533.
Fumat. Lampe de sûreté. Rapport de M. Prunier (b), 371. Méd. or, 505.
— Expériences sur les lampes de sûreté (P), 817.

G

Garola (V.). Étude sur le sol d'Eure-et-Loir (P), 111.
— Prix d'agriculture ; rapport de M. Risler, 492.
Gauthier-Villars. Don d'ouvrages divers, 413.
— Répertoire chromatique de Ch. Lacouture (P), 822.
Gautier (Armand). Discours prononcé à l'érection de la statue de J.-B. Dumas à Alais, 36.
Gavarry (Jean-Louis). Prix Fourcade, 466.
Gayon. Pressoir continu. Rapport de M. Liébaut (b), 189.
Germain (Victor). Extincteur automatique (P), 661.
Gilbert (J.-H.). (Voy. Lawes.)
Gillet. (Voy. Brault.)
Girard (Aimé). Reliquat de la classe 50 à l'Exposition universelle, 264.
— Notice sur les travaux d'Eugène Peligot, 431.
Giuseppi. Chemin de fer économique (P), 665.
Godillot (Georges-Alexis). Foyer à combustion méthodique (méd. or), 505.
Gorziglia. Pendule-moteur marin (P), 110.
Goulier (colonel). Rapport sur les instruments de dessins de M. Pillet (b), 677.
Gourny-Wisoky (Venceslas). Calorifère hygiénique (P), 263.
Grall et Jammes. Appareil de sauvetage (P), 815.
Gramme. Grande médaille des arts économiques ; rapport de M. Mascart, 464.
Grandin. Système de moulin à vent (P), 821.
Grandval et Valser. Falsification de l'oléine commerciale, par l'acide linoléique, 404.
Grangé. Condenseur à eau régénérée Rapport de M. Hirsch (pl.), 353. Méd. arg., 512.
Granger. Tube niveau-flotteur (P), 612.
Greenwood. Traitement de l'acier à la presse hydraulique (b, pl.), 76.
Grenier (Alphonse). Mouvement universel (P), 269.
Grossetête (William). Notice et plaquette à l'effigie de Hirn (P), 815.
Guéret (frères). Appareil pour le tirage de la bière. Rapport de M. Bardy (pl), 545. Méd. arg., 512.
Guettier. Ouvrages divers (P), 815.
Guillemin. (Voy. Fritsch.)
Guittet. Mémoire pour le concours d'agriculture (P), 818.
Guyard (Charles). Moteur hydraulique (P), 612, 661.

H

Hadfield. Acier-manganèse. Rapport de M. Le Chatelier, 22. Méd. or, 506.
Hagenmüller (Philippe). Manivelle double à croisillon (P), 814.
Hall. Machine à percer les trous carrés (voy. G. Richard), 787.
Hallopeau. Principes de la fabrication du fer et de l'acier (P), 263.
— Prix des arts chimiques ; rapport de M. Ad. Carnot, 476.
— Pli cacheté, 827.
Hardy. Rapport sur les ouvrages de M. Ch. Baltet, 554.
Harris (William). Dictionnaire technologique de chimie (P), 539.
Haton de la Goupillière (président). Dis-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cours prononcé à l'érection de la statue de J.-B. Dumas à Alais, 61.
Haton de la Goupillière (président). Don de divers ouvrages, 348.
— Discours prononcé à la séance générale du 13 juin 1890, 426.
— Allocution prononcée à la séance du 24 octobre 1890, 813.
Henniên (Alexandre-Antoine). Ouvrier (méd. br.), 527.
Henry. Ciment de laitier. Rapport de M. Le Chatelier, 26.
— Prix des arts chimiques; rapport de M. Le Chatelier, 474.
Henry (colonel R.). Pli cacheté : mémoire sur l'aviation, 612.
Hérardin (Léon). Raccord pour câbles électriques (P), 661.
Hillairet. Transmission électrique de Domène (P), 539.
Hirn. (Voy. Grossetête.)
Hirsch (J.). Rapport sur le système de distribution pour machines à vapeur de M. Charbonnaud (b), 113.
— Hydraulique agricole et génie rural de M. Alfred Durand-Claye, 299.
— Expériences sur les coups de feu des chaudières à vapeur (b), 302.
— Rapport sur le condenseur à eau régénérée de M. Grangé (pl.), 353.
— Moteur à gaz de MM. Rouart frères, 662, 781.
— Rapport sur l'étude de la température des cylindres de machines à vapeur, par M. Dwelshauvers-Déry, 669.
— Rapport sur les expériences faites sur un moteur à gaz système Lenoir, construit par MM. Rouart frères (b, pl.), 781.
— Rapport sur l'obturateur de vapeur de M. J. Raffard (extr.), 823.
Hitier. Utilisation des tourbes en agriculture (P), 828.
Homanel. Culture des légumes (P), 269.
Horstein. Mouvement de force (P), 538.
Howe (Henri). Métallurgie de l'acier (P), 825.
Hugoniot. (Voy. Sebert.)
Hulot (Jean). Ouvrier (méd. br.), 527.
Hunt (A.). Perfectionnements apportés au procédé Martin dans la fabrication de l'acier doux, 408.
— Production directe des loupes de fer à Pittsbourg, 777.
Hupé. Table chromatique des couleurs 717. Rapport de M. Rossigneux, 556. Méd. arg., 512.

I

Imbert (Antoine). (Voy. Josse.)
Imbs (Joseph). Peigneuse, banc d'affinage et laminage sous chapeau pour le coton; rapport de M. Ed. Simon (pl.), 287.
— Prix de l'industrie cotonnière; rapport de M. Ed. Simon, 471.
Ivanov. Fabrication des alliages d'aluminium, d'après Cowles, 169.

J

Jammes. (Voy. Grall.)
Janet (L.). Fermeture des lampes de sûreté (b), 636. Méd. com., 517.
Jean (Ferdinand). Mémoire pour le concours des arts chimiques (P), 817.
— Mémoire pour le concours d'agriculture (P), 818.
Josse. Pli cacheté : procédé de fabrication des aciers et fers fondus de M. Antoine Imbert (P), 350.
Jouanny. Recueille-poussières (méd. arg.), 512.
— Perfectionnement du recueille-poussières (P), 816.
Jovis. Aérostation, 820.
Jus. Note sur les sondages de Batna (P), 821.
Justinus-Mullerus. Succédané de l'acide sulfurique dans la teinture de la soie (P), 661.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

K

KNAB. Mémoire pour le concours des arts chimiques (P), 817.
KOHL. Avertisseur du manque d'eau dans les chaudières (P), 815.
KORNMULLER. (Voy. DUCRETET.)

