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
VOLUME TÉLÉCHARGÉ	1879. 78e année. 3e série, tome 6
	1880. 79e année. 3e série, tome 7
	1881. 80e année. 3e série, tome 8
	1882. 81e année. 3e série, tome 9
	1883. 82e année. 3e série, tome 10
	1884. 83e année. 3e série, tome 11
	1885. 84e année. 3e série, tome 12
	1886. 85e année. 4e série, tome 1
	1887. 86e année. 4e série, tome 2
	1888. 87e année. 4e série, tome 3
	1889. 88e année. 4e série, tome 4
	1890. 89e année. 4e série, tome 5
	1891. 90e année. 4e série, tome 6
	1892. 91e année. 4e série, tome 7
	1893. 92e année. 4e série, tome 8
	1894. 93e année. 4e série, tome 9
	1895. 94e année. 4e série, tome 10
	1896. 95e année. 5e série, tome 1
	1897. 96e année. 5e série, tome 2
	1898. 97e année. 5e série, tome 3
	1899. 98e année. 5e série, tome 4
	1900. 99e année. 5e série, tome 5. 1er semestre
	1900. 5e série, tome 6. 2e semestre
	1901. 1er semestre
	1901. 2e semestre
	1902. 1er semestre
	1902. 2e semestre
	1903. 1er semestre
	1903. 2e semestre
	1904. 1er et 2e semestre
	1905. 1er et 2e semestre
	1906. 1er et 2e semestre
	1907. 1er et 2e semestre
	1908. 1er et 2e semestre
	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	1879. 78e année. 3e série, tome 6
Adresse	**Paris : Société d'encouragement pour le développement de l'industrie nationale, 1879**
Collation	**1 vol. (686 p.) : ill., pl. 89-107 ; 26 cm**
Nombre de vues	**706**
Cote	**BSPI 78**
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.78

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

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

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

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

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

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

nécessaire de se reporter aux tables publiées annuellement.

Pour en savoir plus

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

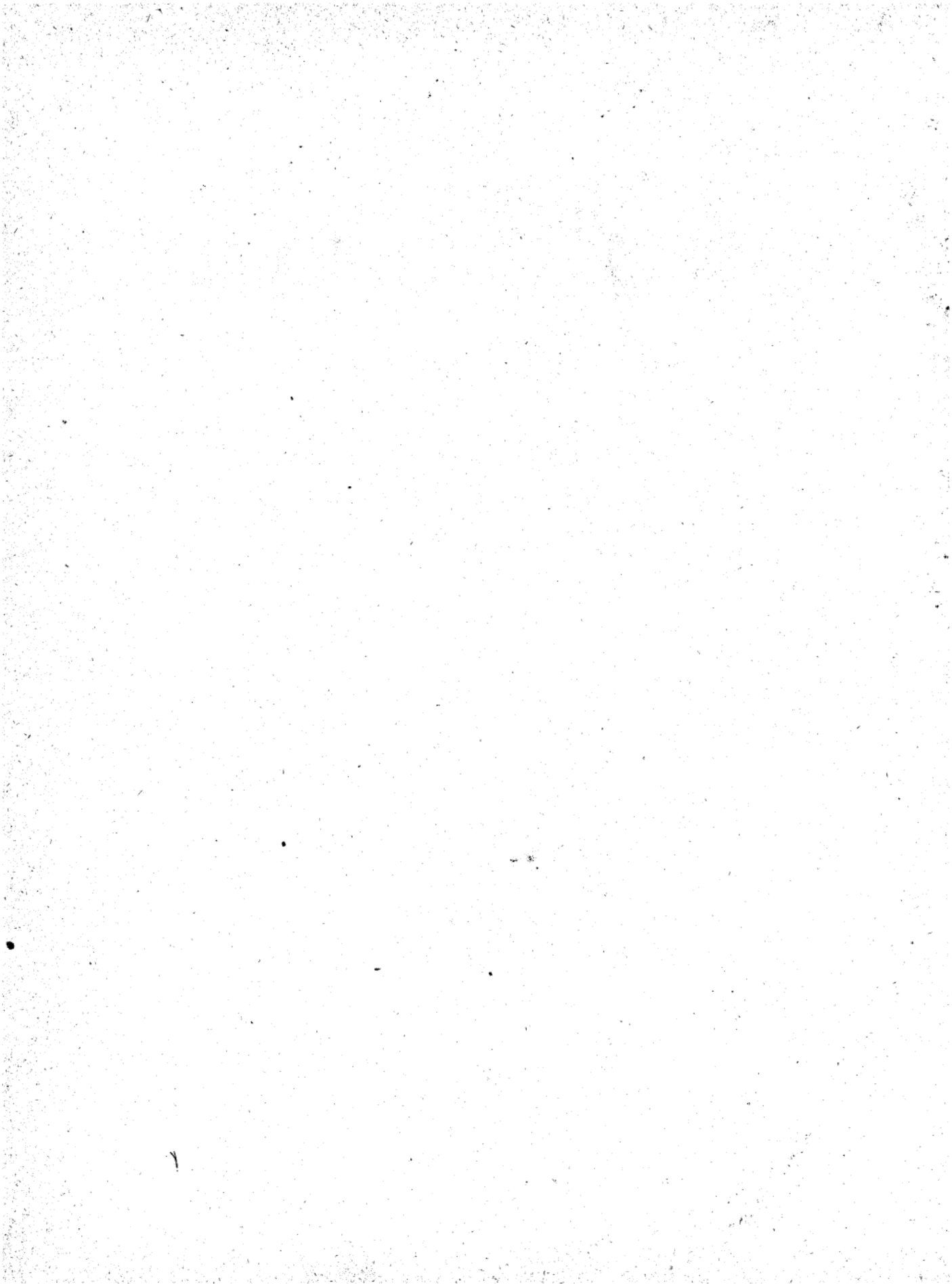
Voir le catalogue et accèder aux volumes numérisés

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

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

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

- Site internet de la S.E.I.N. **:**



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

S. E. I. N.
Bibliothèque

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

BSPI-78

POUR

L'INDUSTRIE NATIONALE

PUBLIÉ

SOUS LA DIRECTION DES SECRÉTAIRES DE LA SOCIÉTÉ

MM. E. PELIGOT ET CH. DE LABOULAYE.

TROISIÈME SÉRIE. — TOME VI. — 1879.

Pour faire partie de la Société, il faut être présenté par un membre et nommé par le Conseil d'Administration.
(*Extrait du Règlement.*)



PARIS,
SIÉGE DE LA SOCIÉTÉ, RUE DE RENNES, 44.

1879

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SECRÉTARIAT DE LA SOCIÉTÉ.

Communications, dépôts, renseignements, abonnements au *Bulletin*, tous les jours, de midi à quatre heures.

RÉDACTION DU BULLETIN.

Renseignements, tous les jours, de trois à six heures.

PARIS. — IMPR. DE J. TREMBLAY.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

78e année. Troisième série, tome VI. Janvier 1879.

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 10 JANVIER 1879.

Bureau.

Année de l'entrée au Conseil.

Président.

1829. — DUMAS (J.) (G. C. ✱), membre de l'Académie française, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, membre perpétuel, rue Saint-Dominique, 3.

Vice-présidents.

1840. — BECQUEREL (E.) (O. ✱), de l'Académie des sciences, professeur au Conservatoire des arts et métiers, rue Cuvier, 57.

1846. — THÉNARD (le baron Paul) (✱), de l'Académie des sciences, membre perpétuel, place Saint-Sulpice, 6.

1847. — BAUDE (le baron Alph.) (O. ✱), inspecteur général des ponts et chaussées, membre perpétuel, rue Royale, 10.

1873. — DE CHABANNES (le vicomte) (G. O. ✱), vice-amiral, rue de Bellechasse, 22.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

Secrétaires.

1836. — PELIGOT (E.) (C. ✻), de l'Académie des sciences, administrateur des monnaie et médailles, quai Conti, 11.

1850. — DE LABOULAYE (Ch.) (✻), ancien élève de l'École polytechnique, rue Madame, 60.

Trésorier.

1868. — GOUPIL DE PRÉFELN (✻), rue Taitbout, 9.

Censeurs.

1842. — Le comte B. DE MONY-COLCHEN (✻), conseiller maître à la Cour des comptes, rue de Lille, 70.

1873. — MENGIN-LECREULX (G. O. ✻), général de division, membre perpétuel, rue de Vaugirard, 58.

Commission des fonds.

1842. — Le comte B. DE MONY-COLCHEN (✻), conseiller maître à la Cour des comptes, rue de Lille, 70.

1849. — Le baron E. DE LADOUCETTE (O. ✻), rue Saint-Lazare, 58.

1864. — LEGRAND (Al.), négociant, secrétaire de la Société des amis des sciences, rue Bergère, 26.

1868. — GOUPIL DE PRÉFELN (✻), rue Taitbout, 9.

1871. — Le marquis DE TURENNE (✻), membre à vie, rue de Berri-du-Roule, 26.

1873. — MENGIN-LECREULX (G. O. ✻), général de division, membre perpétuel, rue de Vaugirard, 58.

1875. — Le vicomte DE GROUCHY (O. ✻), ancien préfet, rue Chauveau-Lagarde, 16.

1876. — BISCHOFFSHEIM, banquier, membre perpétuel, rue Neuve-des-Mathurins, 34.

Comité des arts mécaniques.

1847. — BAUDE (le baron Alph.) (O. ✻), inspecteur général des ponts et chaussées, membre perpétuel, rue Royale, 10.

1850. — DE LABOULAYE (Ch.) (✻), ancien élève de l'École polytechnique, rue Madame, 60.

1855. — TRESCA (O. ✻), de l'Académie des sciences, sous-directeur du Conservatoire des arts et métiers, rue Saint-Martin, 292.

1866. — BREGUET (L. F. C.) (✻), membre de l'Académie des sciences, quai de l'Horloge, 39.

1867. — LECOEUVRE (P.) (✻), ingénieur, professeur à l'École centrale des arts et manufactures, boulevard Voltaire, 62.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

1867. — De Fréminville (O. ✻), directeur des constructions navales en retraite, rue de Beaune, 6.
1869. — Haton de la Goupillière (✻), professeur à l'École des mines, rue Garancière, 8.
1872. — Pihet (A. E.) (✻), ingénieur-mécanicien, rue Neuve-Popincourt, 8.
1876. — Pierre (A. C. P.) (C. ✻), colonel d'artillerie en retraite, rue de Varennes, 14.
1876. — Collignon (Ed.) (✻), ingénieur en chef des ponts et chaussées, boulevard Saint-Germain, 70.
1877. — Goulier (O. ✻), colonel du génie, rue Vanneau, 49.
1877. — Boutillier (✻), ingénieur des ponts et chaussées, ingénieur en chef au chemin de fer du Midi, boulevard Haussmann, 134.
1878. — De Comberousse (Ch.) (✻), ingénieur, professeur à l'École centrale des arts et manufactures.

Comité des arts chimiques.

1829. — Dumas (J.) (G. C. ✻), de l'Académie française, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, membre perpétuel, rue Saint-Dominique, 69.
1831. — Chevallier (A.) (O. ✻), de l'Académie de médecine et professeur à l'École de pharmacie, rue du Faubourg-Saint-Denis, 188.
1836. — Peligot (E.) (C. ✻), de l'Académie des sciences, administrateur des monnaies et médailles, quai Conti, 11.
1846. — Thénard (le baron P.) (✻), de l'Académie des sciences, membre perpétuel, place Saint-Sulpice, 6.
1847. — Le Blanc (Félix) (✻), professeur à l'École centrale des arts et manufactures, rue de la Vieille-Estrapade, 9.
1851. — Barral (O. ✻), secrétaire perpétuel de la Société centrale d'agriculture de France, rue de Rennes, 66.
1851. — Salvetat (A.) (✻), chef des travaux chimiques à la Manufacture nationale de porcelaines, à Sèvres (Seine-et-Oise).
1868. — Debray (✻), de l'Académie des sciences, professeur à l'École normale supérieure, rue d'Assas, 76.
1869. — Cloez (✻), examinateur à l'École polytechnique, rue Linné, 7.
1869. — Bouis (J.) (✻), essayeur à la Monnaie, quai Conti, 11.
1872. — Troost (✻), professeur de chimie à la Faculté des sciences, rue Bonaparte, 84.
1872. — Gruner (O. ✻), inspecteur général des mines, rue d'Assas, 84.
1876. — Schützenberger (P.) (✻), professeur au Collége de France, rue Notre-Dame-des-Champs, 75.
1876. — Girard (Aimé) (✻), professeur au Conservatoire des arts et métiers, rue du Bellay, 7.
1876. — Bérard (P.), secrétaire du Comité consultatif des arts et manufactures, rue Casimir-Delavigne, 2.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

Comité des arts économiques.

1840. — Becquerel (E.) (O. ✻), de l'Académie des sciences, professeur au Conservatoire des arts et métiers, rue Cuvier, 57.
1856. — Lissajous (O. ✻), recteur de l'Académie, à Besançon.
1856. — Du Moncel (le comte Th.) (O. ✻), membre de l'Académie des sciences, rue de Hambourg, 7, et à Lebisey (Calvados).
1861. — Le Roux (F. P.) (✻), professeur à l'École de pharmacie, quai Henri IV, 38.
1861. — Jamin (J. C.) (O. ✻), de l'Académie des sciences, professeur de physique à la Faculté des sciences, rue Soufflot, 24.
1862. — Peligot (Henri), ingénieur, rue Saint-Lazare, 43.
1862. — De Luynes (Victor) (✻), directeur du service scientifique de l'Administration des douanes, rue de Vaugirard, 61.
1866. — Bouilhet (Henri) (✻), ingénieur manufacturier, rue de Bondy, 56.
1866. — Wolff (Aug.) (✻), manufacturier, rue Rochechouart, 22.
1869. — Paliard (✻), architecte en chef de la Préfecture de police, avenue du Trocadéro, 180.
1869. — De la Gournerie (J. A. R.) (O. ✻), de l'Académie des sciences, inspecteur général des ponts et chaussées, boulevard Saint-Michel, 75.
1876. — Paris (F. E.) (G. O. ✻), vice-amiral, membre de l'Académie des sciences, place de la Madeleine, 31.
1876. — Rousselle (H.) (✻), ingénieur en chef des ponts et chaussées, rue Saint-Dominique, 12.
1876. — Fernet (E.) (✻), inspecteur général, répétiteur à l'École polytechnique, rue des Feuillantines, 93.
1876. — Personne (J.), membre de l'Académie de médecine, pharmacien en chef de la Pitié, rue Lacépède, 1.
1876. — Sebert (H.) (✻), chef d'escadron d'artillerie de marine, rue de la Chaise, 14.

Comité d'agriculture.

1846. — Moll (L. C. E.) (O. ✻), professeur au Conservatoire des arts et métiers, boulevard Saint-Martin, 19.
1851. — Dailly (Ad.) (O. ✻), de la Société centrale d'agriculture de France, rue Pigalle, 69.
1856. — Mangon (Hervé) (C. ✻), de l'Académie des sciences, ingénieur en chef des ponts et chaussées, rue Saint-Dominique-Saint-Germain, 69.
1856. — Bourgeois (✻), membre de la Société centrale d'agriculture de France, au Perray, près Rambouillet (Seine-et-Oise).
1864. — Boitel (A.) (O. ✻), inspecteur général de l'agriculture, rue du Bac, 32.
1864. — Chatin (✻), de l'Académie des sciences, directeur de l'École de pharmacie, membre perpétuel, rue de Rennes, 129.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

1866. — BELLA (F.) (O. ✻), membre de la Société centrale d'agriculture de France, rue Saint-Lazare, 122.

1866. — TISSERAND (Eug.) (C. ✻), inspecteur général de l'agriculture, rue du Cirque, 17.

1866. — HEUZÉ (✻), inspecteur général de l'agriculture, rue Berthier, 27, à Versailles (Seine-et-Oise).

1869. — PORLIER (A.) (C. ✻), directeur au Ministère de l'agriculture et du commerce, boulevard Saint-Germain, 266.

1869. — HARDY (A.) (O. ✻), directeur de l'École d'horticulture, rue du Potager, 4, à Versailles (Seine-et-Oise).

1876. — PASTEUR (L.) (G. O. ✻), membre de l'Académie des sciences, rue d'Ulm, 45.

1876. — DUTERTRE (F.) (✻), directeur de l'École d'agriculture de Grignon, (Seine-et-Oise).

Comité des constructions et des beaux-arts appliqués à l'industrie.

1876. — BRUNE (✻), architecte, professeur à l'École des beaux-arts, quai Bourbon, 25.

1876. — BUNEL (H.), ingénieur-architecte de la préfecture de police, rue du Conservatoire, 13.

1876. — DAVANNE (✻), président du comité d'administration de la Société française de photographie, rue Neuve-des-Petits-Champs, 82.

1876. — DAVIOUD (G.) (O. ✻), architecte, inspecteur général des travaux de la ville de Paris, boulevard Saint-Germain, 108.

1876. — DIETERLE (J.) (✻), sculpteur, directeur de la manufacture de Beauvais, rue Cretet, 2.

1876. — DUFRESNE (O. ✻), sculpteur statuaire, rue de Morny, 73.

1876. — GUILLAUME (Eug.) (O. ✻), membre de l'Institut, directeur de l'École des beaux-arts, rue Bonaparte, 14.

1876. — POPELIN (Claudius) (✻), artiste peintre, rue Téhéran, 7.

1876. — DE SALVERTE (Georges) (✻), maître des requêtes au Conseil d'État, rue d'Anjou-Saint-Honoré, 12.

1876. — DUMAS (Ernest) (✻), essayeur du bureau de la garantie de Paris, rue de la Vieille-Estrapade, 7.

1876. — HUET (E.) (✻), ingénieur en chef des ponts et chaussées, membre à vie, boulevard Saint-André, 1.

Comité de commerce.

1856. — BLOCK (Maurice) (✻), membre de plusieurs académies, rue de l'Assomption, 63, à Auteuil (16e arr.).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

1858. — Rondot (Natalis) (O. ✱), délégué de la Chambre de commerce de Lyon, boulevard Magenta.
1864. — Lavollée (Ch.) (✱), Grande rue de Passy, 76.
1866. — Legentil (A. L.) (✱), membre du comité consultatif des arts et manufactures, rue Paradis-Poissonnière, 51.
1866. — Say (Léon), ministre des finances, rue de La Bruyère, 45.
1869. — Christofle (Paul) (✱), manufacturier, rue de Bondy, 56.
1869. — Roy (Gustave) (✱), membre du Comité consultatif des arts et manufactures, rue Moncey, 14.
1873. — Le vicomte de Chabannes (G. O. ✱), vice-amiral, rue Bellechasse, 22.
1873. — Magnier (E.) (✱), négociant, rue d'Uzès, 7.
1877. — Daguin (J. B. E.) (O. ✱), ancien président du tribunal de commerce, membre du comité consultatif des arts et manufactures, rue Castellane, 4.

MEMBRES HONORAIRES.

1830. — Bussy (O. ✱), membre de l'Académie des sciences, place Saint-Michel, 3.
1840. — Calla (✱), ingénieur-mécanicien, rue des Marronniers, 8, à Passy-Paris.
1844. — Cahours (O. ✱), membre de l'Académie des sciences, quai Conti, 11.
1844. — Gaulthier de Rumilly (✱), sénateur, à Fleury, près d'Amiens (Somme).
1846. — Féray (E.) (O. ✱), sénateur, manufacturier, à Essonne.
1855. — Phillips (E.) (✱), membre de l'Académie des sciences, ingénieur en chef des mines, rue de Marignan, 27.
1856. — Trélat (Émile) (✱), architecte, professeur au Conservatoire des arts et métiers, boulevard Montparnasse, 136.
1860. — Molinos (Léon) (✱), ingénieur-architecte, rue de Châteaudun, 2.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMITÉ DES ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. ED. COLLIGNON, *sur la* LOCOMOTIVE SANS FOYER *de* M. FRANCQ (Léon), *ingénieur civil.*

Messieurs, l'idée des locomotives sans foyer paraît avoir reçu en Amérique sa première application sur les tramways de la Nouvelle-Orléans. Au lieu de réunir à la locomotive le foyer où s'opère la production de la chaleur, et d'y adjoindre un tender pour porter les provisions d'eau et de combustible, il paraît préférable, pour les parcours de médiocre étendue, d'isoler l'appareil locomoteur du générateur où il doit s'alimenter, et de faire circuler sur les rails une locomotive sans feu, assujettie à la condition de revenir se remplir de nouveau, quand le travail qu'elle a fourni a épuisé sa réserve de puissance.

M. Francq (Léon), membre de la Société d'encouragement, a entrepris d'acclimater en France la locomotive sans feu : l'appareil qu'il a créé, et qui a été construit par la maison Cail, fait depuis plusieurs mois un service régulier sur le chemin de fer routier de Rueil à Marly-le-Roy. Un autre exemplaire de la même machine est à l'Exposition du Champ-de-Mars.

La locomotive Francq consiste essentiellement en un corps cylindrique où la vapeur est emmagasinée au départ, et qui la distribue à un mécanisme identique à celui des locomotives ordinaires. La pression initiale dans le réservoir est portée à 15 atmosphères, ce qui correspond à une température de 200°; des enveloppes imperméables à la chaleur conservent cette haute température, et l'expérience prouve que la machine, abandonnée à elle-même dans un milieu à la température de 0°, ne perd qu'une atmosphère en 4 heures, et conserve encore au bout de 24 heures un certain excès de pression qui lui permettrait de développer un effort. L'influence du refroidissement de la chaudière est donc négligeable dans des trajets qui durent au plus une heure ou deux.

Mais il faut réduire cette pression de 15 atmosphères à 3, 4 ou 5 atmosphères pour admettre la vapeur dans les cylindres. C'est à cette opération qu'est destiné le *détendeur*, appareil à soupape, qui étrangle plus ou moins le passage de la vapeur, et dont on règle l'ouverture libre à l'aide d'un levier placé à la disposition du mécanicien. La locomotive sans foyer permet ainsi

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de faire varier dans des limites très-étendues la pression sous laquelle la vapeur s'introduit dans les cylindres. Une coulisse sert en outre à régler la détente qu'elle subit pendant son travail.

La condensation de la vapeur, à la sortie des cylindres, se fait dans un appareil particulier, dont l'objet est de réduire le plus possible le panache qui tend à s'échapper de la machine. Le *condenseur à air* est un cylindre clos, traversé par 600 tubes ouverts aux deux bouts, dans lesquels l'air extérieur circule librement, et qui forment une énorme surface à basse température. L'eau de condensation qui se précipite sur les parois de cet appareil est recueillie dans une caisse placée sous la plate-forme de la machine, d'où on l'écoule comme eau d'alimentation lorsque la machine est revenue à la station de chargement. Une petite portion de vapeur s'échappe encore sous forme de nuage; elle est peu importante, peu gênante pour les voisins, et n'est pas à comparer au panache noir qui sort des cheminées des locomotives à foyer, en distribuant sur tous les passants sa pluie d'escarbilles incandescentes.

La durée du chargement pour un réservoir de 1 700 à 1 800 litres est de quinze minutes avec un seul générateur. Le remplissage se fait par la vapeur, mais il donne en réalité une grande quantité d'eau chaude sous pression, qui régénère pendant la marche la quantité de vapeur nécessaire. Une fois l'emplissage accompli, la machine est prête à fonctionner ; elle peut développer facilement une vitesse de 12 kilomètres à l'heure en palier horizontal, en traînant une ou deux voitures d'un poids total de 8 à 10 tonnes.

Les pistons moteurs ont un diamètre de 230 millimètres, une course de 250 ; les roues motrices ont un diamètre de 750; à ces données, et à une pression d'admission de 5 atmosphères, correspond une puissance motrice d'environ 16 chevaux. Le poids de la machine en service est de 8 315 kilogrammes; vide, elle pèse 6 590 kilogrammes.

La machine Francq a été l'objet d'une série d'expériences pour déterminer le travail qu'elle est susceptible de développer, et à un point de vue plus général, pour évaluer le rendement mécanique d'un kilogramme d'eau surchauffée sous une pression donnée. Ces expériences vont être reprises et conduiront sans doute à des résultats importants sur une question qui intéresse si vivement la pratique.

La machine et le train qui y font suite passent sans difficulté dans des courbes de 30 à 35 mètres de rayon; elle monte très-vivement la rampe

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

continue qui s'étend de Port-Marly à Marly-le-Roy, sur une longueur de 1 855 mètres, rampe dont l'inclinaison atteint en certains points près de 60 millimètres; elle se comporte aussi très-bien à la descente du même plan incliné, et l'usage d'un frein à pédale, ou même l'emploi de la contre-vapeur, suffit pour produire dans cette descente des arrêts extrêmement rapides.

La machine, ne devant pas être retournée aux deux extrémités de son trajet, est munie d'un double mécanisme de manœuvre, de sorte qu'il suffit de la faire passer d'un bout du train à l'autre, à l'aide des aiguilles d'une voie de garage, pour la mettre toujours en tête du train qu'elle conduit.

Au point de vue des dépenses, le service entre Rueil et Marly, qui emploie aussi de petites locomotives à foyer, permet d'établir entre ces divers types une comparaison très-instructive. Si l'on dépouille les feuilles de consommation des diverses machines, on trouve que les locomotives à foyer consomment par course complète, de Port-Marly à Rueil et retour (1 460 mètres), savoir :

Les locomotives à tubes verticaux, 77 kilog., 94 de gailleterie et coke concassé, à 44 francs la tonne. . . . . 3 fr. 43

Les locomotives à tubes horizontaux, 73 kilog., au même prix. . 3 fr. 21

Et le générateur fixe de Port-Marly, 50 kilog de charbon tout venant, à 30 fr. la tonne. . . . . 1 fr. 50

Le générateur fixe, qui admet une surveillance plus active et l'emploi d'un charbon de moindre qualité, entraîne donc une économie de combustible de plus de moitié par rapport aux machines mobiles, et cette économie ne ferait qu'augmenter si le nombre des locomotives sans foyer augmentait lui-même, puisque la chaudière, appelée à un service plus actif, ne serait plus condamnée à des périodes d'inactivité, pendant lesquelles l'entretien du feu représente une dépense inutile.

Le tableau comparatif suivant fait ressortir encore mieux la supériorité de la locomotive sans foyer; il est extrait des livres de Port-Marly.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DÉPENSE JOURNALIÈRE COMPARÉE.

Parcours, 102 kil., 2. — Charge remorquée, 10 tonnes.

Machines à foyer.	Fr.
Charbon, 510 kilog., à 28 fr. 75 la tonne.	19,75
Huile	2,80
Garnitures (durée 10 jours), par jour.	0,29
Tubes de niveau d'eau	0,05
Nettoyage de chaudières (tous les 6 jours)	1,00
Barreaux de foyer (1 par jour)	1,50
Lavage des voitures noircies	4,50
— des tentures de l'impériale	0,50
Chauffeur	5,00
Machiniste	6,00
Total	41,39

Danger des coups de feu, usure d'une chaudière en six ou sept ans, réparations onéreuses.

Machines sans foyer.	Fr.
Charbon, 350 kilog., à 30 fr. 40 la tonne.	10,64
Huile	2,80
Garnitures	0,29
Tubes de niveau d'eau	0,00
Nettoyage du générateur, 20 fr. par mois, à répartir sur 4 machines	0,17
Barreaux de foyer	0,68
Lavage des voitures et des tentures	0,00
Chauffeur du générateur, pour 4 machines, 5 fr.; le quart	1,25
Son aide	0,94
Machiniste	6,00
Total	22,77

Impossibilité des coups de feu. — Durée de la chaudière, 25 ou 30 ans. — Réparations peu coûteuses.

Il résulte de ces divers documents que la locomotive sans foyer est, non-seulement un appareil élégant et très-convenable pour l'exploitation de petits chemins de fer d'intérêt local, mais encore une machine économique, supérieure à ce point de vue aux réductions de locomotives qu'on essaie d'appliquer aux petites charges et aux petits parcours. Comparée à l'air comprimé, la locomotive sans foyer représente une économie incontestable, surtout si l'on rapporte le travail produit au volume occupé par les réserves de puissance motrice. Si l'on a égard, d'ailleurs, à la convenance des dispositions et des appropriations, il semble que le système de traction à air comprimé convienne mieux à la circulation dans les rues et sur les boulevards des villes, et le système de locomotive sans foyer au service des trains légers, le long des chemins de fer qui sillonneront un jour les accotements de nos routes; c'est, en un mot, une des solutions les plus convenables pour les chemins de fer d'intérêt local : puissance de 15 à 16 chevaux, vitesse de 12 kilomètres, suppression du danger des surchauffes pendant les arrêts, et des incendies dans les propriétes riveraines.

Nous vous proposerons, en résumé, Messieurs, de remercier M. Francq (Léon) de son intéressante communication, et de décider l'insertion au *Bul-*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

letin du présent rapport, avec les dessins représentant la machine sans foyer, et une légende explicative.

Signé : Ed. Collignon, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 14 *juin* 1878.

LÉGENDE DESCRIPTIVE DE LA PLANCHE, 89 REPRÉSENTANT LA LOCOMOTIVE SANS FOYER DE M. FRANCQ.

Fig. 1. Elévation longitudinale de la machine.

Fig. 2. Section longitudinale suivant l'axe du réservoir.

Fig. 3. Section transversale passant par l'axe du condenseur.

Fig. 4. Section horizontale à deux niveaux différents montrant, d'une part, en coupe le réservoir de vapeur et le condenseur, et, d'autre part, les organes du mécanisme moteur.

Fig. 5. Vue partielle de bout du côté de l'appareil de détente.

Fig. 6, 7 et 8. Détails de l'appareil de détente à une échelle double de celle des figures précédentes.

Description générale de la machine.

A, réservoir cylindrique en tôle d'acier, contenant de l'eau qu'on échauffe au départ par une introduction de vapeur surchauffée ; elle est surmontée d'un dôme cylindrique et tous deux sont entourés d'une enveloppe protectrice. Cette enveloppe se compose extérieurement d'une première chemise, formée de douves en bois et intérieurement d'une garniture de liége et d'une seconde chemise en tôle ; bois, liége et tôle forment un ensemble qui, tout en recouvrant le réservoir à une certaine distance, laisse interposé un matelas d'air protecteur.

B, dôme cylindrique à calotte sphérique, surmontant le réservoir A et recevant la vapeur à mesure qu'elle se produit dans ce réservoir.

C, tuyau par lequel la vapeur, fournie par un générateur fixe, arrive dans le réservoir A (fig. 2) ; ce tuyau, qui ne fait pas partie de la machine, se monte pour le chargement au moyen d'un raccord fileté C′ qui le réunit au boisseau du robinet-valve D. Quand le chargement de vapeur est fait, on enlève le tuyau C en démontant le raccord fileté et on remplace ce raccord par un tampon vissé qu'indique la figure 1.

D, robinet-valve, distribuant la vapeur dans le reservoir A au moyen du conduit E.

E, conduit amenant la vapeur au fond du réservoir A, et la laissant échapper au milieu de l'eau par un tuyau horizontal fermé aux deux bouts (fig. 2), s'étendant dans toute la longueur du réservoir et percé d'une série de trous.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

F, tube vertical placé dans le haut du dôme B, et percé à sa partie supérieure d'un certain nombre de fentes ; c'est par ces fentes que la vapeur, qui s'amasse dans le dôme, pénètre dans l'appareil de détente pour se rendre de là aux cylindres moteurs (fig. 2).

G, appareil de détente, où la vapeur qui arrive par le tube F est ramenée à la pression voulue avant de se rendre aux cylindres moteurs. Cet appareil, qui sera expliqué plus loin en détail, est réuni par une double tubulure au dôme B et communique par un coude avec le tube F ; comme la locomotive ne se retourne pas et qu'à l'aller son extrémité d'avant devient l'extrémité d'arrière au retour, et réciproquement, l'appareil de détente a des organes de commande à chaque extrémité de la machine.

H, large conduit incliné, partant de l'appareil de détente avec lequel il est en communication et traversant le dôme et le réservoir A, pour aboutir à la boîte I ; c'est en quelque sorte une chambre pour la vapeur détendue.

I, boîte renfermant un petit tiroir qui constitue, comme dans les locomotives ordinaires, le régulateur de vapeur ou appareil de mise en marche.

J, cylindres moteurs.

K, bielles reliées, comme dans les locomotives ordinaires, aux tiges des pistons des cylindres moteurs.

L, essieu coudé moteur, mis en mouvement par les bielles K et portant les roues motrices M.

M, roues motrices, commandées par l'essieu coudé L et reliées par des bielles d'accouplement aux deux autres roues M′, montées sur un essieu droit.

N, condenseur à air, monté sur le réservoir A à côté du dôme ; il se compose d'un cylindre vertical clos, traversé d'une base à l'autre par 600 tubes ouverts aux deux bouts, et est recouvert d'une enveloppe ayant la forme d'une grande bouteille.

O, boîte dans laquelle se rend la vapeur après avoir agi dans les cylindres J.

P, tuyau partant de la boîte O et se recourbant autour du réservoir pour venir déboucher verticalement dans le condenseur N, et amener la vapeur dans l'espace clos compris entre les tubes de ce condenseur ; une grande partie de la vapeur se condense au contact des tubes où circule l'air froid, et l'eau tombe au fond du condenseur.

P′, tuyau d'échappement de la vapeur non condensée.

Q, tube conduisant l'eau de condensation dans la caisse R.

R, caisse placée sous la plate-forme du châssis de la machine, et recevant l'eau de condensation ; elle est munie d'un robinet de vidange qu'on manœuvre de la plate-forme à l'aide d'une tige.

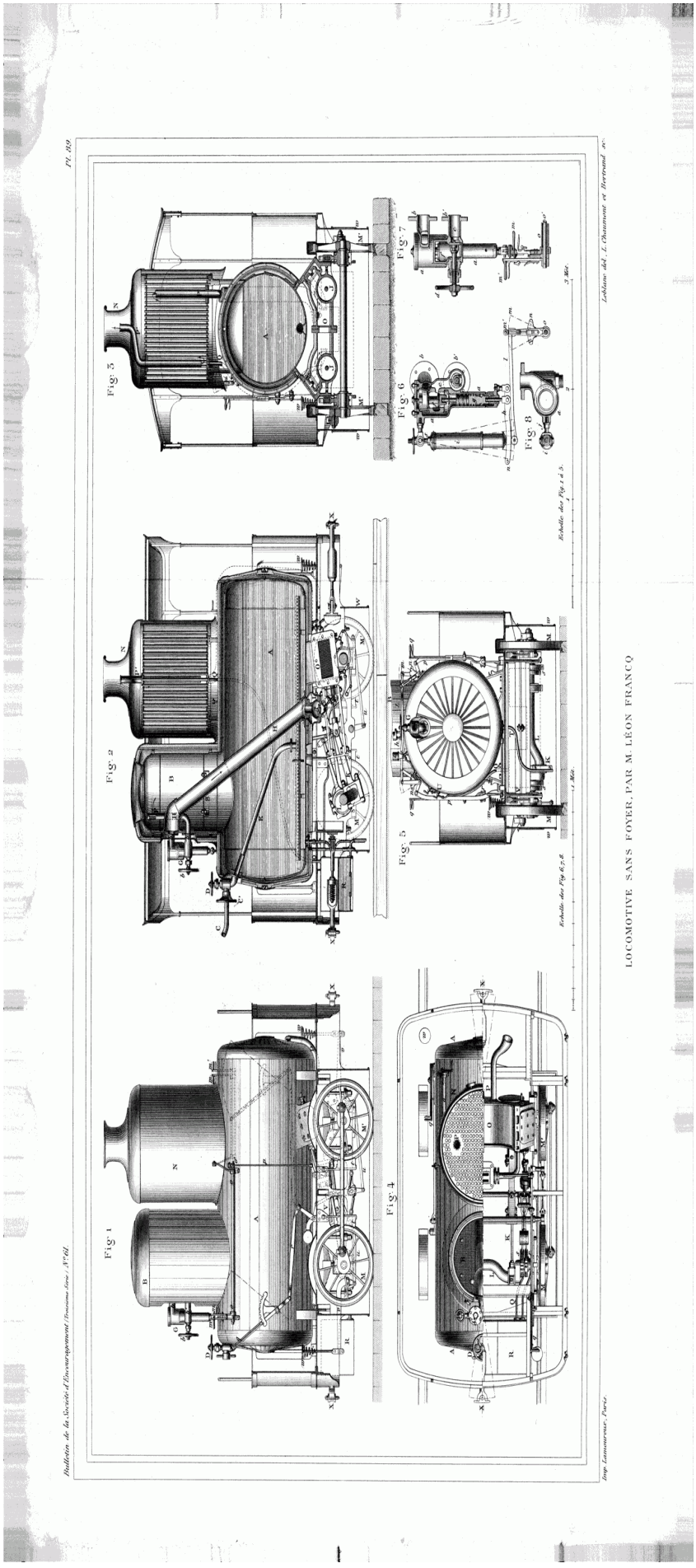
S, diaphragme en toile métallique placé au bas du dôme B, pour empêcher l'eau du réservoir A d'être entraînée par la vapeur dans le tube F (fig. 2).

T, tuyau d'écoulement avec robinet de vidange du réservoir A (fig. 2 et 5).

U, trois robinets indicateurs du niveau de l'eau dans le réservoir A.

V, longerons entre lesquels sont placés les cylindres moteurs, et constituant les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

parties principales du châssis en tôle qui sert de base et de support à tout l'ensemble (fig. 1 et 5); ce châssis repose sur les axes des roues par l'intermédiaire de ressorts à lames ordinaires.

W, panneaux en tôle entourant le châssis et recouvrant les roues de la machine; des portes y sont ménagées pour la visite et le graissage.

X, barres d'attelage placées aux deux extrémités de la locomotive; ainsi que l'indique la figure 2 où l'une de ces barres est représentée en coupe, on voit qu'elles se composent de deux parties avec ressort intérieur de refoulement,

Appareil de détente.

Le détendeur de vapeur, que nous avons désigné par la lettre G sur les figures 1, 2, 3, 4 et 5, est représenté en sections verticales par les figures 6 et 7, et en section horizontale partielle par la figure 8.

a, coffre cylindrique, dont la partie inférieure a un diamètre moindre que la partie supérieure et qui est réuni, comme on l'a expliqué plus haut, par une double tubulure au dôme B du réservoir A (fig. 2).

b, tubulure supérieure du coffre *a* communiquant avec le conduit H (fig. 2).

b', tubulure inférieure communiquant, par un coude, avec le tube F d'admission de la vapeur dans le détendeur (fig. 2).

c, soupape se mouvant horizontalement au moyen d'une tige filetée, commandée par un volant; c'est la soupape d'admission de la vapeur amenée par le tube F dans le détendeur.

d, petit volant commandant la tige de la soupape *c* (fig. 6).

e, canal par lequel la vapeur entre dans l'appareil, quand la soupape *c* est ouverte.

f, soupape à deux siéges, placée dans la partie renflée du coffre *a;* c'est entre ces deux siéges qu'aboutit le canal *e*.

g, piston allongé, relié par une tige à la soupape *f* et se mouvant dans la partie inférieure du coffre *a;* une partie de ce piston est vue en coupe et l'autre en élévation sur la figure 6.

h, levier articulé à une oreille attenant à la base du coffre *a*, et relié au piston *g* par une tige avec chape.

i, boîte cylindrique parallèle au coffre *a* et renfermant un ressort; cette boîte constitue une espèce de balance analogue à celles qu'on applique aux soupapes de sûreté des locomotives ordinaires.

j, fourche articulée à vis, reliant la boîte *i* à la partie supérieure du coffre *a*.

k, chape avec galet, terminant la partie inférieure mobile du ressort de la boîte *i;* entre les branche de cette chape passe le levier *h*.

Il résulte de cette disposition que l'action du ressort de la boîte *i* sur le levier a pour effet de repousser vers le haut le piston *g* et, par suite, de maintenir la soupape *f* élevée

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au-dessus de ses deux siéges. Si, donc, on ouvre la soupape d'admission c, la vapeur à haute pression du réservoir arrivant par la tubulure b' dans le canal e, entre dans le coffre a, et de là, passe par la tubulure supérieure b dans le conduit H (fig. 2); mais, en entrant dans le coffre a, elle exerce sa pression sur la tête du piston g et, faisant équilibre à l'action du ressort de la boîte i, force ce piston à redescendre et ramène par suite sur ses siéges la soupape f. L'arrivée de la vapeur se trouve, par suite, interrompue et celle qui a pénétré dans le conduit H se détend et peut aller ensuite agir sur les pistons moteurs de la locomotive. En même temps que la détente se produit, l'action du ressort de la boîte i devient prédominante, le piston g remonte et de nouveau, la soupape f étant ouverte, la vapeur à haute pression pénètre de nouveau et ainsi de suite.

Le degré de détente se règle en modifiant, suivant les lignes ponctuées de la figure 6, la position de la boîte i reliée, comme on l'a vu plus haut, à la fourche articulée j, c'est-à-dire en modifiant la position du point d'attaque du ressort de la balance sur le levier h ; on arrive à ce résultat au moyen de la combinaison d'organes suivants :

l, barre de tirage de la boîte ou balance i, à l'aide de laquelle on fait prendre à volonté à cette boîte les différentes positions indiquées par les lignes ponctuées et qui correspondent à des pressions de 3, 4, 5, 6 et 7 atmosphères.

m, levier à poignée de manœuvre de la barre l.

n, secteur à dents ou encoches entre lesquelles on place le levier à poignée m, suivant le degré de tirage qu'on veut donner à la barre l.

Comme la locomotive ne se retourne pas, ainsi que nous l'avons dit, et qu'il faut pouvoir commander dans les deux sens la balance i, ainsi que le tiroir ou régulateur de vapeur de la boîte I (fig. 2), les organes dont nous venons de parler ci-dessus se répètent aux deux extrémités, ainsi que les suivants.

o axes creux horizontaux, sur lesquels sont montés les leviers m (fig. 1, 4, 5, 6 et 7); ces deux axes sont mis en relation par des renvois de mouvement o', qui passent au-dessus du réservoir A (fig. 1), si bien que, lorsque le mécanicien est placé pour conduire sa machine du côté opposé à celui où se trouve le détendeur de vapeur, il peut néanmoins agir sur la balance i et régler la détente.

o' axes pleins traversant librement les axes o ; ce sont les axes de commande du régulateur de vapeur de la boîte I.

m' leviers à poignées de manœuvre des axes o' ; il sont disposés en face et contre les leviers m.

p, tringles verticales, reliées par des manivelles aux axes o' et transmettant par l'intermédiaire d'équerres, au régulateur de la boîte I, le mouvement des leviers m'.

Il va sans sans dire que le mécanicien, quand il est d'un côté de la machine doit avoir soin de rendre libres les leviers m et m' qui se trouvent de l'autre côté, afin de ne pas entraver la fonction de ceux analogues qu'il a près de lui.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Changement de marche et freins.

La commande du changement de marche et celle des freins devant pouvoir se faire alternativement des deux extrémités de la locomotive, les organes de cette commande sont également en double ; ils sont, d'ailleurs, analogues à ceux en usage sur les locomotives ordinaires.

q, leviers à poignée avec secteurs dentés.

r, barres de tirage, actionnées par les leviers *q* et commandant, par l'intermédiaire de bras de leviers et de bielles, le déplacement des coulisses sur lesquelles se rattachent les quatre excentriques *s*.

t, freins à sabot ordinaires.

u, tringles reliées aux freins *t* par des tiges et des balanciers intermédiaires (fig. 1, 2 et 4).

v, pédales actionnant les tringles *u*.

w, disques montés à l'extrémité de tiges verticales, entourées d'un ressort à boudin et reliées aux pédales *v*. En appuyant le pied sur l'un des disques *w*, les freins se serrent et ils se desserrent dès qu'on cesse d'appuyer, l'action du ressort à boudin relevant immédiatement le disque et sa tige.

(M.)

CHEMINS DE FER.

SUR LE SYSTÈME DE NORIAS EMPLOYÉ AUX CHEMINS DE FER DE L'EST POUR LE CHAUFFAGE DES BOUILLOTTES MOBILES, PAR M. BAUDE, MEMBRE DU CONSEIL.