L

LACHAUME (Jean). Nouveau torréfacteur (P), 412.
— Perfectionnement des vélocipèdes (P), 661.
— Pipe perfectionnée (P), 815.
LACOUTURE (Ch.). (Voy. GAUTHIER-VILLARS.)
LAFAUGE (Alexis). Ouvrier (méd. br.), 527.
LAGOUTTE (R.). (Voy. DE VELNA.)
LAJEUNESSE (Adolphe). Appareil protecteur contre l'asphyxie (P), 821.
LAMY (Pierre-Edme). Ouvrier (méd. br.), 528.
LANTRAC. Montage des charpentes métalliques du palais des machines. Rapport de M. SCHLEMMER (b), 273.
— Prix d'architecture et du génie civil; rapport de M. SCHLEMMER, 470.
LARBALÉTRIER (Albert). Prix d'agriculture; rapport de M. RISLER, 488.
LAURENT (Léon). Colorimètres de AUDRIEN DE L'ÉTANG (P), 661.
LAVALARD. Rapport sur un prix d'agriculture, 484.
LAVOLLÉE (Charles). Rapport sur le prix d'ABOVILLE, 467.
LAWES (J.-B.). Expériences sur la fixation de l'azote, 751, 799.
LE CHATELIER. Rapport sur l'acier-manganèse de M. HADFIELD, 22.
— Rapport sur le ciment de laitier de M. HENRY, 26.
— Communication sur la résistance électrique du fer et de ses alliages (P), 270.
— Rapports sur les prix des arts chimiques, 474, 479.
— Rapport sur les essais des ciments à l'eau chaude, par M. DEVAL, 560.
LE CHATELIER. Rapport sur le mémoire de M. CANDLOT sur les propriétés des ciments, 682.
— Mesure des hautes températures, 667.
LECŒUVRE. Rapport sur les enveloppes calorifuges en liège de la SOCIÉTÉ DES LIÈGES APPLIQUÉS A L'INDUSTRIE et de M. J. BOURDON, 285.
— Rapport sur les dispositions et appareils destinés à éviter les accidents de machines, ouvrage présenté par l'ASSOCIATION DE MULHOUSE, 361.
— Rapport sur la grande médaille des arts mécaniques, 462.
LEHMAN (Ernest). Paris port de mer (P), 412.
LE MOAL (F.). Chaudière à vapeur (P), 612. Rapport de M. J. FARCOT (extr.), 823.
LEMONNIER. Locomobiles militaires à lumière (b, pl.), 200.
LENCAUCHEZ et DURAND. Production de la vapeur (P), 419.
LEQUIER. Marmite-cafetière (P), 828.
LÉRIS (l'abbé). Tableau mécanique. Rapport de M. DE COMBEROUSSE, 65. Méd. arg., 513.
LEROUX (Joseph). Contre-maître (méd. br.), 528.
LEROY (Isidore) et ses fils. Carte des chemins de fer de l'Europe, 352. Rapport de M. CHEYSSON, 617. Méd. or, 506.
LE SÉNÉCHAL (Jules). Avertisseur (P), 538.
LEW (Ig.). Chauffage des chaudières à vapeur au moyen de l'huile minérale, 344.
LIÉBAUT. Rapport sur le pressoir continu de M. GAYON (b), 189.
LIÈGES APPLIQUÉS A L'INDUSTRIE (Société des). Enveloppes calorifuges en liège. Rapport de M. LECŒUVRE, 285. Méd. arg., 511, 515.
LINDET. Le raffinose, 334, 350.
LION. Balance photométrique, 667.
LORILLEUX (Ch.). Traité de lithographie; rapport de M. PLON, 281.
— Ensemble des travaux (méd. or), 507.
LOUBET. L'inventeur, le profilomètre (P), 533.
LOUVET (Alexis). Reliquat de la classe 21 à l'Exposition universelle, 419.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LUDZKI. L'asbeste et ses applications, 769.
LUYNES (de). Acide phénique de M. REINES, 666.

M

MAB (Léon). L'Exposition universelle (P), 613.
MAC COY. Outil pneumatique (b.), 166.
MAGNA. Treuil différentiel (méd. arg.), 513.
MAGNÉ. Pont pour les armées en campagne (P), 821.
MAHON (frères). Machine à chiner les rubans de laine. Rapport de M. Ed. SIMON (P), 131. Méd. pl., 510.
MAIGNEN. Filtre pour eaux potables. Rapport de M. PRUNIER (b), 549. Méd. arg., 513.
MALLARD. Emploi des explosifs dans les mines à grisou, 374. Méd. com., 517.
MANNESSMANN. Communication de M. G. RICHARD sur les tôles sans soudures, 832.
MANUEL PÉRIER. Perfectionnements à la pyrogravure, 824.
MARCHAND (Henri). Ouvrage agricole (P), 350.
MAROT (Hortense-Françoise, née DUBRU). Ouvrière (méd. or), 528.
MARTENOT (Raphaël). Moteur pour petits ateliers, transport des forces naturelles à grandes distances (P), 110.
— Mémoire pour le concours des arts mécaniques (P), 817.
MARTIN (Louis de). La lutte contre le phylloxera (P), 263.
MARTIN (J.-B.). Prix d'agriculture; rapport de M. RISLER, 488.
MARTIN (Louis). Ouvrier (méd. br.), 528.
MARTINON (Barthélemy). Prix des arts chimiques. Rapport de M. ROUSSIN, 473.
MARTY (A.-B.). Importations et exportations de la Chine et du Tonkin (P), 269.
MASCART. Rapport sur la grande médaille des Arts économiques, 464.
— Rapport sur le prix des Arts économiques, 483.
MATHÉE-SCHEIBLER. Fabrication du sucre en plaquettes, 339.
MAUBORGNE. Correspondance des trains en marche avec les gares (P), 828.
MAUROY (A. de). Emploi de la tourbe en agriculture (P), 111.
— Prix d'agriculture; rapport de M. MUNTZ 490.
MÉGROT (A.). Éléments de prix de constructions; rapport de M. ROSSIGNEUX, 191, 265.
MELIN. Transport lithographique (P), 661.
MEMBRES CORRESPONDANTS. Nominations, 541, 663.
MENAULT (Ernest). Ouvrages d'agriculture (P), 830.
MÉRELLE (Fulgence). Machine étireuse-broyeuse-échardonneuse. Rapport de M. Ed. SIMON (b), 68. Méd. arg., 513.
MERMET (Antoine). Dynamomètre à rotation (P), 419.
MESTRE. Boîtes à ordures (P), 661.
MESURÉ et NOIREL. Lunettes pyrométriques (P), 815.
MÉTAYER. Pompe-hélice (P), 830.
MÉTENIER. Four à chaleur concentrée. Rapport de M. APPERT (pl.), 136. Méd. br., 516.
MICHEL (Georges) et Alfred RENOUARD. Prix du commerce; rapport de M. CHEYSSON, 496.
MIGNOT. Manomètre métallique; rapport de M. FARCOT (b), 625.
MILLOT (Charles). Manuel tunisien de l'agriculture (P), 111.
MINET (Adolphe). Extraction des métaux par l'électricité, 425.
MIRAGLIA. Carte hydrographique de l'Italie, 660.
MOAL (LE). Chaudières à haute pression (P), 612. Rapport de M. J. FARCOT (extr.), 823.
MONET. Ouvrages sur la typographie (méd. arg.), 514.
MONROCQ frères. Documents sur leur industrie (P), 816.
MONTRICHARD (de). Pompes à piston captant. Rapport de M. A. TRESCA (extr.), 827.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Moraux. Études de navigation sur le Rhône (P), 412.
Moreau (Auguste). Exposition française à Moscou (pl.), 790.
Morel (Louis). Ouvrier (méd. br.), 528.
Moret (Émile). Méthode de comptabilité (P), 817.
Morin (J.). Prix Melsens; rapport de M. le général Sebert, 469.
Mouchère (L.). Machines à dévider, peser et faire les pelotes. Rapport de M. Simon (pl.), 72. Méd. arg., 514.
Mouline (Eugène). Biscuits (P), 419.
— Pains confits (P), 539.
Moutier (Adolphe-Augustin). Ouvrier (méd. br.), 528.
Muntz (A.). Rapport sur un prix d'agriculture, 490.