Messieurs, il y a quelque temps, j'avais l'honneur de vous faire une communication sur la question du chauffage des wagons (1), en vous rendant compte d'un ouvrage (2) très-complet, très-remarquable à tous égards, dû à M. l'ingénieur en chef Regray et publié par ordre du Conseil d'administration des chemins de fer de l'Est.

Le travail de M. Regray répondait à une sorte de nécessité publique. Par suite de conventions successives, le Ministre des travaux publics venait de prescrire le chauffage des voitures de toutes les classes indistinctement et l'on était pris un peu au dépourvu.

(1) Voy. *Bulletin* de 1877, 3e série, t. IV, p. 484 et 489.

(2) Librairie administrative de Paul Dupont, rue J.-J.-Rousseau, 41.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les Compagnies se mirent à l'œuvre pour trouver des moyens d'accélération de chauffage, qui, appliqués à toutes les voitures, eussent indéfiniment retardé la marche des trains, avec les seules dispositions que l'exploitation avait alors à son usage.

Le chemin de fer d'Orléans usait d'un procédé de chauffage à la vapeur des bouillottes, déjà décrit (1), et toutes les autres Compagnies, sauf celle de l'Est, adoptaient la même méthode.

Quels résultats a donné le chauffage au moyen d'un plongement des chaufferettes dans un puits d'eau chaude, au moyen d'une noria? L'expérience n'était pas faite quand nous vous entretenions de ce procédé, dont l'application est due à M. Regray. Il est bon de constater ces résultats.

Les chaufferettes des wagons sont placées, chacune, sur les deux appuis des mailles d'une noria qui plonge dans un puits de $4^{m},50$ de profondeur.

Le mouvement donné à la noria par ses tambours est calculé de telle façon, que la chaufferette est rendue du côté opposé à l'introduction après une immersion de cinq minutes. En effet, c'est un fait d'expérience qu'une boîte métallique, de la capacité de celle dont le dessin est représenté sur la planche qui accompagne cette note, exige cet espace de temps pour atteindre 90 degrés dans un bain qui est maintenu à près de 100 degrés.

Une chaudière à vapeur qui communique avec le fond du puits maintient cette température. Cette chaudière alimente en même temps une petite machine à vapeur, de la force de 2 chevaux, qui met en mouvement les tambours de la noria.

Le trop plein du puits, comme conséquence de la vapeur qu'il reçoit, s'écoule dans une bâche, où il est repris par une pompe qui le ramène à la chaudière; on ne perd ainsi que très-peu de la chaleur développée.

Tels sont les appareils qui ont été construits à Château-Thierry à la fin de l'été 1876, et successivement aux stations de Paris, Épernay, Châlons, Bar-le-Duc, Nancy, Reims, Charleville, Longueville, Troyes, Chaumont, Vesoul.

La dépense d'un appareil de chauffage à la noria, pour une station, sans tenir compte du bâtiment, peut se chiffrer de la manière suivante :

Puits revêtu en briques, fosse du moteur.	3 300 fr.
Prix de l'appareil à noria.	3 250
Générateur, moteur, pompe et tuyauterie.	11 150
Total.	17 700 fr.

(1) *Bulletin* de 1877, *loc. cit.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Malgré toutes les précautions qu'on prend pour la construction des puits, et les soins qu'on apporte à leur rejointoiement, il est difficile de les obtenir étanches, et, dans les commencements, il y a des pertes d'eau assez notables.

Il en est de même ici que pour les canaux de navigation, dont les cunettes sont revêtues en glaise et où les fuites diminuent par l'usage. Les sels calcaires, tenus en suspension, pénètrent dans les fissures et s'y déposent; en même temps les joints se garnissent, et à la longue, les pertes des puits se réduisent à ce qu'enlève l'évaporation.

Il est inutile d'ajouter que l'eau chaude contenue dans ces récipients, de jour et de nuit, n'exerce aucune action destructive sur les maçonneries, malgré sa temperature élevée.

Les appareils n'ont exigé que des réparations insignifiantes : la rouille ne les ronge point, car ils sont, pour ainsi dire, lubrifiés par les calcaires en suspension qui se déposent sur leurs surfaces.

Les chaufferettes, trempées dans les puits des norias, sont remplies d'eau qui s'y conserve pendant toute la saison; les renouvellements de liquide sont fort rares. On peut donc employer des bouchons de fermeture à vis, avec une rondelle de caoutchouc vulcanisé, laquelle a une grande durée; elle remplace avantageusement le cuir, qui ne résistait pas à la température de l'eau chaude.

Dans les bouillottes réchauffées par l'introduction de la vapeur, il faut ouvrir et reboucher à chaque emploi. Cette manœuvre doit être prompte et les bouchons à vis s'y prêtent mal. Il faut recourir à des bouchons plus simples et qui, malheureusement, donnent quelquefois lieu à des fuites fort importunes pour les voyageurs.

Le service de chauffage des wagons a commencé avec l'hiver de 1877, et le nombre des chaufferettes mises en service est de plus de onze mille.

Dans la période du 8 mars au 15 mai 1877, époque de transition de l'hiver à l'été, le nombre des chaufferettes, manipulées pour le chauffage sur les chemins de fer de l'Est, a été de 1 060 000.

Le tableau suivant donne le résumé des dépenses, relevées aux gares de Paris, de Reims et de Chaumont :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

GARES.	CHAUFFERETTES			DÉPENSE TOTALE			DÉPENSE par chaufferette réchauffée			PRIX de revient d'une chaufferette réchauffée.
	réchauffées.	retirées des trains.	Total manipulé.	de combustible.	de matières diverses pour le fonctionnement des appareils et de réparation.	frais de conduite, etc.	de combustible	de matières diverses et frais de réparation.	Frais de conduite, etc.	
				f.	f.	f.	f.	f.	f.	f.
Paris.....	72 478	72 063	144 541	921.88	28.12	682.75	0,01272	0,00039	0,00942	0,02253
Reims.....	69 765	69 647	139 412	1080 »	14.78	629.30	0,01548	0,00021	0,00902	0 02471
Chaumont.....	43 106	43 474	86 580	558 »	36.32	406.48	0,01295	0,00093	0,01083	0,02471

On peut donc admettre que le réchauffage d'une chaufferette plongeante revient à 0 fr. 024, sans compter les frais d'établissement des appareils ainsi que ceux des aménagements spéciaux des bâtiments et des trottoirs que comporte ce nouveau service.

Sans chercher à faire encore la part réelle de dépense que ce chauffage impose au budget des Compagnies, on peut voir déjà que c'est une lourde charge pour elles et pour l'État, puisque le prix des places n'en est pas augmenté. Félicitons-nous, toutefois, du bien-être qui en résulte pour la grande majorité des voyageurs, pour qui les chemins de fer ne seront plus une sorte de Sibérie. Si on ne donne à tous le même confortable, à tous, du moins, on aura évité une souffrance.

On pouvait présumer que le chauffage des deuxième et troisième classes de wagons produirait un déclassement parmi les voyageurs. Cette prévision ne s'est pas jusqu'à présent confirmée. Chacun garde son rang, ou du moins, la place que lui assignent sa fortune et ses habitudes.

Nous terminerons cette Note, en signalant un avantage, éventuel à la vérité, que M. Regray assigne à son système de chauffage par le plongement dans un puits d'eau chaude, de la noria et des chaufferettes qu'elle porte.

Le temps moyen qu'on peut assigner au changement de chaufferettes d'un train ordinaire est de douze minutes; or, il peut arriver qu'entre l'arrivée et le départ d'un train, on ne puisse disposer du temps nécessaire pour faire un changement de bouillottes d'une façon normale. Il est toujours important de ne pas retarder un train et de troubler l'ordre du service.

Or, si l'on veut se rendre compte de la loi de réchauffement des bouillottes ou des accroissements de chaleur qu'elles reçoivent, on verra qu'on peut, au prix d'un léger abaissement de leur température, abréger le temps

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du prolongement, et gagner quelques minutes pour remettre le train en marche.

Si on marque sur l'abscisse de la courbe (fig. 1) les temps écoulés, et sur

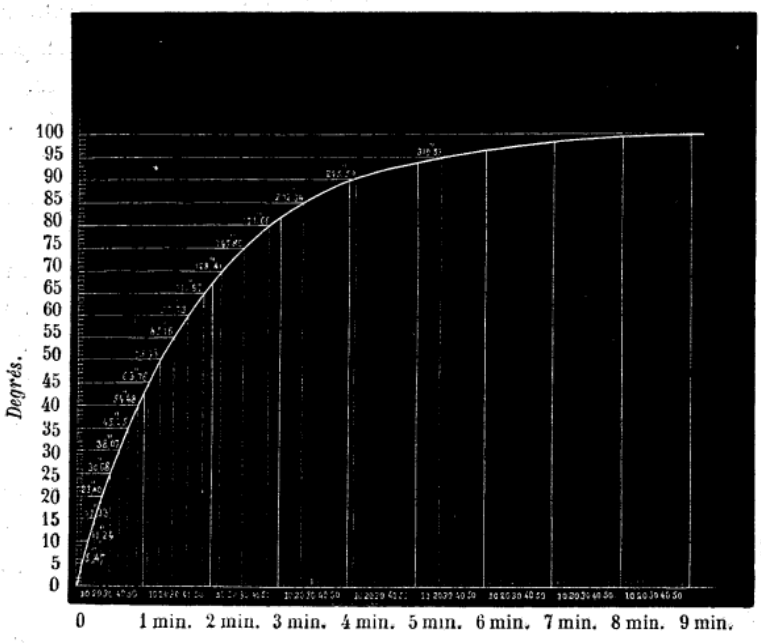


Fig. 1. — Courbe d'accroissement de la chaleur.

l'ordonnée les températures correspondantes ou les degrés obtenus, ce qui est facile au moyen d'une montre et d'un thermomètre, on voit que les températures croissent plus vite que le temps. On pourrait donc accélérer la marche de la noria de manière à gagner trois minutes, ce qui, dans certaines circonstances, n'est pas un espace de temps à dédaigner.

Dans le tracé graphique que nous produisons, le temps t a été calculé par la formule $t = 245{,}6 \log \frac{T - \Theta_0}{T - \Theta}$, dans laquelle T est la température à 100 degrés, Θ_0 la température à zéro, et Θ la température à laquelle on est parvenue après le temps, t, du plongement.

L'équation qui représente la courbe logarithmique tracée est d'une exactitude parfaite; elle a été déduite par M. Marcel Deprez de la loi de Newton, qui établit que l'accroissement infiniment petit de la température d'un liquide correspondant à l'élément du temps est proportionnel à la différence $T - \Theta$, T étant la température extérieure et Θ la température intérieure du liquide.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

D'après la courbe (fig. 2) de décroissement de la chaleur qui résulte di

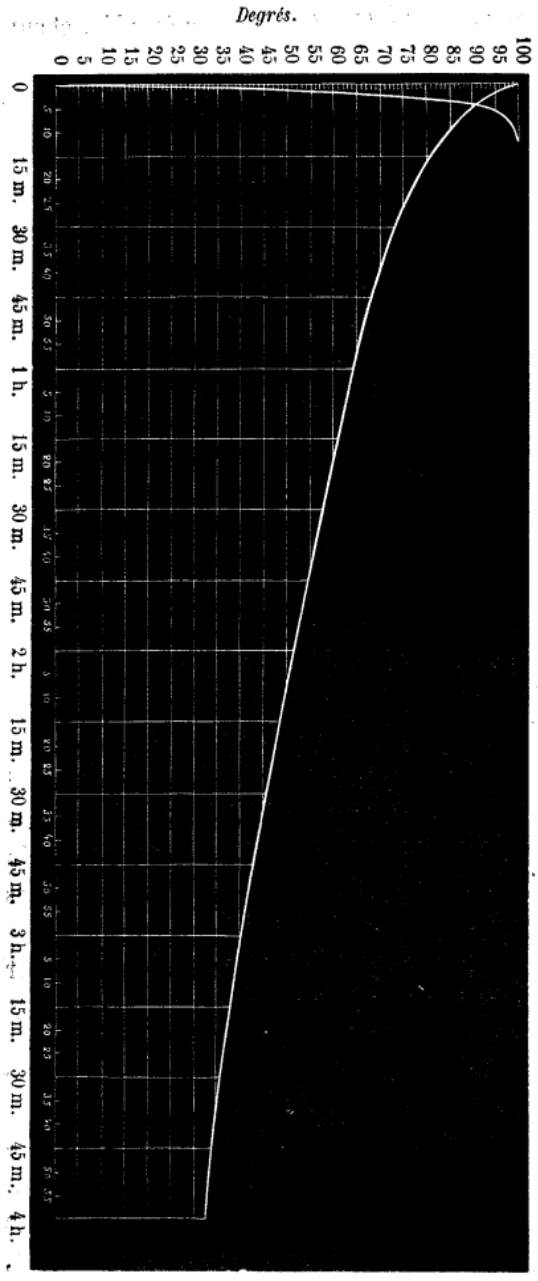


Fig. 2. — Courbe de décroissement de la chaleur.

rectement de l'expérience, on voit qu'une chaufferette conserve encore, au bout de quatre heures, une température de près de 35 degrés.

Les hivers 1876 et 1877 n'ont pas donné de ces grands froids qui font apprécier, à leur juste valeur, les bienfaits du chauffage des wagons de toutes les classes. Quand ces temps viendront, le public trouvera, comme aujourd'hui, un personnel préparé à ce service, l'accomplissant sans confusion, dans un ordre parfait, ce que l'on ne croyait pas possible quand on discutait la question d'un chauffage général au moyen de bouillottes mobiles.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 90 REPRÉSENTANT LE SYSTÈME DE CHAUFFAGE DES BOUILLOTTES MOBILES DU CHEMIN DE FER DE L'EST ET CELUI DU CHEMIN DE FER D'ORLÉANS.

Système du chemin de fer de l'Est.

Fig. 1. Section verticale, avec vue de profil de la noria, d'un puits à eau chaude servant au réchauffage des bouillottes mobiles pleines d'eau.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 2. Autre section verticale du puits, montrant la noria de face.

Fig. 3. Section transversale du puits et de la noria.

A, poulies motrices, mises en mouvement par une petite machine à vapeur et commandant la noria par l'intermédiaire d'un pignon et d'une roue dentée.

B, tambour supérieur de la noria, tournant dans le sens indiqué par la flèche.

C, bouillottes placées sur les appuis des deux chaînes de la noria.

D, côté où on charge les bouillottes froides.

E, côté où remontent les bouillotes échauffées par un séjour de 5 minutes dans le puits.

F, tables recevant les bouillottes chaudes à leur sortie du puits; elles se déposent d'elles-mêmes par un mouvement automatique qui sera expliqué plus loin.

G, tuyau d'arrivée de la vapeur dans le puits; ce tuyau descend jusqu'au fond, et lâche sa vapeur au milieu de l'eau du puits par une conduite horizontale percée de trous.

H, H, vis placées près du tambour inférieur de la noria au fond du puits, et servant régler la tension des chaînes.

Fig. 4. Vue en élévation de profil des coulisses de basculage pour le chargement et le déchargement automatique des bouillottes. Les grandes flèches indiquent le sens du mouvement de la chaîne.

I, côté du chargement des bouillottes froides; cette opération se fait à la main.

J, coulisse du côté du chargement obligeant tous les appuis de la chaîne, à mesure qu'ils apparaissent, à prendre la position indiquée sur la figure; la bouillotte est présentée à la main dans le sens incliné du ponctué K, puis immédiatement insérée dans les appuis qui l'emportent aussitôt dans le mouvement de la chaîne.

L, côté du déchargement automatique des bouillottes chaudes.

M, coulisse opérant le basculage des bouillottes chaudes, à mesure qu'elles se présentent au-dessus de la table inclinée.

N, N, brosses à pinceaux flexibles entre lesquelles passe chaque bouillotte, qui est ainsi débarrassée de son humidité extérieure avant de se déposer sur la table.

Fig. 5. Vue en plan de l'ensemble de l'installation organisée à la gare de Paris.

O, générateur portant le moteur et la pompe d'alimentation.

P, bâche d'alimentation du générateur O.

Q, tuyau de trop plein de la bâche P.

R, tuyau d'aspiration de la pompe.

S, puits rempli d'eau chaude.

T, tuyau amenant au puits la vapeur du générateur O.

U, tuyau de trop plein du puits S.

V, V, chariots-tricycles amenant les bouillottes au puits S.

W, W, chariots-tricycles emportant les bouillottes chaudes sortant du puits.

X, quai des voyageurs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Y, voie du chemin de fer.

Fig. 6. Demi-section et demi-élévation longitudinales d'une bouillotte.

Fig. 7. Autre demi-section et élévation longitudinales de la même dans un plan perpendiculaire à celui de la fig. 6.

Fig. 8. Vues de face, en section et de profil, de l'écrou du bouchon d'une bouillotte.

Fig. 9. Vues en section, de face et de profil, du bouchon d'une bouillotte.

Fig. 10. Élévation et section de la rondelle en caoutchouc qui assure l'étanchéité de la fermeture des bouillottes.

Fig. 11. Vues en élévation, dans deux plans perpendiculaires, de la clef de manœuvre des bouchons.

Fig. 12. Section horizontale faite à la base de la clef.

La longueur extérieure des bouillottes est de $0^m,910$.

Système du chemin de fer d'Orléans.

Le système du chemin de fer d'Orléans a été imaginé par M. Forquenot, ingénieur en chef du matériel et de la traction. Nous le rappellerons ici en peu de mots, empruntés à l'ouvrage de M. Regray.

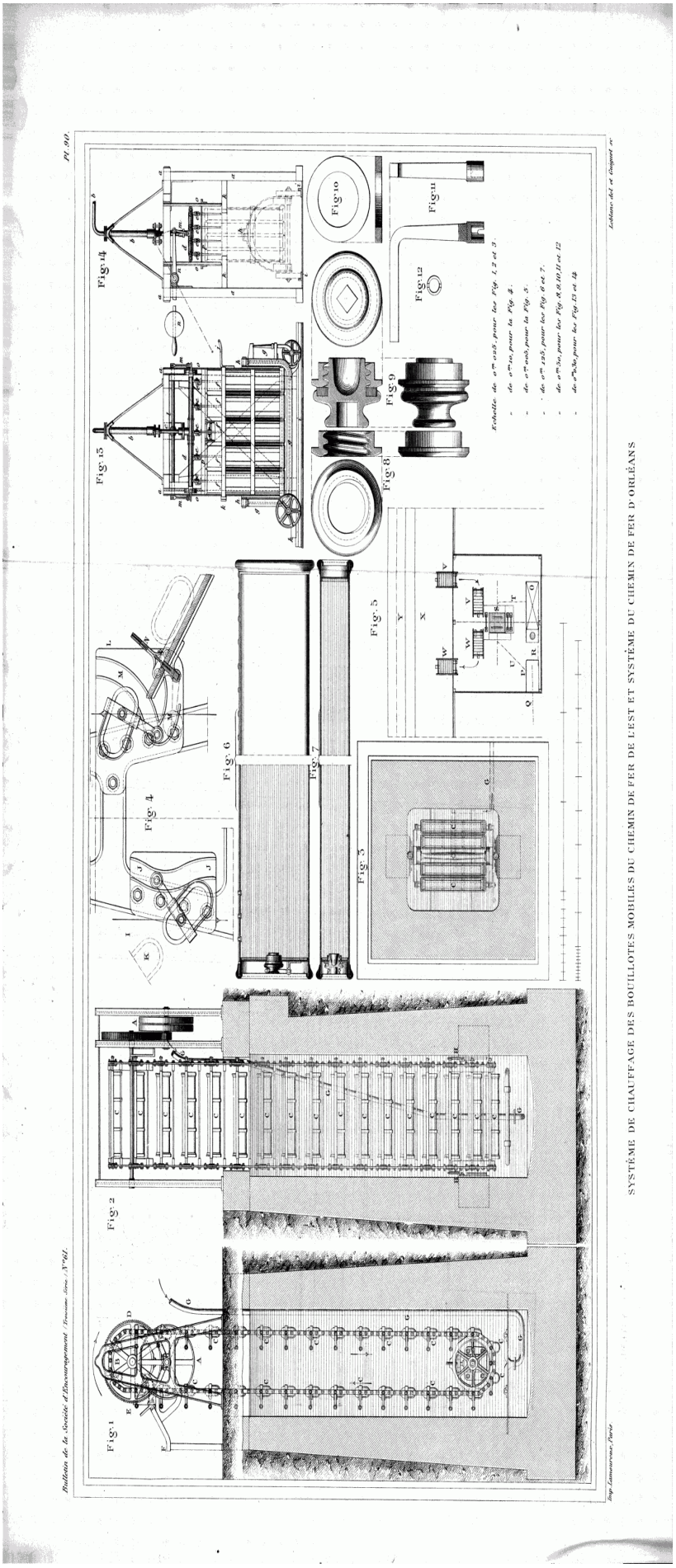
Le procédé consiste à réchauffer, au moyen de jets de vapeur, l'eau refroidie d'un certain nombre de bouillottes à la fois sans remplacer cette eau. La vapeur employée au rechauffage, produite au moyen de chaudières tubulaires à haute pression, est introduite dans les bouillottes au moyen d'appareils spéciaux.

Un chariot-tricycle est disposé pour recevoir, dans des cases de dimensions appropriées, vingt bouillottes à la fois. Le casier, supporté par deux tourillons, pivote de manière que les bouillottes, qui y sont placées, puissent prendre à volonté la position horizontale pour le chargement et le déchargement, ou la position verticale pour l'opération du réchauffage. On le fixe dans ces deux positions au moyen de crochets.

Lorsque les bouillottes froides, retirées des voitures, sont chargées dans le casier, on le redresse et on amène le chariot dans le local des chaudières; on débouche les bouillottes et l'on pousse le chariot sous le bâti, dans une position déterminée par un guide fixé sur le plancher et que les galets sont forcés de suivre. Ce bâti supporte un système de tuyaux communiquant avec la chaudière, en nombre égal à celui des cases du chariot, et disposés de manière à correspondre aux goulots des bouillottes. Ils sont munis de robinets qu'on ouvre à volonté, selon le nombre de bouillottes placées dans le casier et sont guidés par une plaque trouée qui les empêche de dévier.