N

Nielly. Note sur un brise-lames (P), 815.
Noël (Arthur). La conservation des terrains en montagne (P), 111.
Nogaret. Fixation de l'azote de l'air (P).
Nogué (E.). Collaborateur de M. Ph. Pellin (méd. arg.), 514.
Noirel. (Voy. Mesuré.)
Normand (Benjamin). Grand prix de la Société; rapport de M. de Comberousse, 450.
Nouguier (Émile). Montage de la tour Eiffel, 827.

O

Œuvre de la Providence des Infirmes Sainte-Élisabeth de Lyon. Prix d'Aboville. Rapport de M. Ch. Lavollée, 467.
Oger (Aimé-Florencq). Moulin à vent (P), 412.
Olivier (Théodore). Don d'ouvrages. (Voy. Sebert.)

P

Pain. Maison démontable (P), 538.
Papin (Joseph). Scie pour la pierre (P), 815.
Paquelin (docteur). Instruments à feu, 615.
Parenty. Étude du mouvement des fluides; rapport de M. Brüll (b), 116, 185.
— Jaugeage des fluides (méd. or), 507.
Passeburg (E.). Appareil à sécher les déchets dans le vide (b), 776.
Passereau (Antoine-Achille). Ouvrier (méd. br.), 529.
Pasteur. Discours prononcé à l'érection de la statue de J.-B. Dumas, à Alais, 34.
Péchon (Vincent-Louis). Ouvrier (méd. br.), 529.
Peignaud (François). Ouvrier (méd. br.), 529.
Peligot (Eugène). Son décès, 418. Notice sur ses travaux scientifiques, par M. Aimé Girard, 431. Hommage de son portrait par la famille, 826.
Pellin (Ph.). Instruments de physique (méd. or), 508.
— Colorimètres, 543.
Pelosse (Valentin). Prix d'agriculture; rapport de M. Risler, 488.
Pépin. Appareil contrôleur des monnaies (P), 350.
Père (J.). Mémoire pour le concours des arts mécaniques (P), 817.
Périssé. Société contre les accidents du travail (P), 269.
Perret (Michel). Reliquat de la classe 51 à l'exposition universelle, 263.
Perrin. Manomètre avertisseur de Trudon (P), 816.
Personne. Revivification des limes, 615.
Petit (Hyacinthe). Lit pliant (P), 661.
Philippart. Présentation de M. Tessiot pour un prix, 350.
Phillips (Ed.). Notice biographique par Ed. Collignon, 29.
Piéjus (Lucien-Philippe). Ouvrier (méd. br. 529.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PIERRON (C.). Rapport sur les travaux techniques exécutés sous sa direction pour l'Association pour prévenir les accidents de fabrique, 215.
PIERRON (Jean). Contre-maître (méd. br.), 529.
PILLET (J.). Instruments de dessin, 535. Rapport de M. GOULIER (b), 677.
PILLEUX (Ludovic). Mémoire pour le concours des arts chimiques (P), 817.
PLACET (Em.). Extraction électrique des métaux (P), 666.
— Mémoire pour le concours des arts chimiques (P), 817.
PLON (Eugène). Rapport sur le Traité de lithographie de M. LORILLEUX, 281.
PÖHLMANN. Relais microphonique, 344.
POTAIN. Poêle à gaz (méd. arg.), 514.
POTEAUX (Francois). Concours pour le prix Fauler (P), 350.
POUCHARD. Horloges électriques, 630. Rapport de M. REDIER (pl.), 628.
POULLEAU (Jacques). Ouvrier (méd. br.), 529.
PREUD'HOMME (Aline). Ouvrière (méd. br.), 530.
PRUNIER (L.). Rapport sur la lampe de sûreté de M. FUMAT (b), 371.
— Rapport sur le lit à éléments interchangeables de M. CHAPPE D'AUTEROCHE, 373.
— Rapport sur le filtre de M. MAIGNEN (b), 549.
PUTROUILLEAU (Armand). Ouvrier (méd. br.), 530.
PUY-MONTBRUN (DU). Monographie agricole du département des Basses-Alpes (P), 110.

Q

QUÉNARD (Louis). Ouvrier (méd. br.), 530.
QUILLAC (de). Machine Wheelock (P), 419.