Au moyen d'un levier à main, on abaisse ces tuyaux pour les faire pénétrer dans les orifices des bouillottes. Le tuyau de prise de vapeur qui les met en communication avec la chaudière est, à cet effet, muni d'un plongeur avec boîte à étoupes. On ouvre le robinet d'introduction de vapeur placé sur ce tuyau et, lorsque l'eau est échauffée

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à la température convenable, on referme le robinet, on relève les tuyaux, on sort le chariot de dessous le bâti et on remet les bouchons des bouillottes. Ces bouchons ont une fermeture à baïonnette, qui se manœuvre au moyen d'une clef; ce système de fermeture est plus rapide que celui des bouchons à vis.

Fig. 13. Élévation longitudinale du chariot-tricycle, avec son casier portant les bouillottes disposées sur quatre rangs en contenant chacun cinq.

Fig. 14. Vue de bout dudit chariot.

a, bâti en bois supportant l'appareil d'injection de vapeur.

b, tuyau fixe par lequel arrive la vapeur des chaudières.

c, tuyau plongeur mobile, se raccordant avec le tuyau *b* au moyen d'une boîte à étoupes.

d, conduite horizontale rectangulaire, reliée au tuyau *c* et portant quatre branchements, munis chacun de cinq ajutages avec robinets disposés de manière à correspondre chacun exactement aux goulots des bouillottes.

e, robinets d'injection de vapeur correspondant avec chaque bouillotte.

f, bouillottes; celle du milieu (fig. 13) montre, par un arrachement supérieur, la position de l'ajutage d'injection.

g, chariot-tricycle portant le casier mobile dans lequel sont placées les bouillottes.

h, *h*, tourillons autour duquel pivote le casier mobile, lorsqu'on doit redresser verticalement les bouillottes pour l'opération de l'injection de vapeur ou les mettre horizontalement pour les sortir ou les entrer; dans ces deux positions, le casier est maintenu fixe par un crochet spécial qui ne peut se voir sur le dessin.

i, *i*, rails servant à guider le chariot sous le bâti *a*.

j, poignées de conduite du chariot.

k, *k*, arrêts de butée du chariot.

l, arbre de relevage de l'appareil d'injection.

m, *m*, bielles de relevage de l'appareil d'injection.

n, levier de manœuvre de l'appareil d'injection avec contre-poids pour équilibrer la charge.

o, glissières guidant l'appareil d'injection pendant sa levée ou sa descente.

p, plaque horizontale, portant des trous en nombre égal à celui des bouillottes et dans lesquels se placent exactement les ajutages à robinets *e* qui, de cette manière, ne peuvent dévier.

(M.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MÉTALLURGIE SIDÉRURGIQUE.

SUR DIVERS ESSAIS ENTREPRIS RÉCEMMENT POUR DÉPHOSPHORER LA FONTE, PAR M. GRUNER MEMBRE DU CONSEIL (1).

On sait, depuis longtemps, que le puddlage, opéré dans de bonnes conditions, permet d'enlever aux fontes les huit dixièmes environ du phosphore contenu. En traitant des fontes tenant 0,015 de phosphore, on peut produire des fers puddlés à 0,003 ou 0,004 de phosphore. Les conditions indispensables pour atteindre ce but sont : une sole en fonte, garnie d'oxyde de fer, et l'élimination des premières scories qui, souvent, sont trop riches en silice pour pouvoir retenir l'acide phosphorique. Il faut, comme je le constatais dès 1869, dans mon travail sur le procédé Heaton (2), que les scories de puddlage soient chargées, au maximum, de 30 pour 100 de silice. Au-delà de cette limite, le phosphate de fer est de nouveau décomposé, soit par le carbone, soit par le fer lui-même, et le phosphore s'unit de rechef au métal.

Cette condition indispensable de scories *peu siliceuses* ne peut être remplie que sur une sole et avec des parois en fonte, garnies de fer oxydé (riblons grillés ou minerais riches) et convenablement refroidies. Jusqu'en 1830, pendant 45 années, le puddlage se faisait sur une sole en sable argileux, ce qui rendait les scories siliceuses et empêchait l'oxydation du phosphore, et même, jusqu'à un certain point, celle du silicium. Dans ces conditions, il fallait, pour obtenir des fers passables par le puddlage, soumettre d'abord la fonte au *mazéage* ou *finage* dans un bas foyer, c'est-à-dire à un affinage préparatoire dans un appareil à *parois de fonte*, non susceptibles de réagir sur les scories comme le sable du fer à puddler. L'histoire du puddlage présente donc, en résumé, deux phases bien distinctes, marquées, la première, par des fours à parois en *briques et sable*, la seconde, par des fours à parois *métalliques* refroidies et garnies *d'oxyde de fer*. Or, cette dernière seule permet l'élimination partielle du phosphore.

Eh bien ! les deux phases dont je viens de parler, se retrouvent dans les nouveaux procédés d'affinage qui, depuis 10 à 15 ans, tendent à supplanter le puddlage, c'est-à-dire les procédés Bessemer et Martin-Siemens. Seu-

(1) Communication faite dans la séance du 29 novembre 1878.

(2) Voy. *Bulletin* de 1871, 2e série, t. XVIII, p. 217.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lement, ces procédés nouveaux en sont encore à leur phase des parois *argileuses*, et ce sont uniquement les essais, dont je voudrais entretenir un instant la Société, qui appartiennent à la nouvelle phase des appareils à parois *non siliceuses*, ou plutôt *peu riches en silice*.

On sait que l'avantage des procédés Bessemer et Martin-Siemens, sur l'affinage ancien, pratiqué dans les fours de puddlage, ou dans les bas foyers Comtois, tient à l'excès de température qui permet d'obtenir le métal affiné à l'état *fondu*, sous forme de *lingot*, et non à l'état *figé* ou de *loupe solide*. Celle-ci est un mélange confus de fer et de scories, tandis que le lingot est du métal homogène entièrement privé d'éléments scoriacés. Malheureusement, cet avantage est partiellement racheté, jusqu'à présent du moins, par la fâcheuse influence des parois argileuses. La garniture des cornues Bessemer et celle des reverbères *Siemens* fournissent, sans cesse, de la silice aux scories, et et empêchent ainsi la formation permanente du phosphate de fer. En effet, toutes les scories, provenant des affinages Bessemer et Martin-Siemens, renferment pour le moins 45 pour 100 de silice et à peine des traces d'acide phosphorique. Aussi le métal affiné est-il invariablement aussi riche en phosphore que la fonte brute, et même plus riche à cause du déchet inévitable.

Il suit de là que les deux procédés d'affinage nouveaux ne peuvent être appliqués aux fontes phosphoreuses, c'est-à-dire à la grande majorité des fontes anglaises, françaises et belges. On a donc été réduit, jusqu'à présent, à ne soumettre à ces méthodes nouvelles que des fontes obtenues avec des minerais *purs*, tels que ceux qui nous viennent de Bône et de Bilbao. A cette occasion, j'observerai incidemment que les rails en acier *phosphoré*, livrés aux chemins de fer, depuis deux à trois ans, ne proviennent pas de l'affinage proprement dit de fontes phosphoreuses, mais d'une simple dissolution d'anciens rails ou barres de fer soudé phosphoré dans un bain de fonte provenant de minerais purs. Dans ce travail, pas plus que dans le procédé Martin ordinaire, il n'y a la plus légère élimination de phosphore.

Du fait, ci-dessus rappelé, que le phosphore ne peut être enlevé au fer ni dans la cornue Bessemer, ni dans le four Siemens, quelques personnes ont cru pouvoir conclure que la cause en était à *l'excès de température*. M. Lowthian Bell, en particulier, l'éminent métallurgiste anglais, affirme, dans son dernier Mémoire sur la déphosphoration, que la séparation du phosphore se fait *en raison inverse de la température*. S'il en était ainsi, il faudrait renoncer à tout jamais à l'espoir de pouvoir enlever le phosphore au

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fer dans les appareils Bessemer et Martin-Siemens, puisque la température y est toujours nécessairement excessive, Or, il y a là erreur évidente. Ce qui précède, semble en effet déjà montrer que le facteur essentiel, dont il faut se préoccuper, n'est pas la température, mais la nature plus ou moins *siliceuse* ou *basique* de la scorie, et cette conclusion anticipée ressortira clairement, je l'espère, des faits nouveaux que je vais citer.

Remarquons, d'abord, qu'on ne peut songer à se servir, dans les appareils nouveaux, d'une garniture en fer oxydé riche, comme dans les fours à puddler. La haute température déterminerait la fusion immédiate du fer oxydulé magnétique, c'est-à-dire la destruction même de cette garniture. Mais on peut remplacer l'oxyde de fer par des bases infusibles comme la chaux, la magnésie ou l'alumine. Il y a quelques années, M. Tessié du Motay a essayé, à Terre-Noire, des briques en *magnésie* dans une cornue Bessemer d'une forme spéciale. Les briques ont résisté, mais les essais furent bientôt suspendus à cause du haut prix de ces briques et, aussi, par suite de divers autres motifs, inutiles à signaler ici et d'ailleurs étrangers au procédé lui-même. M. Siemens, à la demande du regretté Le Chatellier, fit usage de *bauxite* en guise d'alumine. Il fallut y renoncer, parce que la bauxite ordinaire est encore trop chargée de silice. Reste la *chaux*. Plusieurs personnes y ont songé, et, en effet, lorsqu'on voit, dans le Châtillonais et en Styrie, des creusets de hauts fourneaux construits en calcaire, et, dans les laboratoires, les petits fours à chalumeau servir à M. Deville pour la fusion du platine, on est naturellement amené à se demander, si la chaux ne pourrait pas être utilisée dans les cornues Bessemer? Quant à moi, je n'en doute pas. La seule difficulté à vaincre est de donner à la chaux plus de consistance. Il faut la combiner avec un élément qui l'empêche d'absorber l'humidité et de se déliter dans les intervalles des opérations. Dans mon traité de métallurgie générale, où cette question a été traitée, j'ai proposé l'emploi du silicate de soude (*verre soluble*), comme substance propre à agglomérer et durcir la chaux (1). Cette idée a été mise en paratique par deux jeunes métallurgistes anglais, MM. Thomas (G.) et Gilchrist (C.), dans la forge de Blaenavon, près de Pontypool, dans le pays de Galles. Ils ont garni, de la sorte, une petite cornue Bessemer de la contenance de 150 à 200 kilog. L'opération pratiquée dans l'appareil fortement chauffé et sur des fontes bien chaudes,

(1) *Traité de métallurgie*, t. II, p. 206.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

marcha bien à la condition d'avoir, dans la garniture, moins de 15 à 16 pour 100 de silice, et d'ajouter à la fonte, pour protéger les parois basiques, une certaine proportion (5 à 15 pour 100) de chaux vive pure ou un mélange de chaux et de minerai de fer riche. Dans ces circonstances, la proportion de silice se trouvait ramenée à moins de 25 à 30 pour 100 dans les scories, et celle du phosphore, assez souvent, à moins de 0,001 dans le métal affiné. Cependant la garniture ne s'est pas montrée assez dure pour résister à un grand nombre d'opérations successives.

MM. Thomas et Gilchrist songèrent alors à préparer des briques avec un calcaire magnésien légèrement argileux. Le calcaire fut broyé, les briques fortement comprimées, puis cuites à une température excessive longtemps prolongée. On obtint ainsi un produit dur et dense qui, malgré la faible proportion de silice, ne se délite nullement à l'air. Une analyse de ces briques, faite, à ma demande, au bureau d'essai de l'Ecole des mines de Paris, a donné le résultat suivant :

Silice.	12,3
Alumine.	11,2
Peroxyde de fer.	1,5
Chaux.	49,3
Magnésie.	25,2
	99,5

J'ai trouvé sa densité de 2,80.

C'est un silicate très-basique, ou plutôt, comme la chaux n'absorbe pas l'humidité, un silico-aluminate de chaux et de magnésie. La cornue Bessemer en fut revêtue intérieurement, et les opérations furent conduites avec des additions de chaux et d'oxyde de fer, afin de ménager les briques. Je ne citerai ici que trois opérations, pour montrer l'influence de la silice contenue dans la scorie, sur le phosphore du métal obtenu. Je rappelle que la fonte traitée tient 1,4 à 1,5 pour 100 de phosphore.

Première expérience, où le réactif basique ajouté s'est trouvé en proportion insuffisante :

La scorie de l'appareil Bessemer tenait :

Silice.	25,1
Acide phosphorique.	11,5
Chaux et magnésie.	40,0

Le métal obtenu retenait encore 0,0085 de phosphore.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Deuxième expérience, où le poids absolu de la scorie était trop faible, en sorte que, par sa forte teneur en acide phosphorique, elle a réagi sur la nature du métal.

Dans la scorie on a trouvé :

Silice.	18,8
Acide phosphorique.	14,4

Le métal du lingot tenait encore 0,005 de phosphore.

Troisième expérience faite dans de bonnes conditions :

La scorie a donné :

Silice.	15,9
Acide phosphorique.	11,7

L'acier obtenu ne tenait que 0,0008 de phosphore.

De ces trois essais, on peut certainement conclure que la haute température de l'affinage Bessemer n'empêche pas la déphosphoration, dès que la scorie est suffisamment basique et en proportion assez forte pour qu'elle ne soit pas elle-même chargée de plus de 11 à 12 pour 100 d'acide phosphorique.

J'ajouterai, qu'une scorie provenant d'une bonne opération, analysée au bureau d'essai de l'Ecole des Mines, s'est trouvée composée de :

Silice.	20,30
Alumine.	3,60
Chaux.	30,30
Magnésie.	5,30
Protoxyde de fer.	25,20
Protoxyde de manganèse.	3,10
Acide phosphorique.	11,80
Acide vanadique.	0,36
Soufre.	»
	99,96

Pour réaliser ces conditions, il faut que les briques de la garniture ne renferment pas au-delà de 15 pour 100 de silice, et que les réactifs basiques ajoutés soient en proportion suffisante pour que la scorie produite ne tienne pas non plus sensiblement plus de 15 à 20 pour 100 de silice. Cette proportion du réactif basique nécessaire dépend d'ailleurs évidemment de la dose de silicium que renferme la fonte à affiner.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En résumé, on voit que la haute température de l'appareil Bessemer n'empêche nullement la déphosphoration de la fonte, dès que la garniture se compose de briques suffisamment basiques. On peut dire tout au plus que si, à la température relativement faible du puddlage, on peut tolérer jusqu'à 30 pour 100 de silice dans les scories, il faut que cette proportion de silice descende à 20 pour 100 ou au-dessous, aux températures élevées de la fusion du fer doux. Mais aussi, lorsque les scories Bessemer ne tiennent pas au-delà de 15 à 20 pour 100 de silice, on peut ramener les fontes, tenant 0,015 de phosphore, à un métal affiné d'au plus 0,001 de phosphore, tandis que le puddlage *ordinaire* descend rarement à moins de 0,003 à 0,004; je dis à dessein le puddlage *ordinaire*, car on sait que dans des essais de *mazéage* (ou *finage*), faits par MM. Lowthian Bell, Krupp et autres, sur des soles en fer oxydé, et, au besoin, en présence de manganèse oxydé, on peut aussi obtenir des fontes *finées* à très-basse teneur en phosphore; mais ces produits sont encore des *fontes* et non du *fer doux* ou de l'*acier* complétement affiné.

En tout cas, on le voit, la déphosphoration de la fonte a fait un grand pas. On peut l'opérer *directement* dans la cornue Bessemer, et, par cela même, dans les fours Siemens, si, dans les deux appareils, on remplace la garniture siliceuse par des parois *réfractaires*, *aussi basiques que possible*. Il faut, en un mot, pour l'affinage de la fonte, une sole peu différente de celle dont on se sert pour la coupellation du plomb d'œuvre qui se fait, comme on sait, dans un vase dont les parois sont en calcaire légèrement argileux. Les expériences, faites à Blaenavon, ont ouvert la voie. Il ne reste plus qu'à trouver, dans chaque cas particulier, les matériaux les plus propres à fournir un bon revêtement basique. Les dolomies légèrement argileuses semblent devoir convenir, dans la plupart des cas, si on les soumet à une cuisson énergique.

Comme annexe à la note précédente, je donnerai l'analyse d'un beau produit cristallin, obtenu lors de la cuisson à outrance des briques calcaréo-magnésiennes ci-dessus mentionnées. En calcinant ces briques basiques dans un four, dont les parois étaient formées de matériaux siliceux, celles qui se trouvaient au contact de ces parois siliceuses sont entrées en fusion et, après refroidissement lent, on a trouvé, au fond du fourneau, un amas de beaux cristaux prismatiques transparents gris-bleuâtres, qui ont exactement l'apparence et la composition du *pyroxène diopside;* c'est un bisilicate de chaux et de magnésie sans trace d'alumine. L'analyse, faite au bureau d'essai, a donné :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Silice.	52,6
Alumine.	0,0
Oxyde de fer.	0,3
Chaux.	27,8
Magnésie.	18,9
	99,6

On voit que, à cette haute température, la silice a expulsé complétement l'alumine des briques, ce qui semble bien indiquer que, dans ces briques, l'alumine jouait le rôle d'acide et non de base.

M. Friedel a reconnu que les cristaux possédaient bien réellement les angles du diopside. Au sujet de ces cristaux, j'observerai encore que beaucoup de laitiers, provenant des hauts fourneaux suédois où le fondant est de la dolomie, présentent des cristaux et une composition analogues, et que Berthier a directement obtenu, il y a longtemps, le diopside, en fondant dans un creuset la silice, la chaux et la magnésie dans les proportions convenables.

CHIMIE MÉTALLURGIQUE.

SUR QUELQUES PERFECTIONNEMENTS RÉCENTS INTRODUITS DANS LA MÉTALLURGIE DU NICKEL, PAR M. ALFRED H. ALLEN.

Le traitement des minerais de nickel et de cobalt a été rarement pratiqué en Angleterre, et les quelques usines de ce pays, qui se sont spécialement consacrées à cette branche de la métallurgie, ont, avec plus ou moins de raison, tenu leurs procédés entièrement secrets.

Jusque dans ces dernières années, les minerais traités pour nickel et cobalt ont toujours contenu à la fois ces deux métaux, en sorte que le problème à résoudre consistait à trouver la méthode la plus avantageuse, d'abord pour les débarrasser de leur gangue, et ensuite pour les séparer l'un de l'autre. Le cobalt et le nickel présentent, comme on sait, dans leurs caractères chimiques, la plus entière ressemblance et n'était la différence qui existe dans la couleur de leurs sels, il serait souvent difficile de les distinguer.

En pratique, le nickel et le cobalt s'extraient ordinairement à l'état de matte ou régule contenant, en proportions variables, du nickel, du cobalt, du cuivre, du bismuth, de l'antimoine, de l'arsenic, du fer, du soufre, etc. Quelquefois, on a profité de l'affinité extraordinaire que le nickel a pour l'arsenic, pour le séparer des autres mé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

taux qui l'accompagnent et même pour le doser quantitativement, suivant la méthode au chalumeau indiqué par Plattner.

Après avoir concentré la matte par le grillage, on dissout la matière dans l'acide chlorhydrique et on opère ensuite la séparation des différents métaux par les procédés chimiques ordinaires. Ainsi le cuivre, l'arsenic, l'antimoine, etc., sont précipités par l'hydrogène sulfuré; la liqueur filtrée est traitée par un agent oxydant et le fer précipité par le carbonate de chaux. On reprend la liqueur filtrée, dans laquelle on verse une solution de chlorure de chaux; le cobalt est précipité à l'état de peroxyde, et en reprenant la liqueur, le nickel qu'elle contient est séparé au moyen de la chaux. Quelquefois, le fer et l'arsenic sont séparés à l'état d'arseniate de fer et ainsi de suite.

Ce que nous venons de dire n'est qu'une esquisse très-abrégée des méthodes de traitement qu'on a, jusqu'ici, employées avec plus ou moins de modifications; mais tous ces procédés d'extraction du nickel et du cobalt ont été récemment bouleversés par la découverte faite dans ces derniers temps, en Nouvelle-Calédonie, de gisements de nickel d'un caractère tout spécial.

Bien que les ouvrages de minéralogie fassent mention de l'existence d'oxydes minéraux naturels contenant du nickel, on n'avait, pour ainsi dire, traité jusqu'ici, d'une manière un peu pratique, que les sulfures et les arseniures qui, on vient de le voir, sont des composés assez compliqués, ne contenant guère plus de 3 ou 4 pour 100 de nickel.

Ce qui distingue surtout le minerai de la Nouvelle-Calédonie, c'est l'absence presque absolue de l'arsenic, du cuivre et des autres métaux précipitables de leurs solutions acides par l'hydrogène sulfuré; le soufre y fait également défaut; enfin le cobalt, qui est l'associé ordinaire du nickel, est rare dans le nouveau minerai qui n'en contient souvent que de très-faibles proportions.

Le minerai néo-calédonien est essentiellement un hydrosilicate de nickel et de magnésie. Quelquefois, il renferme une quantité considérable de fer à l'état de silicate et aussi de fer chromé. La variété la plus riche en nickel est d'une belle couleur verte, dont la nuance rappelle assez souvent celle de la malachite. Comme les variétés sont nombreuses, les analyses diffèrent; on s'en rendra compte à l'examen du tableau suivant, qui montre la composition de plusieurs types riches, de provenances différentes, mais surtout de la Nouvelle-Calédonie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOM donné au minéral.	PROVENANCE.	AUTEUR.	PESANTEUR SPÉCIFIQUE.	SILICE $Si\,O^2$.	ALUMINE $Al^2\,O^3$.	PEROXYDE de fer $Fe^2\,O^3$.	OXYDE de fer Fe O.	OXYDE de nickel Ni O.	NICKEL = Ni.	CHAUX Ca O.	MAGNÉSIE Mg O.	EAU $H^2\,O$.
1. Genthite. . . .	Lancaster.	Genth.	2,41	35,36	»	»	0,24	30,64	24,07	»	14,60	19,09
	Pensylvanie. . . .											
2. Genthite. . . .	Webster.	Dunnington. .	2,48	49,89	»	»	0,06	22,35	17,56	»	16,60	12,36
3. » . . .	Nouv.-Calédonie.	Liversidge. . .	2,27	47,24	»	1,77	»	24,01	18,86	traces	21,66	5,27.
4. » . . .	id.	Typke.	»	55,90	»	0,82	»	35,56	27,94	traces	0,81	7,51
5. » . . .	id.	Christofle. . . .	»	37,6	»	6,60	»	18,66	14,66	»	15,00	21,60
6. Garnierite. . .	id.	Garnier.	»	41,00	»	0,60	»	19,00	14,93	traces	16,3	20,00
7. » . . .	id.	Allen.	2,86	52,41	absence.	absence	0,78	30,14	23,68	traces	10,37	6,27
8. Pimelite. . . .	Silésie.	Klaproth. . . .	»	35,00	5,00	4,58	»	15,63	12,28	0,42	1,25	38,12
9. Alipite. . . .	id.	Schmidt. . . .	1,46	54,63	0,30	»	1,13	32,66	25,66	0,16	5,89	5,23
10. Pimelite. . . .	id.	Baer.	2,71	35,80	23,04	2,69	»	2,78	2,18	»	14,66	21,03

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un minerai analogue à celui de la Nouvelle-Calédonie a été trouvé en Espagne, dans la province de Malaga, mais il est loin d'être aussi riche, comme l'indiquent les analyses ci-dessous :

Silice.	37,48	37,14
Alumine.	34,48	28,59
Oxyde de fer.	9,00	12,21
Oxyde de chrome.	3,60	4,37
Oxydes de nickel et de cobalt. . . .	3,98	4,00
Magnésie. } . . . . . Chaux. . }	11,76	10,91 1,53
Soufre.	traces	0,13
	100,30	98,88

On remarquera, dans ces analyses, qu'il n'y a pas d'eau de combinaison.

Les gisements de la Nouvelle-Calédonie ne fournissent pas toujours des minerais aussi riches que ceux compris dans le tableau ci-dessus; en pratique, les exploitants ont fini par reconnaître qu'il leur était difficile de remplir les conditions, qui leur avaient été demandées par traité, de fournir du minerai contenant, après dessiccation à 100 degrés C, 10 p. 100 de nickel métallique. Pour ma part, j'ai vu recevoir, en Angleterre, un chargement qui n'accusait plus que 12, 3 pour 100 de métal, alors qu'on l'avait annoncé contenir 29 pour 100 de nickel métallique et seulement 3 pour 100 de magnésie.

Parmi les nombreux échantillons qui arrivent en Angleterre, il m'en est passé un grand nombre par les mains, en sorte qu'on peut considérer comme une moyenne les deux analyses que je donne ci-dessous :

	No 1.	No 2.
Silice.	46,44	40,45
Alumine.	0,06	1,54
Oxyde de fer.	1,83	4,96
Oxyde de cuivre.	absence	0,03
Oxyde de plomb.	absence	0,09
Oxyde de nickel.	15,33 (12,05 p. 100 Ni.)	13,25 (10,42 p. 100 Ni.)
Magnésie.	15,90	24,62
Chaux.	traces	traces
Eau de combinaison.	8,02	9,40
Eau non combinée.	11,30	5,60
	98,88	99,94

Bien que ces analyses aient été de beaucoup simplifiées par suite de l'absence des autres métaux qui accompagnent souvent le nickel, il me semble qu'il n'existe encore aucune méthode d'essai rapide et sûre pour les minerais de la Nouvelle-Calédonie, en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sorte que je ne crois pas inutile de recommander le procédé suivant, dont je me suis servi avec succès :

Deux grammes de minerai bien séché sont fondus dans un creuset de platine avec du sulfate acide de potasse et un peu de nitre. Après décomposition des matières, on traite par l'eau chaude, puis on fait bouillir le résidu avec de l'acide chlorhydrique et le tout est filtré. Après avoir presque neutralisé la solution par de l'ammoniaque ajoutée avec précaution, on la traite par de l'acétate d'ammoniaque en excès et on fait bouillir, après quoi on sépare, par filtration, le fer, l'alumine et le chrome; on redissout ensuite le précipité dans l'acide chlorhydrique et on précipite de nouveau par l'acétate. On mélange les liqueurs filtrées et le produit des lavages, on les chauffe jusqu'à l'ébullition, on ajoute de l'ammoniaque jusqu'à ce qu'il ne reste plus qu'une petite quantité d'acide acétique libre et, enfin, on fait passer un courant d'hydrogène sulfuré dans la liqueur, en ayant soin de la maintenir en ébullition.

De cette manière, le nickel et le cobalt (s'il en existe) sont précipités à l'état de sulfures et la séparation d'avec la magnésie est effectuée sans difficulté. Le précipité, lavé avec de l'eau contenant de l'acétate d'ammoniaque et de l'hydrogène sulfuré, bien rincé sur le filtre, est alors traité par de l'acide nitrique et quelques gouttes d'acide sulfurique. Lorsqu'il est complétement transformé en sulfate soluble, on ajoute de l'ammoniaque en excès et, s'il y a quelque peu de matière en précipitation, on la filtre. La solution ammoniacale peut être traitée de deux manières :

On peut la mettre dans un creuset de platine, où l'on obtient le nickel en dépôt galvanique, en employant une pile de Grave à deux éléments et une plaque de platine immergée dans le liquide pour servir d'anode. La seule précaution à prendre, c'est de maintenir la liqueur fortement ammoniacale ; après quoi, il faut laisser au phénomène le temps nécessaire pour se produire. Le résultat de l'opération est certain et même en dessous de la vérité.

Dans ces derniers temps, j'ai abandonné la méthode électrolytique ci-dessus pour doser directement le nickel à l'état de sulfate. La solution de sulfate double de nickel et d'ammoniaque est évaporée à siccité et le résidu chauffé jusqu'au rouge sombre. On l'humecte ensuite avec une goutte d'acide nitrique et d'acide sulfurique, et on chauffe doucement. On obtient ainsi du sulfate anhydre de nickel, contenant un peu de cobalt (ou de cuivre) qui peut provenir du minerai même où il s'est trouvé associé.

J'ai eu l'occasion d'avoir, à mon laboratoire, de nombreux échantillons de minerais néo-calédoniens; au point de vue du caractère minéralogique, je ne parlerai que des spécimens les plus purs.

Le minerai est amorphe et d'une couleur de vert-pomme brillant; généralement la masse présente de nombreuses fissures, souvent remplies de plaques minces de silice blanche, s'entrecroisant dans tous les sens. Plongés dans l'eau, quelques échantillons se désagrègent en fragments à cassure conchoïde. La pesanteur spécifique est de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2,2 à 2,9. Chauffé, le minerai dégage de l'eau; fondu dans un têt de borax sur un fil de platine, il donne un globule de nickel métallique.

Le minerai de nickel se rencontre ordinairement en veines au milieu des roches de serpentine, où il est souvent associé avec du fer chromé, de la stéatite et d'autres minéraux appartenant à cette formation. Parfois, il est à l'état de revêtement sur la roche même.

Un minerai, comme celui dont il est question ici, qui ne renferme surtout d'autre métal étranger que le fer chromé, est évidemment très-favorable à l'extraction du nickel, et, comme c'est le cas du minerai de la Nouvelle-Calédonie, il n'a pas manqué d'attirer l'attention des métallurgistes qui ont pris, dans ces derniers temps, de nombreux brevets pour des méthodes de traitement plus ou moins économiques.

Une des principales méthodes que nous signalerons, est celle de MM. Christofle et Bouilhet. C'est une méthode par la voie humide, comprenant la dissolution du minerai dans l'acide chlorhydrique, l'oxydation du fer par le chlorure de chaux, sa précipitation par la craie et le traitement de la liqueur filtrée par l'eau de chaux, de manière à précipiter l'oxyde de nickel et à laisser la magnésie en solution. En pratique, les inventeurs trouvent préférable, cependant, d'employer le chlorure de chaux et de faire intervenir seulement l'eau de chaux pour achever la précipitation. Ils regardent comme impossible d'empêcher la précipitation simultanée d'une partie de la magnésie et indiquent que, en présence du carbone et des sulfates contenus dans l'oxyde de nickel, il doit se former nécessairement une scorie sulfureuse pendant l'opération de la réduction du métal.

Je suis moi-même l'auteur d'un procédé de traitement du minerai néo-calédonien, que je vais sommairement décrire :

Ayant eu l'occasion d'essayer de nombreux échantillons de ce minerai, j'avais été frappé de la facilité avec laquelle il se laisse attaquer par les acides, et ayant le plus souvent employé l'acide sulfurique, j'avais trouvé qu'il présentait plus d'avantages que l'acide chlorhydrique pour cette opération. Lorsqu'on se sert de ce dernier, comme il est nécessaire d'en ajouter en excès une notable quantité, on obtient une liqueur ou sorte de gelée fortement acide. L'effet de l'acide sulfurique est très-remarquable. Ainsi, si l'on traite un poids déterminé de minerai en poudre par une quantité égale en poids d'acide sulfurique et d'eau, l'action a lieu rapidement (sans qu'il soit besoin de chauffer); le mélange se boursouffle d'abord, puis se résout bientôt en une masse sèche et poreuse, formée de silice fine mélangée à des sulfates de nickel, de fer et de magnésie. Ce qui se passe là, rappelle le traitement auquel on a recours pour fabriquer les superphosphates. Il est bon d'ajouter une petite quantité de nitrate de soude, pour éviter d'être obligé, par la suite, de transformer le fer en peroxyde.

Cela fait, on chauffe au rouge pour se débarrasser de l'acide sulfurique libre, et on obtient alors un produit blanc pulvérulent. Ce produit est traité par une quantité minimum

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'eau, qui dissout les sulfates métalliques et produit un résidu formé de silice, de fer chromé et de quelque peu de minerai non décomposé. Après avoir laissé reposer aussi complétement que possible, on décante la liqueur qui est d'un vert foncé. Comme les métaux qu'elle renferme sont à l'état de sulfates, je préfère, au lieu de chaux ou de craie, employer pour les traiter la même dose de magnésie calcinée. Au préalable, il est nécessaire de s'assurer de la quantité de fer que renferme la liqueur, afin de n'ajouter que la proportion théorique de magnésie nécessaire pour la réaction. Il est donc important de n'agir au début qu'avec une dose minima, et de n'ajouter le reste qu'après avoir fait un essai avant que la précipitation ne soit complétement réalisée. L'expérience m'a démontré qu'il ne se précipite pas de nickel tant qu'il reste un sel de fer dans la dissolution. L'alumine et l'oxyde de chrome qui peuvent exister sont précipités en même temps que l'oxyde de fer, ainsi que la silice et les autres matières en suspension. Il ne reste plus ensuite qu'à précipiter le nickel, ce qui peut se faire de différentes manières, parmi lesquelles je préfère la suivante :

On emploie la quantité de magnésie calcinée exactement suffisante pour précipiter le nickel, en même temps qu'on fait passer un courant d'hydrogène sulfuré ; l'opération doit se faire à la température de l'ébullition. La réaction qui a lieu est celle-ci :

$$Ni\,S\,O^4 + Mg\,O + H^2\,S = Ni\,S + Mg\,S\,O^4 + H^2\,O$$

Cette réaction n'est pas seulement théorique ; l'expérience m'a démontré que la précipitation du nickel est complète, sans autre addition de magnésie que celle théoriquement nécessaire. Cette méthode ne m'a réussi qu'après un certain nombre d'essais infructueux pour arriver à obtenir un sulfure de magnésium. Le nickel obtenu à l'état de sulfure constitue un précipité épais, noir et ne s'oxydant pas de suite. Sa conversion en oxyde et en nickel métallique s'obtient par les moyens ordinaires. J'ai traité par le procédé que je viens de décrire 1/2 cwt de minerai (25^k,40) et j'ai réussi dans des conditions qui permettent d'affirmer qu'on réussirait aussi bien sur une grande échelle.

On objectera, peut-être, que le mode de précipiter le nickel à l'état de sulfure oblige à recourir ensuite à plusieurs manipulations pour l'obtenir à l'état métallique. En se reportant à l'équation ci-dessus, on peut être tenté d'en inférer que, sans avoir recours à l'hydrogène sulfuré, le nickel devrait être obtenu directement à l'état d'oxyde suivant cette autre équation :

$$Ni\,S\,O^4 + Mg\,O = Ni\,O + Mg\,S\,O^4$$

Tel n'est pas le cas cependant ; la réaction qui se fait parfaitement, grâce à l'intervention de l'hydrogène sulfuré, est incomplète sans lui. En raison probablement de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'affinité de la magnésie pour l'oxyde de nickel, il est impossible de décomposer complétement une solution de sulfate de nickel, même quand la magnésie est ajoutée en grand excès.

Lorsque le minerai néo-calédonien est traité par la magnésie pour la séparation du fer et du nickel, la liqueur séparée du précipité contenant le dernier métal est une solution concentrée de sulfate de magnésie presque pur, et ce sel peut être obtenu facilement par simple évaporation. Ce côté du procédé aurait pu avoir quelque valeur, si on n'avait découvert, il y a quelques années, d'abondants gisements de sulfate de magnésie naturel, connu sous le nom de *Kieserite*.

Un mode de traitement, quelque peu analogue au mien, est celui de M. Kamienski dont le brevet, je dois le reconnaître, est un peu antérieur à ma patente. M. Kamienski attaque le minerai par l'acide chlorhydrique et précipite le fer au moyen du chlore et du carbonate de magnésie. Après avoir décanté la liqueur, il la traite par du carbonate de soude et obtient enfin, en plusieurs fois, le nickel à l'état de carbonate avec un produit secondaire qui n'est autre que des chlorures de sodium et de magnésium.

Comme le minerai de la Nouvelle-Calédonie ne contient à peu près que 15 pour 100 de métaux, il est évident qu'il serait à désirer qu'on pût réaliser une concentration suffisante au moyen d'un traitement par la voie sèche, qui permettrait de se débarrasser de la silice et de la magnésie. Différentes méthodes ont été proposées dans ce but, parmi lesquelles la plus remarquable est celle de M. Jules Garnier.

M. Garnier propose de produire une fonte de nickel impure, en fondant le minerai dans des creusets avec du poussier de charbon et des fondants. Il propose également de fondre le minerai dans des espèces de hauts-fourneaux, d'obtenir à la coulée un carbure de nickel impur et de raffiner celui-ci par une espèce de puddlage ou par une opération analogue à celle de Bessemer.

Un autre procédé par la voie sèche est celui de M. Alexander Parkes, de Birmingham. D'après sa patente, ce procédé consiste à fondre le minerai de nickel oxydé avec du cuivre oxydé, des fondants et une matière charbonneuse, de manière à former un alliage de cuivre, de nickel et de fer destiné à être ensuite raffiné. Les proportions à employer sont, pour une tonne de minerai à 10 pour 100, 4 cwt (203^{k},10) de spath-fluor, 1/2 cwt (25^{k},40) de sel en roche, 4 cwt de rognures de cuivre et 2,5 cwt (126^{k},90) d'anthracite. Ce mélange est placé dans un four à réverbère ; au bout de quatre ou cinq heures, on ajoute de 2 à 4 cwt (101^{k},50 à 203^{k},10) de cuivre métallique en grains et on laisse encore une heure, après quoi on coule dans des moules ou bien on écume et fait couler dans l'eau. Pour le raffinage du métal brut ainsi obtenu, on refond une tonne avec 2 ou 3 cwt (101^{k},50 à 152^{k},30) de rognures de cuivre, 1 cwt (50^{k},75) de sable et 0,50 cwt (25^{k},40) de chaux en ayant soin d'entretenir une flamme oxydante.

Des expériences en grand ont été faites sous la direction de l'inventeur même, et,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

comme dans un grand nombre d'applications, le nickel est employé à l'état d'alliage avec le cuivre, ce procédé semblerait devoir parfaitement convenir pour les cas où le métal doit recevoir cette destination. Le produit obtenu dans la première opération au réverbère, contenant toujours une proportion plus ou moins forte de fer, on n'a pas trouvé, jusqu'ici, un moyen pratique de s'en débarrasser complétement, même par des raffinages successifs avec du cuivre oxydé. Ces raffinages répétés donnent un alliage fortement chargé de cuivre, en sorte que, pour préparer l'argent d'Allemagne (*German Silver*), il devient nécessaire d'ajouter une certaine quantité de nickel pur obtenu par quelque autre méthode. C'est là un grave inconvénient dont j'ai, inutilement jusqu'ici, cherché à me rendre compte, en analysant de nombreux échantillons de l'alliage de cuivre et nickel obtenu par le procédé Parkes ; voici trois de ces analyses :

	A p. 100.	B p. 100.	C p. 100.
Arsenic.	»	traces	»
Cuivre.	74,80	68,31	65,80
Plomb.	traces	—	traces
Fer.	0,87	1,47	traces
Nickel.	23,60	29,08	33,50
Soufre.	0,45	0,25	0,34
	99,72	99,11	99,64

M. Parkes a également pris un brevet pour un procédé mixte, consistant à fondre le minerai avec du spath-fluor et du charbon avec addition de soufre, de sulfate de baryte ou de sulfate de chaux. Il indique qu'il forme ainsi un sulfure de fer et de nickel, qu'il suffira de traiter par les moyens ordinaires pour obtenir ce dernier métal. Je dois déclarer que j'ai essayé d'expérimenter cette méthode et que je suis loin d'avoir réussi. Au lieu de produire un sulfure, je n'ai obtenu qu'un siliciure de nickel et de fer. Supposant alors que mon échec était dû à la volatilisation d'une certaine quantité de soufre libre à une température comparativement basse, j'ai substitué à ce soufre libre un mélange de plâtre de Paris et de coke, et je n'ai pas mieux réussi, sauf que le produit était un peu plus pauvre en silice. Je ne crois pas, cependant, qu'il soit impossible d'arriver à un meilleur résultat, en apportant quelques modifications au mode d'opérer et c'est à quoi je travaille en ce moment.

Quel que soit le mode de traitement qu'on emploie pour le minerai néo-calédonien, à l'exception toutefois de celui de M. Parkes qui ne donne qu'un alliage de cuivre et de nickel, le produit qu'on obtient est un oxyde de nickel plus ou moins pur qu'on réduit en le chauffant dans des creusets avec du charbon de bois. A cet effet, on mélange l'oxyde avec un peu de farine et d'eau, de manière à en faire une pâte épaisse que l'on découpe en cubes et qu'on fait sécher ; quelquefois on supprime la farine. Ces cubes sont ensuite placés dans des creusets de plombagine avec du poussier de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

charbon de bois. Les creusets sont portés à une température supérieure à la température de fusion de cuivre. L'oxyde de nickel est réduit par le charbon et surtout par celui qui provient de la calcination de la farine. Le métal réduit ne fond pas, il se ramollit à peine; aussi retrouve-t-on les cubes, qui ont généralement conservé leur forme.

Le nickel qu'on trouve dans le commerce est de qualité très-variable; ce n'est souvent qu'un alliage, où le cuivre entre en plus ou moins forte proportion. Les monnaies de nickel, dont certains pays font usage, contiennent toujours du cuivre et généralement dans la proportion des 2/3 du poids total.

Quiconque se propose d'analyser du nickel du commerce ou des alliages de nickel ne doit pas oublier qu'il faut se garder d'employer l'hyposulfite de soude pour précipiter le cuivre; cette méthode, justement estimée dans d'autres cas, ne saurait convenir ici, car l'hyposulfite peut précipiter en même temps une notable quantité de nickel en sorte que le dosage de ce métal peut être erroné jusqu'à la proportion de 5 pour 100 et même plus. Comme la valeur des alliages s'estime d'après le nombre d'unités de nickel qu'ils renferment et que le nickel vaut 5 sh. la livre (soit 13 fr. 80 le kilogramme), on comprend quel soin on doit apporter aux analyses. Un des modes d'opérer qui m'a toujours réussi le mieux, consiste à précipiter le cuivre à l'état de sulfocyanure, en ajoutant un sulfite et un sulfocyanure alcalins à la solution légèrement acide de l'alliage. On peut également recourir à la méthode électrolytique dans une solution acide de sulfates. Après que le cuivre a été enlevé, on peut procéder de la même manière pour le nickel, en ayant soin que la liqueur soit fortement ammoniacale.

Les analyses suivantes se rapportent à des échantillons de nickel, fabriqué par M. Christofle avec du minerai néo-calédonien. L'échantillon n° 1 a été préparé par la voie humide et le n° 2 par un procédé mixte (voie humide et voie sèche) (1).

	N° 1 p. 100.	N° 2 p. 100.
Carbone	1,25	»
Silicium	0,54	0,13
Cuivre	»	0,50
Manganèse	0,36	»
Fer	»	1,60
Nickel	97,75	98,00
	99,90	100,23

De même que pour la métallurgie du fer, la présence du carbone ou du silicium

(1) Ces analyses ont été faites par M. Riche, et l'auteur les a sans doute extraites d'un Mémoire sur la métallurgie du nickel de M. Badoureau, ingénieur des mines, Mémoire inséré aux *Annales des mines* (5e livraison de 1877), et auquel nous faisons plus loin quelques emprunts. (M.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

favorise beaucoup la fusibilité du nickel qui, lorsqu'il est pur, ne fond, d'ailleurs, qu'à une très-haute température et donne un produit rarement exempt de soufflures. M. le professeur Winkler est parvenu récemment à remédier à cet inconvénient, en opérant dans une flamme aussi peu oxydante que possible. Il emploie un creuset de porcelaine enfoui dans un bloc de magnésie contenu lui-même dans un creuset d'argile, et ce dernier est placé dans un creuset de plombagine enveloppé de terre réfractaire. Pour la coulée, il verse le métal dans les moules à travers une flamme de pétrole, précaution qui a pour effet d'empêcher les soufflures.

Aujourd'hui qu'on emploie beaucoup le nickel à l'état de dépôt galvanique, la fonte des plaques de ce métal destinées à servir d'anodes prend une grande importance. Cette fonte se fait dans des creusets à acier, avec addition d'un peu de borax ou de quelque autre fondant.