R

RADIGUET. Débrayeurs électriques (méd. arg.), 515.
RAFFARD. Obturateur à mouvement louvoyant (P), 814. Rapport de M. HIRSCH (extr.), 823.
— Équerre axiale présentée par M. CARPENTIER, 829.
RAGOT (Jean-Baptiste). Ouvrier (méd. br.), 530.
RAVEAU. Machine à fabriquer les chandelles et bougies (P), 184.
RAYNAUD (H.). (Voy. SUILLIOT.)
REBUFFÉ (Désiré-Amable). Ouvrier (méd. br.), 530.
REDIER. Rapport sur la machine et les fraises à arrondir les dents de roues de montres de M. CARPANO (b), 67.
— Rapport sur les horloges électriques de M. POUCHARD, 628.
REH (Franz). Traité du tissage. (Voy. ROUSSET et Cie).
REINES. Acide phénique pur, 666.
RÉMY (Prosper). Ouvrier (méd. br.), 530.
RENAUD (H.). Programme pour l'apprentissage de la lithographie (P), 345.
RENOUARD (Alfred). (Voy. MICHEL.)
REVERCHON. Améliorations apportées à la culture des abeilles. Rapport de M. CHATIN, 297. Méd. or, 508.
— Enseignement du dessin et de la musique (P), 830.
REY (Casimir). Ouverture d'un pli cacheté, 665.
— Système de mise en feu à distance (P), 817.
REY (Hector). Mémoire pour le concours d'agriculture (P), 818.
RICHARD (Gustave). Traitement de l'acier à la presse hydraulique par M. GREENWOOD (b, pl.), 76.
— Tôles de FOX, leur emploi et leur fabrication (b), 151. Méd. com., 517.
— Machines à percer les trous carrés (b), 787.
— Tubes sans soudures faits par le procédé MANNESSMANN, 832.
RICHARD (frères). Prix des arts économiques, rapport de M. MASCART, 483.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

RICHARD. Briques imitant le granit (P), 350.
RISLER. Rapport sur des prix d'agriculture, 488, 492.
ROBERT (frères). Cours et méthode d'enseignement du dessin. Rapport de M. ARMAND-DUMARESQ (pl.), 193. Méd. or, 509.
ROMMERSHAUSEN. Microphone, 343.
ROSCOE (H.). Métallurgie de l'aluminium, 653.
ROSE-LUNGE. Recherche de l'alcool amylique dans les eaux-de-vie, 659.
ROSSIGNEUX (Ch.). Rapport sur les éléments de prix de constructions de M. MÉGROT, 191.
— Rapport sur la table chromatique de M. HUPÉ, 556.
ROSSIGNOL. Projet d'expériences de médecine vétérinaire (P), 830.
ROTHSCHILD. Ouvrage de M. DE PARVILLE (P), 533.
ROUART (frères). Conservation des viandes, 187.
— Machine à gaz système Lenoir. Rapport de M. HIRSCH sur les expériences exécutées (b, pl.), 781.
ROUILLON (Louis). Ouvrier (méd. br.), 530.
ROULLEAU. Lampe à souder à l'essence (P), 419.
ROUSSEAU. Notice forestière (P), 539.
ROUSSELLE. Rapport sur un prix des arts économiques, 480.
— Rapport sur les procédés d'éclairage intensif au pétrole de M. BESNARD, 620.
ROUSSET et Cie. Traité du tissage de Franz REH (P), 825.
ROUSSIN (Z.). Rapport sur un prix des arts chimiques, 473.
ROUX (Dr), Analyse du lait (P), 539.
RUBATTO. Machine à enfiler les perles (P), 184.

S

SAINT-ANGE VIVIER. Porte roulante. (Voy. APPERT.)
SALBREUX. Mémoire pour le concours des arts mécaniques (P), 817.
SALMON (Louis-Alexandre). Ouvrier (méd. br.), 531.
SAUTIER. Porte-plume-encrier (P), 612.
SAVE. Désinfectant (P), 826.
SCHABAVER (Ignace). Déchargement automatique des essoreuses (P), 814.
SCHILTZ (Antoine). Ouvrier (méd. br), 531.
SCHLEMMER. Rapport sur le système de montage des charpentes métalliques du palais des machines par la Compagnie de FIVES-LILLE (b), 273.
— Prix d'architecture et du génie civil, 470.
SCHLUMBERGER. Pli cacheté, 533.
— Pli cacheté : procédés relatifs à la fabrication des billets de banque, 612.
— Fabrication des billets de banque, 832.
SCHMIDT (Édouard). Arme de tir (P), 263.
SCHNEIDER (Hippolyte). Impulsion des bateaux à vapeur (P), 821.
SCHUBART. (Voy. DUCRETET.)
SEBERT (général). Appareil pour l'étude des obturateurs photographiques, 422.
— Rapport sur le prix Henri GIFFARD, 455.
— Rapport sur le prix MELSENS, 469.
— Don d'ouvrages, 539.
SECRETAN (Jules). Moteur à vapeur (P), 612.
— Chaudière multiple. Moteur à colonne d'eau. Piston à action directe. Turbine. Tricycle (P), 830.
SEGUIN. Carnet agricole (P), 110.
SERRES (Paul). Le dernier refuge de l'agriculture dans les Corbières (P), 111.
— Étude viticole (P), 612.
— Ouvrage sur la vigne (P), 830.
— Note sur les vignes américaines (P), 816.
SERRIN. Vide-tourie (méd. br), 517.
SERTIN (Hippolyte-François). Contre-maître (méd. br.), 531.
SIMON (André). Traduction du Traité du tissage de Franz REH (P), 825.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Simon (Ed.). Rapport sur l'interrupteur automatique appliqué aux transmissions électromotrices de MM. Chaize frères (pl.), 19.
— Rapport sur la machine étireuse-broyeuse-échardonneuse de M. Mérelle (b), 68.
— Rapport sur les machines à dévider, peser et faire les pelotes de M. Mouchère (pl.), 72.
— Rapport sur la machine à chiner les rubans de laine de MM. Mahon frères (pl.), 131.
— Rapport sur les appareils à filer la soie de M. Camel (pl.), 199.
— Rapport sur la peigneuse, le banc d'affinage et le laminage sous chapeau de M. J. Imbs (b, pl.), 287.
— Rapport sur le métier continu à filer le coton de M. A. Vimont (pl.), 355.
— Rapport sur le prix de l'industrie cotonnière, 471.
— Présentation d'ouvrages de M. des Tournelles, 534.
— L'industrie lainière de 1789 à 1889, 729.
Simonds. Machine travaillant le métal par roulement (b), 104.
Simpson. Poêle universel (P), 817.
Société académique indo-chinoise de France. Vœux émis (P), 350.
— de géographie commerciale. Grande médaille du commerce; rapport de M. E. Cheysson, 458.
— des lièges appliqués à l'industrie. Enveloppes calorifuges. Rapport de M. Lecœuvre, 285. Méd. arg., 515.
— électrométallurgique française. Fabrication de l'aluminium (P), 665.
— marseillaise des ateliers d'aveugles. Prix d'Aboville, rapport de M. Ch. Lavollée, 467.
Sœurs aveugles de Saint-Paul. Prix d'Aboville; rapport de M. Ch. Lavollée, 467.
Solvay. (Voy. Fabricants français de soude.)
Soret. Photographie des papiers fiduciaires, 833.
Stépé (Michel). Ouvrier (méd. br.), 531.
Suilliot et H. Raynaud. Exploitation des cendres de varech (P), 111.
Sulfourt (Baptiste-Jules). Ouvrier (méd. br.), 531.
Sysoir (Célina, née Delathe). Contre-maîtresse (méd. br.), 531.