Les analyses suivantes, que M. W. E. Gard a faites de deux anodes de nickel, sont intéressantes en ce qu'elles montrent les résultats de l'action électro-chimique. A est l'anode original et B le même anode après la perte de 50 pour 100 de son poids dans le bain :

	A p. 100.	B p. 100.
Carbone.	1,10	1,90
Silicium.	0,13	0,26
Soufre.	0,30	0,10
Fer.	0,11	0,31
Cobalt.	traces	traces
Nickel.	98,36	97,43
	100,00	100,00

On ajoute souvent une petite quantité d'étain au nickel qu'on veut fondre en plaques pour anodes; cette addition favorise beaucoup la fusibilité du métal, sans lui enlever aucune de ses qualités.

Le nickelage galvanique qui, depuis plusieurs années, a pris une grande extension a été, au début, l'objet de nombreux brevets. Le procédé, aujourd'hui reconnu comme donnant les meilleurs résultats, est celui qui repose sur l'emploi du sulfate double de nickel et d'ammoniaque (1) et qui recommande d'éviter la présence des alcalis fixes. Je dois, à cet égard, consigner ici une observation importante, résultat de mes recherches de laboratoire :

Bien que le sulfate double de nickel et d'ammoniaque se dissolve facilement dans l'eau, plus facilement que le sulfate de nickel lui-même, il est presque insoluble dans les liqueurs contenant une forte proportion de sulfate d'ammoniaque. Il en résulte

(1) C'est le procédé qu'emploie à Paris M. Gaiffe (voy. *Bulletin* de 1872, 2e série, t. XIX, p. 163).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que, si l'on verse une forte solution de sulfate d'ammoniaque dans une liqueur contenant du sulfate de nickel ou du sulfate de nickel et d'ammoniaque, il se forme un beau précipité légèrement bleu de sulfate double cristallin et la liqueur devient presque incolore. La précipitation est si complète, qu'on pourrait utiliser ce moyen pour précipiter le nickel restant dans les bains électro-chimiques hors de service.

On a proposé d'employer le courant d'une machine magnéto-électrique pour extraire le nickel métallique d'un bain contenant du minerai brut en solution, mais j'ignore si, jusqu'ici, le procédé a donné des résultats qui méritent d'être signalés.

(*Journal of the Society of arts.*)

Dans le Mémoire dont nous venons de donner la traduction, on a vu qu'il n'est question que des minerais de nickel de la Nouvelle-Calédonie, minerais silicatés dont le traitement est relativement facile surtout par la voie humide; mais il existe, en Europe, d'autres minerais de nickel connus et exploités depuis longtemps. Ce sont les pyrites de fer magnétique et nickélifère et les minerais arsenicaux riches en nickel et en cobalt de l'Italie, de l'Autriche, de la Hongrie et de la Suède, dont la nature plus complexe rend le traitement plus difficile. Ces minerais sont transformés généralement sur place en mattes ou en speiss, et c'est de leur traitement dont s'occupe surtout M. l'ingénieur Badoureau dans l'important Mémoire qu'il a publié, en 1877, dans les *Annales des mines,* Mémoire auquel nous avons fait allusion plus haut dans une note et auquel nous allons emprunter quelques détails relatifs au traitement par la voie sèche.

Transformation du minerai en speiss.

Usine de Schladming (*Autriche*). — En 1867, dit M. Badoureau, l'usine de Schladming traitait, par an, 30 tonnes de minerais arsenicaux, contenant 11 pour 100 de nickel et 1 pour 100 de cobalt (1). Ce minerai était grillé dans une stalle de 5 mètres de long, 4 mètres de large et 1^{m},20 de haut (fig. 1). La sole de cette stalle était construite en maçonnerie et munie de conduites pour la circulation de l'air. On disposait, en outre, de deux tuyaux en bois carrés, qu'on plaçait verticalement au-dessus des deux points A et B, où se réunissaient les conduites réservées dans la sole; ces tuyaux formaient cheminée même après leur carbonisation.

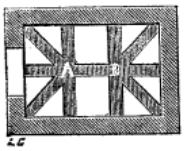


Fig. 1 (échelle de 1/200).

La charge comprenait 3 stères de bois, 1,50 hectolitre de menu charbon de bois et

(1) Cette usine ne fonctionne plus aujourd'hui.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

18 à 20 tonnes de minerai en morceaux de 2 ou 3 centimètres de diamètre. On recouvrait le tout de minerai menu, on fermait l'avant de la stalle par un mur en pierres sèches et l'on descendait de la braise allumée par les tuyaux de bois.

Le grillage durait de 5 à 8 jours. Pendant l'opération, on faisait encore des trous dans la masse avec un ringard en fer. Pendant l'opération, le minerai perdait 10 à 12 pour 100 de son poids, par suite du départ d'une partie de l'arsenic, du soufre et de l'acide carbonique et malgré la fixation de l'oxygène. A la fin de l'opération, on recueillait, à la surface du tas, de l'acide arsénieux et du sulfure d'arsenic à l'état de produits marchands.

Le minerai grillé était ensuite fondu avec 22 pour 100 de quartz dans un four à cuve qui existe encore. Ce four, que représentent en coupes verticales les figures 2 et 3, a une section transversale de forme trapézoïdale; la distance entre la face de la tuyère et la face antérieure est de $0^m,63$; la largeur de la face de la tuyère est de $0^m,48$ et la largeur de la face antérieure, de $0^m,55$. La hauteur, depuis la tuyère jusqu'au gueulard, est de $1^m,70$. Le four est muni d'un creuset intérieur, profond de $0^m,25$ et capable de contenir 140 kilogrammes de speiss. La poitrine du four est fermée. Les scories coulaient constamment par un trou de coulée, situé à la partie supérieure du creuset intérieur. Tant que ces scories restaient fluides, on augmentait la dose de quartz dans le lit de fusion, de façon à scorifier le plus possible de fer. Les scories étaient triées; celles qui contenaient des grenailles de speiss retournaient au fourneau; les autres étaient granulées, pilées et mélangées avec un lait de chaux et formaient ainsi une espèce de brasque avec laquelle on confectionnait des bassins pour le speiss. Il y avait deux de ces bassins, et à chacun d'eux correspondait un trou de coulée communiquant avec la partie inférieure du bassin intérieur. On laissait le speiss se refroidir dans le bassin et s'y solidifier par disques successifs de 4 à 5 centimètres d'épaisseur, que l'on soulevait avec une fourchette.

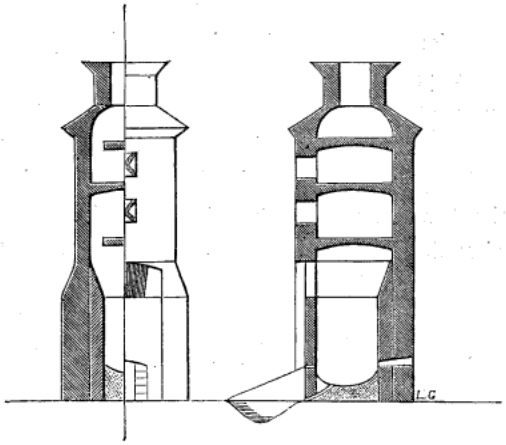


Fig. 2. (Échelle de 1/40) Fig. 3.

La machine soufflante était mue par une roue hydraulique et lançait dans le four 30 mètres cubes d'air par minute. Le four était desservi par trois postes de 2 ouvriers, qui se remplaçaient toutes les huit heures. Les campagnes pouvaient durer 20 jours.

On passait, par jour, 5 tonnes de minerai grillé, on consommait 900 kilogrammes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de charbon de bois, et l'on obtenait 1 400 kilog. de speiss. L'usine, traitant par an 30 tonnes de minerai, fabriquait 8 tonnes de speiss qu'elle expédiait à l'usine de Mandling pour subir un traitement ultérieur.

Usine de Georges, près Dobsina (*Hongrie*). — Les minerais traités dans cette usine tiennent, en moyenne, 6 pour 100 de nickel et de cobalt; la proportion du premier est triple de celle du second. Le minerai subit d'abord un grillage d'un seul feu, qui dure 2 ou 3 jours et qui se fait dans des stalles voûtées, ayant 4 mètres sur 5 et 3 de hauteur. On y charge 6 à 7 stères de bois, 40 tonnes de minerai et des schlamms (matières provenant de la préparation mécanique de minerais plus pauvres) par lits intercalés. L'air arrive par des canaux pratiqués dans la sole de la stalle. Les gaz brûlés arrivent à la cheminée, qui a 23 mètres de haut, par une conduite dans laquelle on recueille tous les ans, à l'état de dépôt, de l'acide arsénieux marchand.

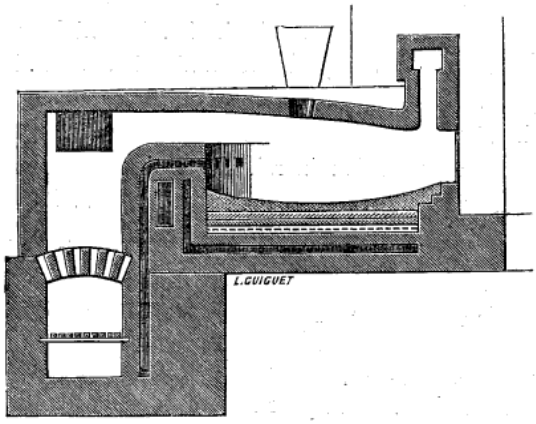


Fig. 4 (échelle de 1/70).

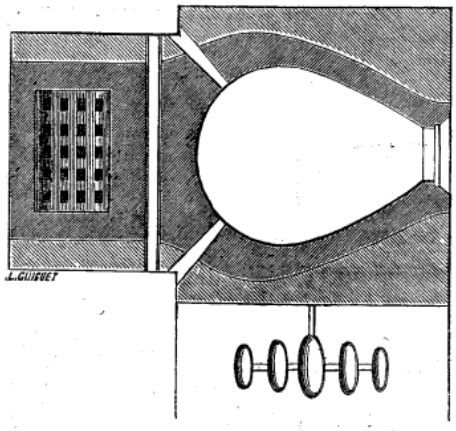


Fig. 5 (échelle de 1/70).

Le minerai grillé est d'abord fondu dans un four à cuve avec du quartz et du calcaire; on obtient un *speiss premier*, dont la teneur varie de 16 à 26 pour 100. Ce speiss est ensuite grillé, puis fondu pour *speiss second* qui contient de 30 à 32 pour 100 en nickel et cobalt. Enfin, le speiss second est à son tour grillé en stalles, puis fondu pour *speiss troisième* sur la sole d'un four hongrois que représentent, en sections verticales et horizontales, les figures 4 et 5. La sole est elliptique et a $2^{m},40$ sur $1^{m},90$. Elle est composée : 1° d'une couche de scories, 2° d'une couche d'argile, 3° d'une couche de sable et 4° d'une couche de marne formant coupelle. La hauteur de la voûte, au-dessus de la sole, est de $0^{m},80$. Le four est muni de deux tuyères de $0^{m},06$ de diamètre, qui soufflent ensemble 25 mètres cubes d'air à la pression de 28 millimètres. La chauffe a $0^{m},80$ sur $1^{m},25$; elle est munie

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'une double grille, dont l'inférieure est formée de barreaux de fer et la supérieure de briques de scories. On charge du bois sur la grille supérieure; celui-ci se transforme en charbon qui tombe sur la grille inférieure, où il achève de se brûler, L'acide carbonique, qui se produit sur la grille inférieure, se transforme en oxyde de carbone en passant sur le bois incandescent. Le four est muni de chambres de condensation.

On charge 1 800 à 2 000 kilog. de speiss et l'on chauffe d'abord sans donner le vent. Au bout de 10 heures, la masse est fondue et l'on donne le vent; en même temps, on ajoute, de temps en temps, du verre, du quartz et du carbonate de soude. On fait sortir constamment les scories, qui sont noires, ferrugineuses et contiennent quelques particules de speiss d'une teneur de 1 à 2 pour 100 en nickel et cobalt; on les repasse dans la première fusion. Au bout de 12 à 14 heures, on s'arrête; à ce moment, le speiss contient encore 8 à 10 pour 100 de fer. En résumé, l'opération dure 24 heures et fournit un speiss enrichi, d'une teneur de 50 à 52 pour 100 en nickel et cobalt. Le four est desservi par trois ouvriers qui restent douze heures au travail, c'est-à-dire que l'opération exige 6 journées de main-d'œuvre.

L'usine de Georges traite, par an, 1 000 tonnes de minerai. Elle fabrique 200 tonnes de speiss second; la moitié de ce speiss est vendue en Angleterre, et l'autre moitié est transformée en 60 tonnes de speiss troisième, dont le traitement se fait ultérieurement.

Transformation par la voie sèche des mattes ou des speiss en demi-produits oxydés.

Usine de Sagmyra (Suède). — A Sagmyra, près Falun, on fabrique par an 100 tonnes d'une matte d'une teneur en nickel de 35 pour 100; cette matte granulée est traitée dans un four à réverbère, qui a donné les meilleurs résultats et dont voici la description :

La fig. 6 est une section verticale; la fig. 7, une autre section verticale par un plan faisant, avec celui de la fig. 6, un angle d'environ 45 degrés; la fig. 8, une section horizontale suivant X X de la fig. 6 et la fig. 9, une autre section horizontale suivant Y Y de la fig. 6.

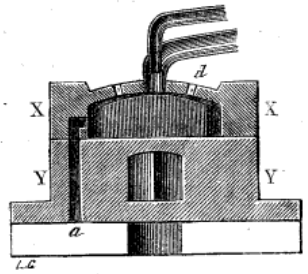


Fig. 6 (échelle de 1/140).

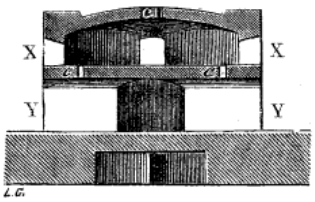


Fig. 7 (échelle de 1/140).

Au-dessous du sol est une chambre de condensation qui a la forme d'une croix, et qui communique avec la cheminée; elle est recouverte d'une voûte en maçonnerie, percée de quatre conduits *a*, *a* qui débouchent dans le laboratoire. L'extrados de cette voûte se trouve au niveau du sol de l'usine et supporte quatre piliers triangulaires, qui laissent entre eux deux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

voies libres où circulent des wagonnets et sur lesquels s'appuie la sole du four. Cette sole est percée de huit conduits, dont les quatre premiers *a*, *a*, dont nous venons déjà de parler, passent dans les piliers triangulaires et débouchent dans la chambre de condensation. Les quatre autres conduits *c*, *c* débouchent au-dessus des galeries où circulent les wagonnets; c'est par eux que se fait le déchargement.

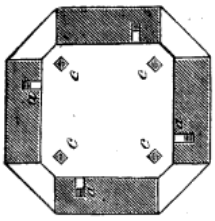


Fig. 8 (échelle de 1/140).

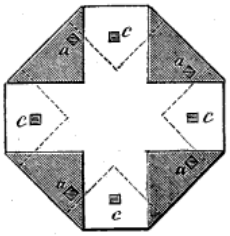


Fig. 9 (échelle de 1/140).

Le four est fermé latéralement par quatre murs qui laissent entre eux, aux quatre angles du carré, des portes de travail. La voûte du four est munie de trois orifices, dont deux *d*, *d* servent au chargement et dont le troisième *e*, placé au centre, est traversé par deux tuyaux concentriques qui amènent, l'un de l'air et l'autre les gaz combustibles produits par un gazogène. Extérieurement, le four présente l'aspect d'une tour octogonale de $3^m,60$ de largeur et $2^m,20$ de hauteur. Intérieurement, la sole figure un carré de $2^m,60$ de côté, dont les sommets sont coupés.

On charge les mattes par les orifices *d*, *d*, et on lance le dard du chalumeau ; en même temps, on brasse par les portes. Les gaz brûlés descendent dans la chambre de condensation et, de là, vont dans la cheminée. Le grillage terminé, on fait tomber la charge dans les wagonnets.

Usine de Schladming. — A Schladming, en 1867, le speiss raffiné et bocardé était grillé dans le réverbère qu'indiquent les figures 10, 11 et 12, dont la première est une section verticale par l'axe de la cheminée, la deuxième, une demi-section verticale faisant avec la précédente un angle de 45 degrés et la troisième, une section horizontale.

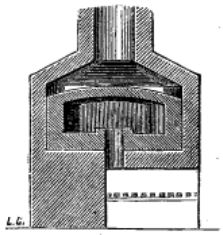


Fig. 10.

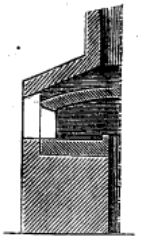


Fig. 11.

(Échelle de 1/140.)

La sole est carrée et a 2 mètres de côté ; la chauffe est placée dessous, et les gaz arrivent sur la sole par un orifice placé à son centre et entouré d'un pont circulaire. Aux quatre coins du four, sont des portes de travail, d'où l'on atteint facilement tous les points de la sole. Les gaz sortent par ces portes, passent dans des hottes, repassent au-dessus de la voûte du four et s'échappent dans la cheminée. On chargeait 200 kilog. de speiss ; l'opération durait 24 heures et consommait un peu moins de 4 stères de bois. A partir de la vingtième heure, on chargeait un mélange de carbonate de soude et de salpêtre en parties égales ; on consommait 10 pour 100 de ce mélange. Il se formait

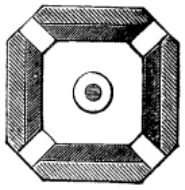


Fig. 12.
(Échelle de 1/140.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'abord des arséniates, puis ceux-ci étaient réduits par le speiss non grillé, et il se faisait de l'acide arsénieux, dont une partie se dégageait et une autre partie restait à l'état d'arsénite. A la fin de l'opération, le salpêtre transformait les arsénites en arséniates, puis le carbonate de soude réagissait sur les arséniates métalliques en donnant de l'arséniate alcalin et des oxydes métalliques.

Le produit du grillage était lavé. On employait pour cet usage des troncs d'arbres, dans lesquels on avait creusé des bassins, et qui pouvaient tourner autour d'axes horizontaux (fig. 13).



Fig. 13.

La matière était mise dans le bassin avec de l'eau et agitée avec une palette en bois. De temps en temps on vidait l'eau, en inclinant le tronc d'arbre. Les eaux de lavage pauvres étaient jetées; les eaux riches étaient évaporées et donnaient de l'arséniate de soude, que l'on utilisait pour la fusion oxydante du speiss. Le résidu du lavage était presque exclusivement formé d'oxyde de nickel.

Préparation des cubes de nickel.

On a vu dans le mémoire anglais de M. Allen ce que sont les cubes de nickel (oxyde de nickel obtenu par la voie sèche ou la voie humide), comment on les prépare et comment on les traite. Voici encore un exemple emprunté, d'après M. Badoureau, à l'usine de Schladming, en 1867.

Le speiss, transformé par le grillage en un mélange d'oxydes de nickel et de quelques autres métaux, était moulu dans trois moulins à main, dont deux en activité. Ces moulins se composaient : 1° d'une meule fixe formant cuve, et munie d'une partie saillante centrale et d'un canal d'échappement; 2° d'une meule mobile annulaire, tournant autour de la partie saillante de la cuve et rattachée à un point fixe par une bielle. Le speiss grillé était amené au bord de la meule avec un filet d'eau, et l'on obtenait une bouillie que l'on séchait dans un four à boulanger.

On additionnait le speiss grillé et moulu de 4 pour 100 de son poids de farine, et l'on façonnait à la main, sur une aire en ferblanc, de petits gâteaux de $1^k,7$, auxquels on donnait $0^m,15$ sur $0^m,25$ avec une épaisseur de $0^m,008$. On séchait ces gâteaux, puis on les découpait à la main au moyen d'un long couteau. En deux heures, un ouvrier découpait 16 gâteaux, pouvant donner chacun 250 dés environ; on portait ensuite le tout au soleil ou dans le four à boulanger.

Les dés ainsi préparés étaient placés dans de grands creusets en argile réfractaire, et on interposait entre eux un peu de poussier de charbon de bois; chaque creuset pouvait contenir 12 à 13 kilog. d'oxyde et 1 kilog. à $1^k,3$ de poussier. On chauffait 40 creusets dans le four à réverbère, qu'indiquent en sections verticale et horizontale les figures 14 et 15. C'était un four circulaire avec deux portes de travail, murées pendant l'opération. La chauffe était placée au-dessous de la sole, où les gaz arrivaient

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par le centre. Les parois du four étaient traversées par six canaux, conduisant les gaz brulés au-dessus de l'extrados de la voûte du four et de là dans la cheminée. L'opération durait 48 heures et consommait 12 stères de bois. Chaque opération fournissait 350 kilog. de nickel, et l'on en faisait treize par an dans l'usine.

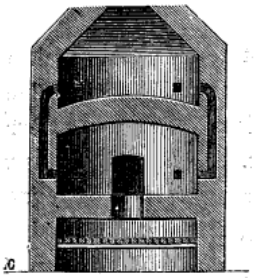


Fig. 14.

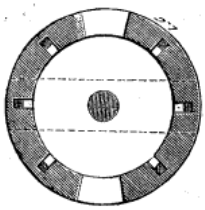


Fig. 15.

Alliages de nickel.

Les alliages de nickel les plus fréquemment employés sont les alliages avec le cuivre. L'alliage le plus habituel contient 22 pour 100 de nickel. L'alliage des monnaies est un peu plus riche.

On fabrique aussi un alliage à 50 ou 60 pour 100 de nickel. Cet alliage n'est, le plus souvent, qu'une matière première pour la fabrication d'autres alliages, mais il trouve aussi une application directe dans l'horlogerie.

Il y a encore les *maillechorts* qui contiennent 6 à 15 pour 100 de nickel, le reste étant formé de 2 de cuivre et 1 de zinc. On y ajoute souvent un peu de plomb, d'étain, d'aluminium, de bismuth, de tungstène, etc., pour donner à l'alliage de la fusibilité et une belle couleur. Tous ces alliages renferment un peu de fer, mais rarement plus de 1 ou 2 pour 100.

En combinant un alliage de nickel et de cuivre avec un alliage d'étain et de tungstène, on obtient, d'après M. Sebillot, un bronze inaltérable. Cet alliage doit contenir, au moins, 6 pour 100 d'étain.

On appelle *silverine* un alliage principalement composé de nickel et de cuivre avec un peu de cobalt ; cet alliage ressemble beaucoup à l'argent.

Enfin on fabrique sous le nom d'*alliage d'antifriction* un alliage de nickel, cuivre, zinc et manganèse. Cet alliage remplace le bronze dans beaucoup de ses applications ; aujourd'hui, en Autriche, on fait des têtes de bielles, pour locomotives, en fer forgé doublé de cet alliage.

Fabrication des alliages. — Le nickel, maintenu une heure au rouge blanc, ne fond pas même en présence du cuivre; sa fusion est instantanée, si l'on ajoute un peu de verre blanc pilé. Il faut éviter, dans ces manipulations, le contact du fer et du nickel; aussi les outils sont-ils entourés de terre réfractaire.

Si l'on veut ajouter du zinc aux alliages de cuivre et de nickel, on ne doit le faire qu'au moment de la coulée pour ne pas perdre trop de zinc.

Pour fabriquer les maillechorts manganésés, on fond ensemble du cuivre à l'état métallique, ou plutôt à l'état d'oxyde ou de carbonate; avec du bioxyde de manganèse et de l'anthracite. Après l'opération qui dure de 5 à 20 heures, on retire de la masse des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grenailles d'un alliage très-cassant de cuivre et de manganèse. On refond ces grenailles avec du nickel et du verre blanc, et au moment de la coulée on ajoute du zinc.

La préparation de la silverine comprend trois opérations :

1° On charge dans un creuset en plombagine le nickel à l'état de cubes, le cobalt à l'état métallique, ou plutôt à l'état d'oxyde noir mêlé à une proportion convenable de charbon de bois, le fer et le quart du cuivre qui doit entrer dans l'alliage ; on achève de remplir le creuset avec du charbon de bois et avec un kilog. de borax. Le creuset est chauffé pendant deux heures dans un four à vent, puis on coule l'alliage dans une lingotière métallique. Chaque opération donne 30 kilog. d'alliage.

2° On prépare et l'on coule en lingots un laiton composé de parties égales de cuivre et de zinc.

3° On réunit les deux alliages ainsi préparés, on leur ajoute du cuivre et de l'aluminium ; on charge le tout dans un creuset d'argile qu'on achève de remplir avec du charbon de bois. L'opération dure une heure un quart et produit 30 kilog. de métal, qu'on coule dans des lingotières métalliques au moyen de poches également métalliques et enduites d'huile avec un peu de poussier de charbon de bois.

Préparation directe des alliages. — La matte préparée à l'usine de Sagmyra était autrefois envoyée à l'établissement de Victoria, à Hambourg. Là, elle était d'abord grillée à mort dans un four à réverbère, puis traitée par l'acide sulfurique. On obtenait une dissolution que l'on faisait cristalliser pour sulfate de cuivre et un résidu d'oxyde de nickel avec un peu d'oxyde de cuivre et des traces d'oxyde de cobalt.

Ce résidu est placé avec du charbon dans des creusets que l'on chauffe dans un four appelé *four français* (voy. la section verticale, fig. 16, qui n'est qu'un croquis). Ce four se compose d'une longue grille, sur laquelle les creusets sont placés sur deux rangs au milieu du charbon. Des deux côtés de la grille sont deux murs, dont l'un est percé d'ouvreaux laissant passer les gaz dans une conduite latérale qui les mène à la cheminée. La voûte du four est munie d'orifices fermés par des portes; c'est par là qu'on charge les creusets au début de l'opération et le charbon pendant toute la durée. On consomme, par creuset, 6 à 7 kilog. de coke, et l'on obtient par creuset 5 kilog. d'alliage.

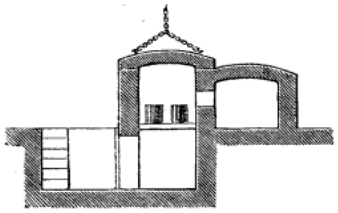


Fig. 16.

Laminage des alliages. — Le laminage des alliages de nickel exige quelques précautions particulières. On sait que le cuivre se lamine à la température rouge et le zinc à la température de 50 degrés. Les maillechorts se laminent à froid. Après chaque passage, il faut réchauffer la plaque et la laisser refroidir lentement. A partir du cinquième passage, on est en outre obligé de décaper la plaque par les acides avant de la faire passer au laminoir. Même avec les précautions qu'on vient d'indiquer, les alliages contenant plus de 25 pour 100 de nickel se laminent mal. M.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Nouveau système de payement des mineurs du Northumberland. — La crise que traverse le commerce des charbons a suggéré aux propriétaires des mines du Nothumberland (Royaume-Uni) l'introduction d'un nouveau système de payement, qui est adopté dans le pays de Galles depuis vingt ans et est désigné sous le nom de *Billy fair play*. Il a pour but de remédier à l'accumulation hors des puits des menus charbons qui, n'obtenant pas sur le marché des prix rémunérateurs, constituent, pour les propriétaires, une perte considérable et sont en même temps une cause d'embarras pour l'exploitation.

Dans le système du *Billy fair play*, la houille extraite de la mine est, comme aujourd'hui, pesée en bloc ; mais, après avoir passé sur les grilles, la poussière et les menus charbons sont repesés séparément, et leur poids est déduit du poids total, les mineurs n'étant payés que d'après la quantité du gros. L'association des propriétaires de mines espère ainsi forcer les ouvriers à produire plus de gros charbon et, par conséquent, à diminuer le déchet. Cette mesure n'a rien que de fort légitime, si l'on songe que le déchet est évalué, dans le district de Northumberland, à 40 pour 100 par tonne, tandis qu'il n'est que de 15 pour 100 dans le pays de Galles, et que l'accumulation des charbons de rebut, autour des puits dans le Nothumberland, est estimée à 100 000 tonnes entièrement perdues par suite de l'influence de l'atmosphère et de la combustion spontanée.

Les propriétaires affirment qu'en introduisant ce système, ils n'ont aucunement l'intention de diminuer le salaire des mineurs. Ils offrent, comme preuve, de payer aux ouvriers les gros charbons sur le même pied qu'ils payent aujourd'hui les gros et les menus ensemble, sans appliquer la réduction de 20 pour 100 sur les salaires qu'ils ont récemment réclamée.

(*Annales du commerce extérieur*).

État actuel des voies ferrées dans le monde entier, par M. Neumann-Spollart, de Vienne (Autriche). — Dans les trois dernières périodes décennales, le réseau des voies ferrées, en Europe, s'est élevéde 9 000 à 154.200 kilomètres. Dans ce nombre, la Grande-Bretagne et l'Irlande figurent pour 27 500 kilom., l'Autriche-Hongrie pour 24 800, la France pour 23 400, la Russie pour 18 000, l'Allemagne pour 30 000, etc.

Il en résulte que, en Europe, le nombre de kilomètres de chemin de fer est de 150 par surface de 1 000 kilomètres carrés et de 4k,8 par 10 000 habitants. Lorsqu'on considère les pays séparément, ces moyennes se relèvent. Ainsi, en France, par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

exemple, il y a 425 kilom. de chemins de fer par 1 000 kilom. carrés et 6 kilom. par groupe de 10 000 âmes.

En Amérique, les États-Unis ont débuté, en 1830, par 42 kilom.; aujourd'hui, ils en possèdent 128 000, soit 133 par 1000 kilom. carrés et 28 par 10 000 habitants. Les autres États de cette partie du monde ne possèdent que 17 000 kilom., dont 7 000 pour le Canada.

En Asie, la Chine reste fermée au système de communications par chemins de fer, tandis que les Indes britanniques, y compris Ceylan, offrent un réseau de 11 000 kilomètres, soit 46 par 1000 kilom. carrés et 0k, 5 par 10 000 habitants.

En Afrique, il y a 2 800 kilom. de voies ferrées, dont près de 1 800 incombent à l'Égypte.

Les 4 000 kilom. de chemins de fer australiens sont répartis entre la région du continent australien qui renferme la colonie de Victoria, puis la Tasmanie et enfin la Nouvelle-Zélande assez fortement représentées dans ce chiffre. En Océanie, Taïti possède aussi son petit chemin de fer.

Le capital, engagé dans tous les chemins de fer du globe dépasse 87 milliards de francs. Ces chemins disposent de 62 000 locomotives, de 112 000 wagons à voyageurs et de 1 million 1/2 de wagons à marchandises. Par an, le transport total est de 1 milliard 1/2 de voyageurs et de 16 milliards de quintaux de frêt.

(*Bulletin du comité des forges.*)

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 10 janvier 1879.

(Élection des membres du Conseil pour 1879.)

Présidence de M. le baron Baude, vice-président.

Nécrologie. — M. *Albert Barre*. — M. le *Président* annonce à la Société la triste nouvelle de la mort de M. *Barre* (Désiré-Albert), graveur-général des monnaies, membre du comité des construction et des beaux-arts dans le Conseil de la Société. M. *Barre* faisait partie du Conseil, depuis près de vingt ans, et, dans ces fonctions, il a rédigé un certain nombre de rapports dictés par un goût sûr et éclairé.

L'art perd en M. *Barre*, un artiste des plus distingués, et le Conseil de la Société, un membre précieux et estimé, qui laisse d'unanimes regrets.

Correspondance. — M. *Lamon* (Rémy), rue Rousselet, 5, à Paris. — Echelles de sauvetage en cas d'incendie. (Arts économiques.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MM. *Schwob* (J.) et *de Ciechanowichi*, rue des Vinaigriers, 55, à Paris. — Nouvelle lampe de sûreté pour les mines. (Arts chimiques.)

MM. *Defoy* et *Moreau*, rue Mesnil, 14, à Passy-Paris, présentent un nouveau système de boucles pour l'attelage des chevaux, qu'ils nomment boucles articulées. (Arts mécaniques.)

M. *Vacher* (R.), à Barsac (Gironde), soumet, à l'examen de la Société, un moyen d'arrêter les chevaux emportés en ramenant des obturateurs sur leurs yeux. (Agriculture.)

M. *Smyth* (S. N.), au siége de la Compagnie *Standard Iron and Steel*, Barton House, Deans Gate, Manchester (Grande-Bretagne), envoie un travail pour le concours ouvert par la Société relatif à la théorie de l'acier fondée sur des expériences précises. Ce travail est divisé en deux Mémoires, l'un théorique, l'autre pratique. (Arts chimiques.)

M. *Gury* (Emile), ingénieur, à Cuisance (Doubs). — Mémoire pour le concours ouvert pour un semoir d'engrais pulvérulents. (Agriculture.)

Ceci est une œuvre de bonne foi. — Sous cette devise, un anonyme présente une étude sur l'agriculture et l'économie rurale du département de la Somme. Ce travail est envoyé pour le concours sur l'économie rurale d'une région de la France. (Agriculture.)

MM. *Tessier* (Eugène) et *Martin* (Abel-Jean), rue de Fontarabie, 12, à Paris, envoient, au concours ouvert pour un moyen de rendre les tissus et les bois ininflammables, un Mémoire descriptif et une caisse d'échantillons. (Arts chimiques.)

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Outils.* — *Scies.* — M. *de Laboulaye*, secrétaire du Conseil, fait, au nom du comité des arts mécaniques, un Rapport sur un appareil de M. *Coulogne* servant à donner la voie aux scies.

Le rapporteur propose de remercier l'inventeur de sa communication et d'insérer le Rapport au *Bulletin* avec un dessin de l'appareil.

Ces conclusions, mises aux voix, sont approuvées.

Balanciers de chronomètres. — M. *Haton de la Goupillière* fait, au nom du même comité, un Rapport sur un nouveau balancier compensateur pour les chronomètres de marine, construit par M. *Callier*, directeur de la chronométrie de la maison *Gondolo*, boulevard du Palais, 5, à Paris.

Le comité propose de remercier M. *Callier* de son intéressante communication, et d'ordonner l'insertion du Rapport au *Bulletin* avec les dessins nécessaires.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Emploi industriel du cobalt métallique. — M. *Troost* fait, au nom du comité des arts chimiques, un Rapport sur les dépôts galvaniques de cobalt, obtenus par M. *Gaiffe*, rue Saint-André-des-Arts, 40, à Paris.

Le comité propose de remercier M. *Gaiffe* de son intéressante communication et d'insérer le Rapport au *Bulletin*.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Communications. — *Fayencerie artistique.* — M. *Peligot* (Eugène) présente à la Société une collection des produits artistiques de la *Fayencerie de Gien*, qui renferme tous les genres de fabrication les plus récents de cette vaste usine.

La fabrique de fayence de *Gien* a été fondée, en **1820**, par M. *Halle*, qui avait été précédemment l'un des fondateurs de la manufacture de Montereau. Dans l'origine, elle ne produisait que des articles d'utilité domestique, blancs, imprimés à filets, engobes, grosses fleurs et, encore à présent, ce sont ces produits qui composent la plus grande partie de sa fabrication.

En **1856**, elle commença à faire des produits artistiques et présenta les premiers services de table imitant le vieux Rouen ; puis vinrent des imitations des fayences de Delft, de Moustiers, de Marseille, etc., et, en dernier lieu des fayences de Perse, de la Chine, du Japon, des émaux cloisonnés, enfin les craquelés, les turquoises, les émaux rehaussés d'or sur fond gros bleu de Sèvres, les peintures sur crû, et tous les autres produits artistiques qui ont été très-remarqués à l'Exposition universelle et dont on voit, dans la salle des séances, les spécimens les plus importants.

L'établissement primitif est bientôt devenu insuffisant à cause de l'extension considérable que la fabrication a prise, et, en **1866**, il a été nécessaire de le reconstruire complétement. Les bâtiments primitifs ont été démolis et, sur leur emplacement, on a construit l'usine actuelle, dont les divers ateliers couvrent un espace de 5 hectares, et qui est munie de l'outillage le plus complet et le plus perfectionné, soit pour la fabrication elle-même, soit pour les ateliers accessoires qu'exige l'entretien des machines et des bâtiments.

Ces ateliers, de toute nature, occupent un millier d'ouvriers et emploient 220 chevaux de force mécanique. Les argiles plastiques qu'ils mettent en œuvre proviennent du Nivernais ou de la Champagne, les kaolins du Bourbonnais, les feldspath de l'Auvergne, les terres à gazette des environs de Montereau. Le combustible, montant à 35 tonnes de houille par jour, est fourni par les mines de Bezenet.

La production de l'usine peut être évaluée à 25 000 kilogrammes, par jour, de fayences de toute nature ; sur quoi, un seul article, les assiettes, donne 50 000 pièces par jour. Une partie très-importante de cette production est destinée à l'exportation, qui se développe toujours davantage, et par laquelle la fabrique de Gien commence à faire une concurrence très-sérieuse aux fabriques anglaises.

La fayencerie de Gien a été remarquée à toutes les Expositions et, récemment, elle a obtenu une médaille d'or à la dernière Exposition universelle.

Son organisation se distingue aussi par les vues philanthropiques qui l'ont inspirée. Des écoles, où la présence des enfants est obligatoire, sont ouvertes aux enfants des deux sexes ; une société de secours mutuels, déjà ancienne, s'occupe des ouvriers malades, enfin une part de 10 pour 100 dans les bénéfices nets de l'établissement est réservée, chaque année, pour être distribuée aux employés et aux ouvriers les plus méritants. (Renvoi au comité des constructions et des beaux-arts.)

Culture de la graine de betteraves. — M. *Peligot* (Eug.) présente, au nom de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Olivier-Lecq* (P.), une exposition des procédés par lesquels il a rendu praticable et usuelle l'amélioration progressive de la graine de betteraves pour une culture de cette graine sur de vastes espaces.

Le grand développement que la fabrication du sucre de betterave a pris depuis 1850, a donné lieu à la création d'une nouvelle industrie qui est la production de la *graine de betteraves*. Cette culture n'est pas simplement une industrie agricole, parce que son but n'est pas d'obtenir la plus grande quantité de graines ou des graines donnant les plus belles betteraves dans un sol donné, mais de faire produire la graine qui, dans ce sol, de qualité ou de profondeur déterminée, permettra de récolter les betteraves capables de donner le plus de sucre. Ce maximum lui même est relatif, parce qu'il dépend du poids de la récolte par hectare et de la richesse du jus qu'on doit en extraire. On sait, en effet, que plus la richesse en sucre de la betterave augmente, plus est grande sa tendance à devenir racineuse et à donner une faible quantité de produits par hectare.

Le travail de sélection à faire est donc très-complexe et ne peut être basé que sur une connaissance chimique exacte de la valeur ; de là, deux préoccupations de la part de l'opérateur : 1° une connaissance pratique complète de la valeur de chaque porte-graines au point de vue de sa richesse en sucre, et 2°, une sélection qui établisse différentes catégories suivant le résultat que l'on peut espérer, dans tel ou tel sol, de l'emploi de la graine résultant de l'admission de ces porte-graines.

M. *Olivier-Lecq* a construit un laboratoire spécial disposé pour faire rapidement toutes ces opérations. Une cave reçoit les betteraves versées par le tombereau venant des champs, et ses murs sont tapissés de cases pour permettre de séparer les variétés titrées, en attendant que le nombre des racines de chaque variété soit assez grand pour former la matière d'un petit silo. Le laboratoire se compose d'une grande pièce commune, dans laquelle les appareils d'analyse sont installés, et d'un cabinet particulier pour le chimiste. Il est pourvu, d'ailleurs, de tous les accessoires nécessaires pour l'exécution d'un grand nombre d'opérations rapides, réservoir d'eau, gazomètre, moteur régulier des appareils, etc.

Les betteraves apportées au laboratoire sont sondées en un point placé au tiers environ de leur hauteur à partir du collet, au moyen d'une sonde cylindrique munie de deux couteaux. La rondelle qu'elle produit, divisée en neuf parties, vient se placer devant une échancrure d'où l'on enlève la portion nécessaire à l'analyse, en se servant d'un couteau spécial à deux lames. Ces deux lames peuvent se rapprocher ou s'écarter par l'action d'une vis adaptée au manche du couteau. La distance de ces lames est réglée en raison des premières analyses. On les rapproche si on a affaire à des variétés riches, et on les écarte si les racines sont plus pauvres. Ce règlement des lames opéré, l'emploi du couteau suffit pour faire un premier triage des racines qui ne seraient pas acceptables. Si, en effet, le volume contenu entre les lames ne suffit pas pour faire le poids demandé, 5 ou 10 grammes, on rebute la betterave comme n'offrant pas assez de chances de richesse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'appareil intervertisseur se compose de deux plateaux supportant les ballons. Ils reçoivent un mouvement de rotation au-dessus d'une rampe à gaz disposée en couronne, et portent chacun 50 ballons d'analyse. Les parcelles, détachées de la betterave, sont introduites dans l'un de ces ballons, aussitôt qu'elles sont pesées, avec 5 centimètres cubes d'une liqueur acide normale ; le ballon porte le même numéro que la betterave à laquelle il se rapporte. Un enfant suffit pour la surveillance de cette opération, et elle est tellement expéditive et régulière qu'on peut faire 2 000 interversions dans une journée de 10 heures.

L'appareil analyseur se compose de cinq rangées de cinq tubes à essais, disposés en une étoile pivotant sur son centre, et chacun de ces tubes perpendiculaires contient 10 centimètres cubes de liqueur titrée cuivrique. Au-dessus d'eux sont autant de burettes de *Mohr*, à robinet en verre, contenant la liqueur sucrée qui provient, par filtration, des ballons de l'appareil intervertisseur, et le numéro de ces ballons a passé successivement sur le récipient à filtre, et de là sur la burette. Une rampe à gaz à cinq becs correspond à la partie inférieure des cinq tubes et sert pour les porter à leur tour à l'ébullition.

Le chimiste se sert de cet appareil pour connaître la quantité de jus sucré qui est nécessaire pour précipiter la liqueur cuivrique de chaque tube. Cette quantité fait connaître sur un tableau *ad hoc* la richesse saccharine de chacune des betteraves essayées.

On le voit, les opérations ont été systématisées d'une manière assez complète pour qu'il n'y ait aucun temps perdu. On conçoit donc que cette méthode permette de faire, en peu de temps, le nombre considérable d'analyses qui sont nécessaires pour opérer une sélection réelle des porte-graines ; par conséquent, elle donne le moyen d'obtenir de la graine de betteraves qui permette de fonder des espérances probables sur la qualité des produits de la culture définitive. (Renvoi au comité des arts chimiques.)

Dépouillement du scrutin. — M. le *Président* procède au dépouillement du scrutin. Ce scrutin est définitif, conformément au § 4 de l'article 37 des statuts de la Société.

Le nombre des votes recueillis est de 48, et donne l'unanimité à la composition suivante du Bureau, et à la ratification de l'élection de M. *de Comberousse*, comme membre du Conseil :

M. *Dumas*, président; MM. le baron *Baude*, le baron *Thénard*, *Becquerel* (Edmond), l'amiral *de Chabannes*, vice-présidents ; MM. *Peligot* (Eugène), *de Laboulaye* (C.), secrétaires ; le général *Mengin-Lecreulx*, le comte *de Mony-Colchen*, censeurs ; M. *Goupil de Préfeln*, trésorier. (Voy. plus haut, page 3, la composition entière du Conseil.)

PARIS. — IMPRIMERIE DE Mme Ve BOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON, 5. — 1878.
JULES TREMBLAY, gendre et successeur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

COMITÉ DES ARTS MÉCANIQUES.

Rapport *de* M. Haton de la Goupillière, *sur un* nouvel organe de machines, *présenté par* M. Charles Bourdon, *avenue Philippe-Auguste*, 119, *à Paris*.

Messieurs, M. Charles Bourdon a soumis à votre appréciation un nouvel organe de machines, destiné à relier directement, sans courroie ni engrenages, deux arbres parallèles tournant en sens contraires. Cette communication de mouvement intéresse en particulier la marine, depuis que l'on a commencé à disposer à l'arrière de la coque deux hélices au lieu d'une. Tantôt leurs arbres sont actionnés par des machines distinctes et indépendantes, tantôt ils sont reliés par des roues dentées. Mais on connaît assez les inconvénients de ce genre de commande, que la bielle d'accouplement remplace si avantageusement dans les locomotives, où les deux axes tournent en même sens. M. Charles Bourdon a cherché à éliminer les engrenages.