T

Teisset. (Voy Brault.)
Teissier. Vélomoteur (P), 815.
Terrillon (Paul-Léonce). Enseignement agricole (P), 534.
Tessiot. (Voy. Philippart.)
Theureau. Cliquet à mouvement continu (P), 814.
Tignat (Jean). Machine à écrire pour les aveugles (P), 815.
Tissot (Léon). Ouvrages de comptabilité (P), 661.
Tommasi (Donato). Traité d'électrochimie (P), 111.
— Traités d'électricité (P), 661, 666.
Toubin (François-Honoré). Métayer (méd. br.), 532.
Tourneau (François). Ouvrier (méd. br.), 532.
Tournelles (F. des). Brochures (P), 534.
Touzé (Eugène-Amédée). Ouvrier (méd. br.), 532.
Tranié. (Irrigations (P), 828.
Trenta (frères). Contrôleur de rondes (méd. arg.), 515.
Tresca (Alfred). Rapport sur le robinet à repoussoir de M. Chastel (extr.), 824.
— Rapport sur les pompes de M. de Montricharb (extr.), 827.
Troussel (Eugène). Comptable (méd. br.), 532.
Trudon. (Voy. Perrin).
Tubœuf. Protection des récoltes (P), 665.
Tyler-Ellis. Machine à percer les trous carrés (voy. G. Richard), 789.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

V

VACHER (Marcel). Étude agronomique du canton de Montmarault (P), 111.
—Prix d'agriculture; rapport de M. RISLER, 492.
VALLIN (Henry). Durcissement des plâtres (P), 184.
VALSER. (Voy. GRANDVAL.)
VASSILLIÈRE. Les terrains agricoles de la Gironde (P), 110.
— Prix d'agriculture; rapport de M. RISLER, 492.
VASSON (de). Pulvérisation du liège, 272.
VELNA (Gaston de) et R. LAGOUTTE. Nouveaux emplois du pétrole (P), 816.
VIALA. Travaux de viticulture (méd. or), 509.
VIMONT (Augustin). Métier continu à filer le coton (P), 110. Rapport de M. Ed. SIMON (pl.), 355.
VIMONT (Aug.). Prix de l'industrie cotonnière; rapport de M. Ed. SIMON, 471.
VIVIER SAINT-ANGE. Disposition de porte (P), 538.
VOIREL (Antoine). Chef d'atelier (méd. br.), 532.

W

WAGNER. Sonnerie électrique, 812.
WERY. Perfectionnement de ses appareils fumivores (P), 828.
WEYHER. Expériences sur les tourbillons (méd. com.), 517.
WIBORG. Pyromètre (b), 173.
WILD. Photomètre polarisateur, par M. CHWOLSON (b), 598.
WITZ (Aimé). Sur les moteurs à gaz à grande puissance (P), 819.
WOLBOCK (de). Notes sur les établissements ostréicoles (P), 816.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE ALPHABÉTIQUE

ET

ANALYTIQUE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LA QUATRE-VINGT-NEUVIÈME ANNÉE DU BULLETIN

(*Quatrième série. — Tome V*)

(La lettre (**P**) à la suite d'un article indique qu'il ne s'agit que d'une présentation).

A

Abeilles. Améliorations apportées à la culture des —, par M. Reverchon; rapport de M. Chatin, 297.

Accidents de fabrique. Rapport de M. Pierron sur les travaux techniques exécutés sous sa direction, 215.

— En Allemagne, 813.

— de machines. Dispositions et appareils de l'Association de Mulhouse; rapport de M. Lecœuvre.

Acide phénique pur, par M. Reines, 666.

Acier. Traitement de l'acier à la presse hydraulique, par M. Greenwood; com. de M. G. Richard (b, pl.), 76.

— Perfectionnements apportés au procédé Martin pour la production de l'— doux, par M. Hunt, 408.

Acier-manganèse, par M. Hadfield; rapport de M. Le Chatelier, 22.

Aérostation, par M. Jovis, 820.

Agriculture. Ouvrages de M. Ch. Baltet; rapport de M. Hardy, 554.

Alcool amylique. Sa recherche dans les eaux-de-vie, 659.

Aluminium. Fabrication de ses alliages d'après M. Cowles, par M. Ivanov, 169.

— Sa métallurgie, par M. Roscoe, 653.

Appareils à filer la soie de M. Camel; rapport de M. Ed. Simon (pl.), 196.

— Bessemer, nouvelles formes (b), 260.

— électriques divers présentés par M. Ducretet, 417, 537.

— pour l'extraction des métaux par l'électricité, par M. A. Minet, 423.

— pour l'étude des obturateurs photographiques et appareils chronophotographiques, par M. le général Sebert, 422.

— à sécher les déchets dans le vide, par E. Passeburg (b), 775.

— pour prévenir les accidents de machines. (Voy. Dispositions.)

Asbeste et ses applications, par M. Ludzki, 769.

Azote. Expériences sur la fixation de l'—, par MM. Lawes et Gilbert, 752, 799.

B

Banc d'affinage. (Voy. Peigneuse.)

Benzine. Moteur fonctionnant à la —, 727.

Bibliographie. Liste des publications périodiques, 181.

Bières. Appareil destiné au tirage des —, par MM. Guéret frères; rapport de M. Bardy (pl.), 545.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Billets de banque, leur fabrication, par M. SCHLUMBERGER, 832.
Biographie. Notice sur M. ED. PHILLIPS, par M. ED. COLLIGNON, 29.
— Erection d'une statue à J.-B. DUMAS à Alais. Discours de M. ARMAND GAUTIER, 36.
— Notice sur les travaux d'EUGÈNE PELIGOT, par M. AIMÉ GIRARD, 431.