Cette question avait été déjà attaquée en 1853 par MM. Claparède, Roux et Delille; mais il ne semble pas que leurs dispositions se soient maintenues dans la pratique après un premier essai. Leur point de départ consistait à considérer les deux corps tournants et la bielle qui les réunit comme formant un parallélogramme simple de Watt, dont le point milieu décrit une courbe en ∞ (voir fig. 1 d'autre part). Il s'ensuit que si, inversement, ce point est assujetti *à priori* à décrire le ∞, en même temps que l'une des extrémités reçoit le mouvement de rotation, la seconde commandera par cela même le mouvement circulaire de la pièce à laquelle elle est réunie. Pour obtenir ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mouvement en ∞, on accouplait à l'aide d'une articulation le milieu de la bielle avec celui d'un second parallélogramme simple de Watt, déterminé de manière à fournir la même trajectoire.

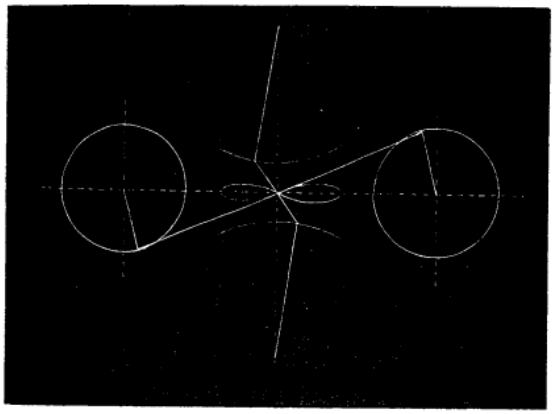


Fig. 1.

Ce principe est ingénieux. Mais M. Bourdon pense avoir établi, à l'aide de calculs que nous n'avons pas eu du reste à examiner, que l'assimilation rigoureuse des deux courbes est impossible, et qu'on ne peut compter, à cet égard, que sur une solution approximative fondée sur le jeu et la flexibilité des pièces. Ce système présente, du reste, un défaut important qui consiste en ce que le rapport des vitesses est variable.

M. Charles Bourdon a cherché d'abord une solution fondée sur l'emploi, non plus d'un intermédiaire rigide, mais d'un système articulé (fig. 2 et 3). Cette combinaison, un peu compliquée pour la pratique, mais remarquable au point de vue géométrique, repose sur deux théorèmes de cinématique qu'il a établis en collaboration avec M. Vignes, ingénieur civil. Je me borne à en reproduire ici les énoncés sans démonstration.

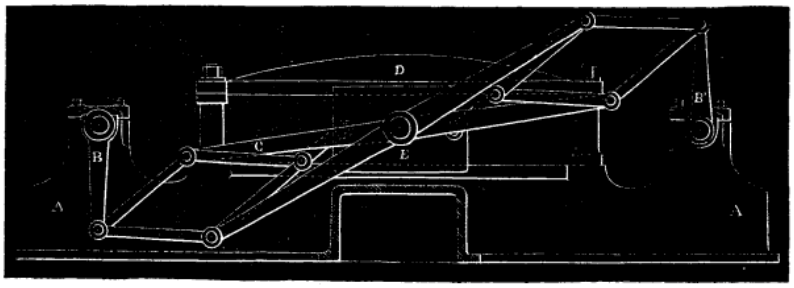


Fig. 2.

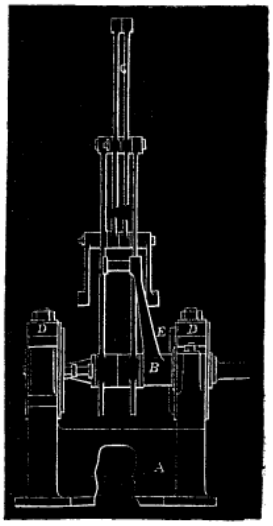


Fig. 3.

Théor. I. — Si deux manivelles de longueur et de position initiales quelconques tournent avec la même vitesse angulaire, le point qui divise, dans le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rapport des rayons, la ligne de longueur variable qui joint à chaque instant leurs extrémités, décrit une droite parallèle à la bissectrice de l'angle des deux manivelles, laquelle a évidemment une direction fixe.

Théor. II. — Dans le cas où les deux manivelles sont égales; la projection de la droite de jonction sur la bissectrice conserve une longueur constante.

M. Bourdon se place dans ce dernier cas, en employant deux manivelles égales. Au moyen d'une glissière ordinaire, il assujettit le milieu du système articulé à prendre un mouvement rectiligne. On peut faire abstraction de cette translation pour mesurer la longueur de la projection, car elle ne dépend évidemment que du déplacement angulaire de la droite variable et non de la position absolue de son milieu. Il suffit donc que, dans le mouvement relatif, les extrémités restent sur deux droites parallèles qui joueront le rôle de projetantes. C'est ce que l'auteur obtient (fig. 2 et 3) de l'emploi de deux réciprocateurs Peaucellier. On sait, en effet, que cet organe fournit un mouvement rigoureusement rectiligne.

Nous n'avons pas cru pouvoir passer ici sous silence cette ingénieuse combinaison. Mais une telle complication ne pouvait satisfaire définitivement l'inventeur, qui a cru devoir revenir à l'emploi d'un intermédiaire solide, malgré l'inconvénient de la variabilité du rapport des vitesses. Seulement il le réalise d'une manière beaucoup plus simple que celle qui a été expliquée en commençant.

La bielle est assujettie à décrire un cercle par une de ses extrémités et une droite par son milieu (fig. 4 et 5). Dès lors, la seconde extrémité engendre une trajectoire bien déterminée qui n'est pas un cercle, mais qui en diffère peu. Dans un premier procédé, M. Bourdon permettait cet écart par l'emploi de l'épicycle imaginé par les astronomes de l'antiquité, pour tenir compte des perturbations du mouvement circulaire des planètes. Mais ce petit organe ne paraissant pas d'une solidité suffisante, l'auteur lui en a préféré un autre. Il articule l'extrémité de la bielle à un coulisseau, engagé dans une coulisse droite radiale qui est pratiquée dans le corps même de la seconde manivelle. En s'écartant ou se rapprochant légèrement du centre, pendant la

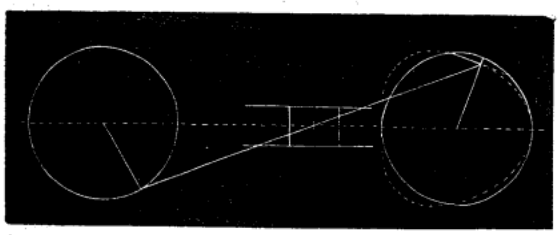


Fig. 4.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rotation, ce coulisseau arrive à décrire non plus le cercle mais le tracé voulu, légèrement ondulé de part et d'autre de la circonférence.

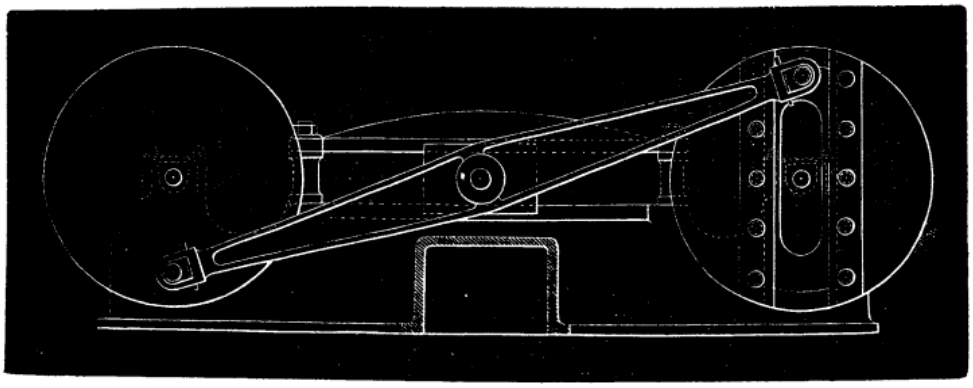


Fig. 5.

La coulisse radiale, tournant sous l'action d'une bielle dans les conditions précédentes, a déjà été employée par M. Deprez pour des machines industrielles, dans le premier dispositif donné à sa distribution elliptique de la vapeur. Cette application est d'ailleurs absolument étrangère à la question actuelle : mais elle donne lieu d'espérer que ce nouvel emploi d'une combinaison, qui est dans le domaine public pour un objet tout différent, sera de nature à fonctionner d'une manière satisfaisante dans de grands moteurs, au point de vue de la solidité et des résistances passives. C'est, du reste, ce que l'application aura à trancher d'une manière positive. Dans ce but, l'inventeur s'occupe d'établir son système dans un bateau à vapeur de soixante chevaux-indiqués, destiné à évoluer sur la Seine avant la clôture de l'Exposition de 1878.

Il a semblé, Messieurs, à votre Comité de mécanique, que l'ensemble de cette étude révélait chez son auteur des qualités géométriques et inventives très-dignes d'encouragement; et que, de plus, elle dotait le répertoire des organes de transmission de mouvement d'une combinaison nouvelle qui peut être d'une certaine utilité dans la composition des machines. Nous avons donc l'honneur de vous proposer de remercier M. Charles Bourdon de son intéressante communication et d'ordonner l'insertion du présent Rapport dans le *Bulletin* de la Société, avec quatre figures à l'appui.

Signé : Haton de la Goupillière, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 28 *juin* 1878.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

APPLICATION DU SYSTÈME DE M. CH. BOURDON AUX BATEAUX A HÉLICES.

M. Ch. Bourdon propose d'appliquer son système aux bateaux à deux hélices. Dans tous les bateaux de ce genre on a, en effet, deux arbres parallèles tournant en sens contraire et on ne doit avoir de point mort sur aucun des arbres.

Pour obtenir ce résultat, dit l'inventeur, on met généralement sur chaque arbre deux cylindres avec manivelles à 90 degrés, ce qui fait en tout quatre cylindres pour le bateau, ou bien on emploie la transmission par engrenages en nombre pair.

Les quatre cylindres amènent une énorme complication, mais ont l'avantage de rendre les hélices indépendantes.

Les engrenages, au contraire, n'ont pas toujours cet avantage et présentent les inconvénients connus, inhérents à ce mode de transmission.

L'accouplement par un des systèmes décrits dans le rapport ci-dessus ne réalise pas l'indépendance complète des hélices, mais, en outre des avantages d'une transmission sans grands frottements, il offre celui de n'avoir jamais de point mort sur aucun des arbres, tout en n'ayant qu'un seul cylindre par arbre, et ces cylindres pouvant même être l'un à haute et l'autre à basse pression, comme dans le système de machine *Compound*.

Pour y arriver, il suffit de mettre les manivelles à 90 degrés, l'une par rapport à l'autre, puis de relier les deux arbres à leur extrémité par un des systèmes décrits. De cette façon une des deux manivelles, au moins, sera en prise, et comme les deux arbres seront reliés par un organe qui n'a pas de point mort, le moindre mouvement qu'elle fera amènera un mouvement en sens contraire de l'autre arbre. On profite donc de l'avantage des deux manivelles à 90 degrés, comme si elles étaient montées sur le même arbre.

La figure 6 ci-après montre que, dans cet ordre d'idées, on peut faire une machine très-simple, où tout soit bien à la main et dont le prix soit peu élevé.

Dans ce type de machine, on voit que la commande de la pompe à air, des pompes alimentaires et de cale se fait très-simplement en profitant du mouvement en ligne droite de l'axe du balancier.

Quant à la communication entre les deux cylindres, elle a lieu au moyen d'un conduit en fonte d'assez fort diamètre pour former réservoir intermédiaire.

Entre les deux cylindres est un passage qui rend le graissage et la visite des organes très-commodes. On pourrait, dans le cas d'un bateau allant à la mer, mettre à cette place le condenseur à surface.

On n'a pas, comme on l'a dit plus haut, l'indépendance complète des hélices, mais on a une indépendance relative. A cet effet, il faut placer entre les hélices et les cylindres un débrayage sur chaque arbre. On pourra alors débrayer une hélice, et les deux cylindres serviront à faire tourner l'arbre dans le sens nécessité par la manœuvre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La machine, dont la figure 6 n'est qu'un croquis, serait de 60 chevaux. Elle est

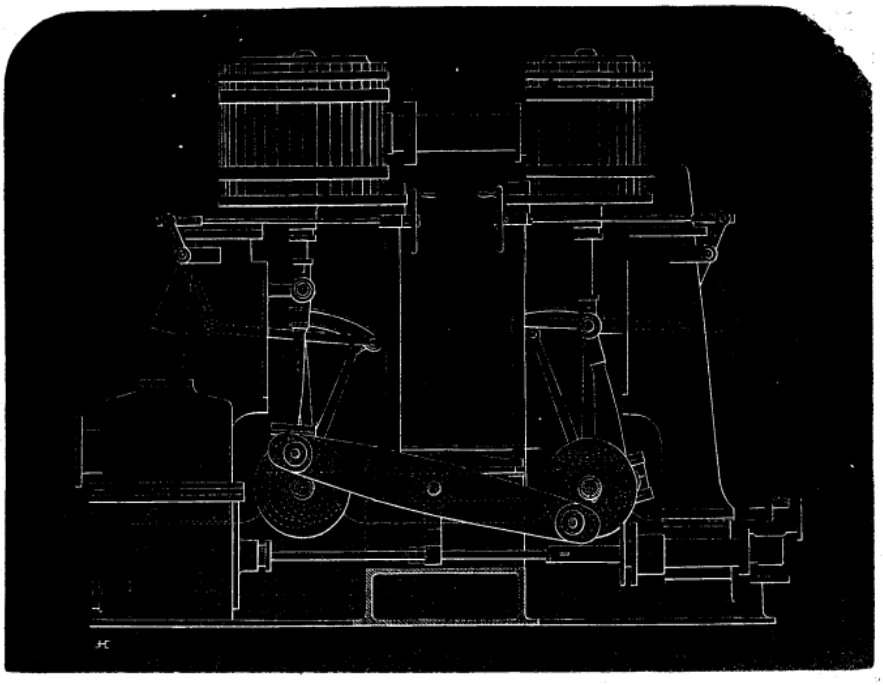


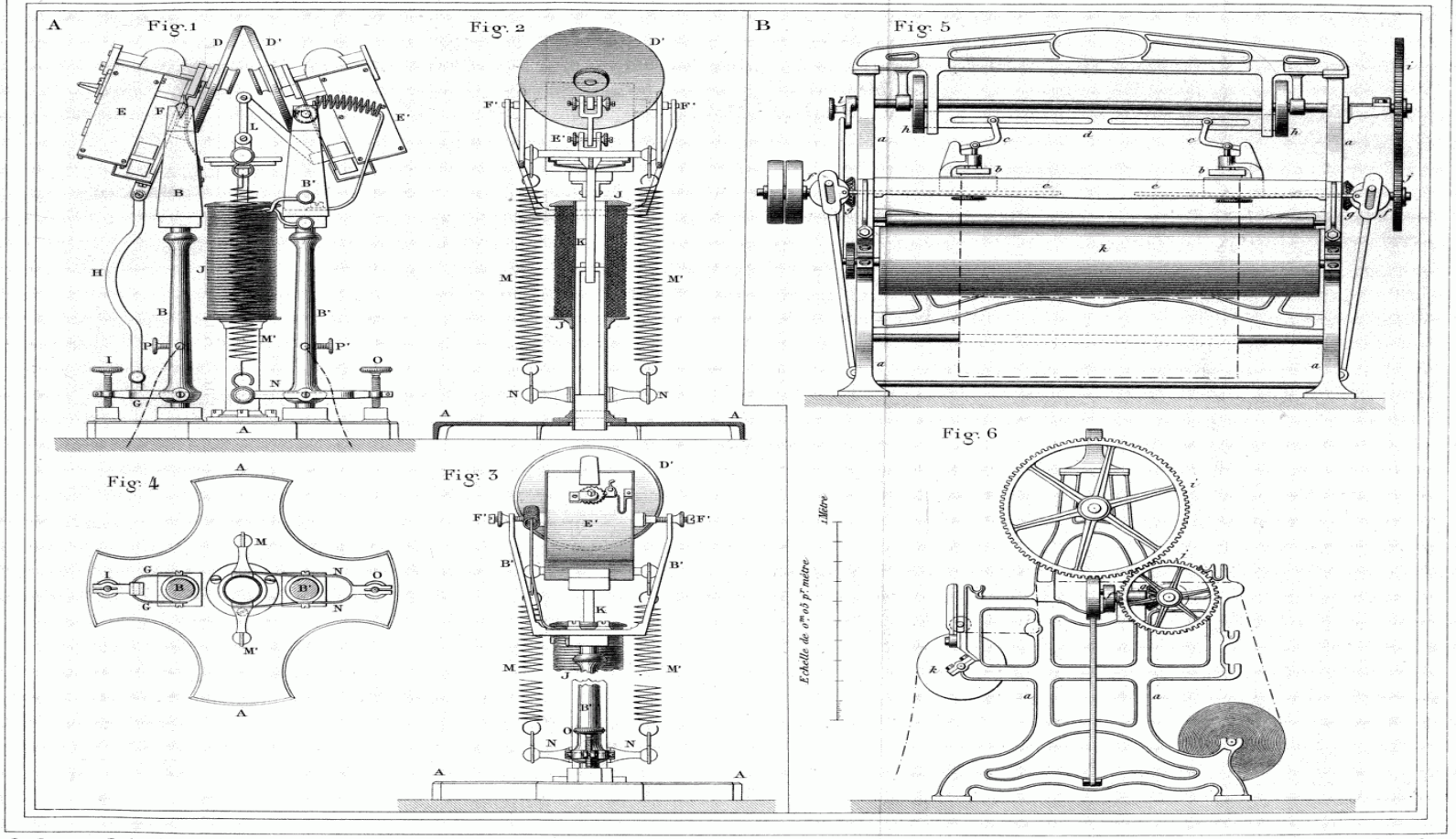
Fig. 6.

supposée marcher avec une introduction de 40 pour 100 dans le petit cylindre, une pression de 7^{k},50 et capable d'être appliquée à un bateau de 15 mètres de longueur environ, devant filer 10 nœuds.

Les principales dimensions sont celles-ci :

Diamètre du petit cylindre.	253 millim.
Diamètre du grand cylindre.	376 —
Course des deux pistons.	230 —
Introduction du petit cylindre.	0,40
Introduction du grand cylindre.	0,60
Rapport des cylindres.	2,2
Degré de détente.	8
Pression.	7^{k},50
Nombre de tours par minute.	220
Diamètre de la pompe à air.	170 millim.
Course du piston de la pompe à air.	290 —
Diamètre des pompes alimentaires.	30 —
Course des pistons des pompes alimentaires.	200 —
Course du balancier.	200 —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Imp. Lamoureux, Paris. Leblanc del. L. Chaumont et E. Bertrand sc.

A. RÉGULATEUR DE LUMIÈRE ÉLECTRIQUE, PAR M. E. REYNIER _ B. MACHINE À ÉTIRER LES TISSUS, PAR M. MARCADIER.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE.

RAPPORT *fait par M. le comte* DU MONCEL, *au nom du comité des arts économiques, sur le* RÉGULATEUR DE LUMIÈRE ÉLECTRIQUE de M. Émile REYNIER, *avenue l'Observatoire*, 19, *à Paris.*

Le défaut des régulateurs de lumière électrique, quelque parfaits d'ailleurs qu'ils puissent être, est la nécessité dans laquelle on se trouve d'avoir à renouveler fréquemment les charbons entre lesquels l'arc voltaïque se développe.

Depuis longtemps on a cherché à pallier ce défaut par diverses combinaisons, et particulièrement en employant des disques de charbon qui, en tournant tangentiellement l'un à l'autre, pouvaient déplacer constamment les points entre lesquels se produisait l'arc lumineux, et par conséquent provoquaient une usure circulaire n'ayant pour limite que la masse entière des disques. Mais le problème, dans ces conditions, présentait beaucoup de difficultés. Si on assujettissait les charbons à un mouvement résultant d'un mécanisme d'horlogerie unique, il fallait que ce mouvement d'horlogerie pût les écarter en même temps l'un de l'autre pour fournir l'arc voltaïque, et que *cette distance fût toujours à peu près la même malgré l'usure inégale des charbons*, ce qui était impossible à réaliser.

M. Lemott, il est vrai, avait imaginé, pour résoudre ce problème, de faire effectuer à ces charbons un mouvement continu et rapide de va-et-vient, de manière à déterminer l'arc voltaïque par une succession d'étincelles se suivant à des intervalles assez rapprochés pour laisser sur l'œil l'impression d'une lumière continue; mais ce système, outre l'effet fatiguant que ce genre d'action lumineuse exerce sur la vue, diminue considérablement l'intensité de la lumière qui se trouve affaiblie de toutes les extinctions résultant des contacts successifs des charbons. Déjà cette intensité lumineuse se trouve notablement amoindrie par la masse même des charbons circulaires, qui, ne pouvant plus rougir aussi aisément que quand ils sont déliés, sont dans de mauvaises conditions à ce point de vue. Il est vrai qu'avec de fortes intensités électriques, ces mauvaises conditions, résultant de la grosseur des charbons, ne sont pas à craindre; mais il n'en est pas de même des autres inconvénients que nous avons signalés, et, pour résoudre le problème, il fallait que le régulateur de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lumière, tout en conservant le système de charbons circulaires mobiles, *pût être régularisé d'après les variations mêmes de l'intensité du courant électrique*, comme dans les autres appareils de ce genre. Or, c'est ce problème qu'a réalisé, dans de bonnes conditions, M. Reynier dans la lampe qu'il vous a présentée.

Dans cet appareil, les disques de charbon sont portés par deux systèmes de leviers articulés, isolés l'un de l'autre et terminés par deux mécanismes d'horlogerie indépendants sur lesquels sont fixés les disques. L'un de ces mécanismes est fixé dans une position déterminée, qui est telle, que les disques de charbon doivent se présenter, l'un par rapport à l'autre, sous un angle aigu quand ils arrivent au contact. L'autre mécanisme d'horlogerie est articulé et relié par un système de leviers à une tige moitié fer et moitié cuivre, enfoncée dans une bobine magnétique, qui constitue alors l'organe régulateur électro-magnétique. Sous l'influence du courant électrique qui traverse cette bobine, la tige moitié fer et moitié cuivre se