C

Calendrier perpétuel, par M. COLLIGNON (pl.), 140.
Calorifuges. Enveloppes en liège de la SOCIÉTÉ DES LIÈGES APPLIQUÉS A L'INDUSTRIE et de M. J. BOURDON; rapport de M. LECŒUVRE, 285.
Carte murale des chemins de fer de l'Europe par MM. ISIDORE LEROY ET FILS, 352; rapport de M. CHEYSSON, 617.
Charpentes métalliques du palais des machimes, système de montage de la Cie de FIVES-LILLE; rapport de M. SCHLEMMER (b), 273.
Chaudières à vapeur. Expériences de coups de feu, par M. HIRSCH (b), 302.
— Chauffage au moyen des huiles minérales, par IG. LEW, 344.
— de M. LE MOAL; rapport de M. A. TRESCA (extr.), 823.
Chaux hydrauliques. Essais à l'eau chaude, par M. DEVAL; rapport de M. LE CHATELIER, 560.
Ciments de laitier, par M. HENRY; rapport de M. LE CHATELIER, 26.
— et produits hydrauliques, mémoire de M. CANDLOT, 685; rapport de M. LE CHATELIER, 682.
Comptes de 1888. Rapport de M. FOURET, 9.
— Rapport de M. BORDET, censeur, 18.
— de 1889. Rapport de M. FOURET (extr.), 831.
— Rapport de M. BORDET, censeur (extr.), 831.
Collage du papier, 583.
Colle. Perfectionnements dans sa préparation, 605.
Colorimètres, par M. PELLIN, 543.
Condenseur à eau régénérée de M. GRANGÉ; rapport de M. HIRSCH (pl.), 353.
Congélation de l'eau dans les vases hermétiquement bouchés, 344.
Conseil d'administration. Liste des membres titulaires et honoraires pour 1890, 3.
Conservation des viandes, par MM. ROUART frères, 186.
Correspondants de la Société; nominations, 541, 663.
Couleurs. Table chromatique de M. HUPÉ, 717; rapport de M. ROSSIGNEUX, 556.
Coups de feu des chaudières à vapeur; expériences de M. HIRSCH (b), 302.

D

Dessin. Cours et méthode d'enseignement de MM. ROBERT frères; rapport de M. ARMAND-DUMARESQ (pl.), 193.
— Instruments de —, par M. PILLET; rapport de M. GOULIER (b), 677.
Dévideuse de M. MOUCHÈRE; rapport de M. Ed. SIMON (pl.), 72.
Discours de M. PASTEUR, prononcé à l'érection de la statue de J.-B. DUMAS à Alais, 34.
— de M. ARMAND GAUTIER, 36.
— de M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE, 61.
— de M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE, prononcé à la séance générale du 13 juin 1890, 426; — à la séance du 24 octobre 1890, 813.
Distribution pour machines à vapeur, par M. CHARBONNAUD; rapport de M. HIRSCH (b), 113.
Dispositions et appareils destinés à éviter les accidents de machines, ouvrage présenté par l'ASSOCIATION DE MULHOUSE; rapport de M. LECŒUVRE, 361.

E

Eaux-de-vie. Recherche de l'alcool amylique, 659.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Échardonneuse de M. F. Mérelle ; rapport de M. Ed. Simon (b), 68.
Éclairage intensif au moyen de l'huile de pétrole, par M. Besnard ; rapport de M. Rousselle, 620.
— sur l'usage des appareils d'— électrique, 723.
Élections générales pour 1891, 834.
Électricité. Interrupteur automatique appliqué aux transmissions électro-motrices, par MM. Chaize frères ; rapport de M. Ed. Simon (pl.), 19.
— Unités adoptées en mécanique et — dans les congrès de 1889, 62.
— Locomobiles militaires à lumière, par M. Lemonnier (b, pl.), 200.
— Appareils électriques présentés par M. E. Ducretet, 417, 537.
— Appareils électriques pour l'extraction des métaux, par M. A. Minet, 423.
— Horloges électriques de M. Pouchard, 620 ; rapport de M. Redier (pl.), 628.
— Sur l'usage des appareils d'éclairage électrique, 723.
— Sonnerie de Wagner, 812.
Embrayage. Système de M. Brancher présenté par M. Brüll, 265.
Équerre axiale de M. J. Raffard, par M. Carpentier, 829.
État financier de la Société. Rapport de M. Fouret sur les comptes de l'exercice 1888, 9.
— Rapport de M. Bordet sur l'examen des comptes de l'exercice 1888, 18.
Explosifs. Leur emploi dans les mines à grisou, par M. Mallard, 374.
Exposition française à Moscou, par M. A. Moreau (pl.), 790.

F

Fer. Production directe des loupes de fer à Pittsbourg, par A. Hunt, 777.
Filtre pour eaux potables, par M. Maignen ; rapport de M. Prunier (b), 549.
Fluides. Étude du mouvement des —, par M. Parenty ; rapport de M. Brüll (b), 116.
Four à chaleur concentrée, par M. Métenier ; rapport de M. Appert (pl.), 136.
Fraises et machines à arrondir les dents des roues de montres, par M. Carpano ; rapport de M. Redier (b), 67.

G

Génie rural. (Voy. **Hydraulique agricole.**)
Grisou. Emploi des explosifs dans les mines à —, par M. Mallard, 374.

H

Habitations ouvrières à l'Exposition de 1889, 91.
Horloges électriques de M. Pouchard, 630 ; rapport de M. Redier (pl.), 628.
Huiles minérales. Leur emploi dans le chauffage des chaudières à vapeur, par Ig. Lew, 344.
Hydraulique agricole et génie rural, par M. Alfred Durand-Claye, présenté par M. Hirsch, 299, 346.

I

Industrie lainière de 1789 à 1889, par M. Ed. Simon, 729.
Instruments à feu, par le docteur Paquelin, 615.
Interrupteur automatique appliqué aux transmissions électro-motrices, par MM. Chaize frères ; rapport de M. Ed. Simon (pl.), 19.

L

Laines. L'industrie lainière de 1789 à 1889, par M. Ed. Simon, 729.
Laminage sous chapeau. (Voy. Peigneuse.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Lampe de sûreté de M. FUMAT; rapport de M. PRUNIER (b), 371.
— leur fermeture, par M. JANET (b), 636.
Liège. Sa pulvérisation, par M. de VASSON, 272.
Limes. Revivification, par M. PERSONNE, 615.
Lit à éléments interchangeables de M. CHAPPE D'AUTEROCHE; rapport de M. PRUNIER, 373.
Lithographie. Traité de —, par M. LORILLEUX; rapport de M. PLON, 281.
Locomobiles militaires à lumières, par M. LEMONNIER, (b, pl.), 200.

M

Machine et fraises à arrondir les dents des roues de montres de M. CARPANO; rapport de M. REDIER (b), 67.
— étireuse-broyeuse-échardonneuse, de M. F. MÉRELLE; rapport de M. SIMON (b), 68.
— à dévider, peser et faire les pelotes, de M. MOUCHÈRE; rapport de M. SIMON (pl.), 72.
— SIMONDS, travaillant le métal par roulement (b), 104.
— à chiner les rubans de laine, par MM. MAHON frères; rapport de M. SIMON (pl.), 131.
— à calculer, par M. L. BOLLÉE, 270.
— à percer les trous carrés, par M. G. RICHARD (b.), 787.
Machines à vapeur. Température dans les cylindres par M. DWELSHAUVERS-DÉRY (pl.), 672; rapport de M. HIRSCH, 669.
Manomètre métallique de M. MIGNOT; rapport de M. FARCOT (b), 625.
Mécanique. Unités adoptées en — et en électricité dans les congrès de 1889, 62.
Médaille (grande) du commerce; rapport de M. E. CHEYSSON, 458.
— des arts mécaniques; rapport de M. LECŒUVRE, 462.
— des arts économiques; rapport de M. MASCART, 464.
— Liste des — décernées aux inventeurs, 499. Extraits des rapports, 501.
Médailles commémoratives, 517.
— Liste des — décernées aux contremaîtres et ouvriers, 518, 523.
Métier continu à filer le coton, de M. A. VIMONT; rapport de M. Ed. SIMON (pl.), 355.
Meunerie. Outillage de la — moderne, par M. TEISSET (b, pl.), 733.
Microphone de ROMMERSHAUSEN, 343.
Montage des charpentes métalliques du palais des machines, par la Cie de FIVES-LILLE; rapport de M. SCHLEMMER (b), 273.
Mosaïque de bois, par M. BOUGAREL, 536.
Moulins à cylindres, par MM. BRAULT, TEISSET et GILLET (b, pl.), 267.
Moteur fonctionnant à la benzine, 727.
— à gaz. Rapport de M. HIRSCH sur les expériences faites sur un moteur, système Lenoir, construit par MM. ROUART frères (b, pl.), 718.

O

Obturateur de vapeur à mouvement louvoyant de M. J. RAFFARD; rapport de M. HIRSCH (extr.), 823.
Oléine. Falsification de l'— commerciale par l'acide linoléique, par MM. GRANDVAL et VALSER, 404.
Outil pneumatique de MAC-COY (b), 166.

P

Papier. Collage du —, 583.
Papiers peints. Fabrique de MM. ISIDORE LEROY ET FILS; rapport de M. CHEYSSON, 617.
— fiduciaires. Leur photographie, par M. SORET, 833.
Peigneuse, banc d'affinage et laminage sous chapeau pour coton de M. J. IMBS; rapport de M. Ed. SIMON (b, pl.), 287.
Pétrole. Éclairage intensif par M. BESNARD; rapport de M. ROUSSELLE, 620.
Photographie. Appareils pour l'étude

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des obturateurs et appareils chronographiques, par M. le général SEBERT, 422.
Photographie. Procédés et applications par M. DAVANNE, 829.
— Des papiers fiduciaires, par M. SORET, 833.
Photomètre polarisateur de WILD, par M. CHWOLSON, 598.
Photométrie. Balance photométrique par M. LION, 667.
Pierres artificielles ; leur fabrication, 813.
Pile électrique par M. A. BARON, 186.
Pompes à piston captant de M. DE MONTRICHARD; rapport de M. A. TRESCA, (extr.), 827.
Portes roulantes, par M. APPERT; système SAINT-ANGE-VIVIER, système BRICARD frères, 824.
Pressoir continu de M. GAYON; rapport de M. LIÉBAUT (b), 189.
Prix de construction. Recueil d'éléments de —, par M. MÉGROT; rapport de M. ROSSIGNEUX, 191.
Prix. Programme des — proposés par la Société pour être décernés de 1890 à 1896, 220.
— (Grand) de la Société ; rapport de M. DE COMBEROUSSE, 450.
— HENRI GIFFARD ; rapport de M. le général SEBERT, 455.
— FOURCADE ; rapport de M. FOURCADE, 466.
— D'ABOVILLE ; rapport de M. Ch. LAVOLLÉE, 467.
— MELSENS; rapport de M. le général SEBERT, 469.
— d'architecture et du génie civil ; rapport de M. SCHLEMMER, 470.
— de l'industrie cotonnière; rapport de M. Ed. SIMON, 471.
— des arts chimiques. Rapport de M. Z. ROUSSIN, 473. Rapport de M. LE CHATELIER, 474. Rapport de M. CARNOT, 475. Rapport de M. CARNOT, 476. Rapport de M. LE CHATELIER, 479.
— des arts économiques. Rapport de M. ROUSSELLE, 480. Rapport de M. MASCART, 483.
Prix d'agriculture. Rapport de M. LAVALARD, 484. Rapport de M. RISLER, 488. Rapport de M. A. MÜNTZ, 490. Rapport de M. RISLER, 492.
— du commerce. Rapport de M. CHEYSSON, 496.
Procédé Martin. Perfectionnements apportés au — pour la production de l'acier doux, par M. HUNT, 408.
Procès-verbaux. Séance du 10 janvier 1890, 110. — Séance du 24 janvier 1890, 184. — Séance du 14 février 1890, 262. — Séance du 28 février 1890, 268. — Séance du 14 mars 1890, 345. — Séance du 28 mars 1890, 348. — Séance du 11 avril 1890, 412. — Séance du 25 avril 1890, 418. — Séance du 9 mai 1890, 533. — Séance du 23 mai 1890, 538. — Séance du 13 juin 1890, 606. — Séance du 27 juin 1890, 612. — Séance du 11 juillet 1890, 660. — Séance du 25 juillet 1890, 664. — Séance du 24 octobre 1890, 813. — Séance du 14 novembre 1890, 821. — Séance du 28 novembre 1890, 825. — Séance du 12 décembre 1890, 827. — Séance du 26 décembre 1890, 830.
Programme des prix proposés par la Société pour être décernés de 1890 à 1896, 220.
Projections stéréoscopiques, par M. DAVANNE, 819.
Propriété industrielle. Projets adoptés par la conférence de Madrid, 646.
Pyrogravure. Perfectionnements par M. MANUEL PÉRIER, 824.
Pyromètre de WIBORG (b), 173.

R

Raffinose, par M. LINDET, 334.
Relais microphonique de PÖHLMANN, 344.
Robinet à repoussoir de M. CHASTEL ; rapport de M. A. TRESCA (extr.), 824.
Roue hydraulique de marée, 407.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

S

Saccharine de FAHLBERG, 342.
Scrutin pour l'élection du Bureau, 829, 834.
Séance générale du 13 juin 1890, 425.
Séances du Conseil d'administration. (Voy. PROCÈS-VERBAUX.)
Soie. Appareils à filer la — de M. CAMEL; rapport de M. Ed. SIMON (pl.), 196.
Sonnerie électrique de WAGNER, 812.
Statistique des accidents de fabrique en Allemagne, 813.
Sucre. Fabrication du — en plaquettes par MM. MATHÉ-SCHEIBLER, 339.

T

Table chromatique de M. HUPÉ, 717; rapport de M. ROSSIGNEUX, 556.
Tableau mécanique de M. l'abbé LÉRIS; rapport de M. DE COMBEROUSSE, 65.
Tannage minéral, 605.
Téléthermomètre de MM. KORNMULLER et SCHUBART, 538.
Température des cylindres des machines à vapeur, par M. DWELSHAUVERS-DÉRY (pl.), 672; rapport de M. HIRSCH, 669.
— Mesure des hautes — par M. LE CHATELIER, 667.
Tôles de Fox, leur emploi et leur fabrication, par M. G. RICHARD (b), 151.
Tubes sans soudure, procédé MANNESSMANN; communication de M. G. RICHARD, 832.
Tuyaux articulés, 108.

U

Unités adoptées en mécanique et électricité dans les congrès de 1889, 26.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE DES PLANCHES ET DES DESSINS

PLANCHES

Pl. 33, *simple*. Interrupteur automatique pour transmissions électro-motrices de MM. Chaize frères. 22
Pl. 34, *simple*. Machine à dévider et à peser de M. Mouchère. 74
Pl. 35, *triple*. Machine à dévider, peser et faire les pelotes de M. Mouchère. . 75
Pl. 36, *simple*. Presse hydraulique de Whitworth, pour comprimer l'acier. . . 90
Pl. 37, *triple*. Presse hydraulique de Whitworth et de Greenwood 90
Pl. 38, *simple*. Four à chaleur concentrée de M. Métenier 138
Pl. 39, *triple*. Calendrier perpétuel de M. Collignon. 142
Pl. 40, *simple*. Tableau donnant la date de Pâques. 148
Pl. 41, *double*. Machine à chiner de MM. Mahon frères 135
Pl. 42, *triple*. Feuille d'acanthe. 194
Pl. 43, *triple*. Locomobile militaire à lumière 202
Pl. 44, *simple*. Appareil de M. Camel, pour le filage de la soie 199
Pl. 45, *double*. Peigneuse de M. J. Imbs. 294
Pl. 46, *triple*. Banc d'affinage de M. J. Imbs 296
Pl. 47, *simple*. Condenseur Grangé 354
Pl. 48, *simple*. Métier continu de M. A. Vimont 360
Pl. 49, *simple*. Appareil de MM. Guéret frères pour le tirage des séries. 548
Pl. 50, *double*. Horloges électriques de M. Pouchard. 632
Pl. 51, *double*. Horloges électriques de M. Pouchard. 634
Pl. 52, *triple*. Température dans les cylindres de machines à vapeur, par M. Dwelshauvers-Déry 673
Pl. 53, *triple*. Moulin broyeur système Ganz. 735
Pl. 54, *triple*. Convertisseur à trois cylindres 737
Pl. 55, *triple*. Sasseurs réforme. 740
Pl. 56, *double*. Moteur à gaz de MM. Rouart frères. 786
Pl. 57, *double*. Plan de l'exposition de Moscou. 793

DESSINS

Fraise à arrondir les dents de roues de montres. — 1 figure. 67
Échardonneuse de M. Mérelle. — 2 figures. 69

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Moule pour comprimer l'acier. — 1 figure. 78
Presse pour comprimer l'acier. — 4 figures. 79
Plan des aciéries d'Abouchoff. — 2 figures. 82
Coupes de lingots et prises d'éprouvettes. — 7 figures. 85
Machine Simonds. — 3 figures. 105
Tuyaux articulés. — 4 figures. 108
Distribution de vapeur de M. Charbonnaud. — 4 figures. 114
Appareils de jaugeage des fluides de M. Parenty. — 10 figures 119
Tôles de Fox. — 7 figures. 153
Laminoir de Fox. — 20 figures. 157
Outil pneumatique.— 7 figures. 167
Pyromètre de Wiborg. — 2 figures. 173
Pressoir continu de M. Gayon. — 2 figures 190
Chaudière de Dion, Bouton et Trépardoux. — 1 figure 203
Turbo-moteur Parsons. — 2 figures. 209
Appareil Bessemer de Davy. — 1 figure 261
Levage des fermes de l'Exposition universelle. — 4 figures. 276
Diagramme des efforts résistants du banc d'affinage Imbs. — 1 figure. 292
Expériences de coups de feu des chaudières à vapeur. — 13 figures. 308
Diagramme des expériences sur les coups de feu des chaudières à vapeur. — 11 figures 312
Lampe de sûreté de M. Fumat. — 1 figure. 372
Filtre Maignen. — 6 figures. 551
Photomètre polarisateur de Wild. — 2 figures 599
Manomètre métallique de M. Mignot. — 2 figures. 626
Fermetures des lampes de sûreté. — 9 figures. 638
Instruments de dessin de M. Pillet. — 5 figures 677
Diagramme pour mouture à cylindres. — 1 figure. 745
Diagramme pour mouture à meules. — 1 figure. 750
Appareil de séchage dans le vide. — 2 figures 776
Expériences sur un moteur à gaz. — 2 figures 783
Machines à percer les trous carrés. — 10 figures 787

Paris. — Typ. Georges Chamerot, 19, rue des Saints-Pères. — 26807.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires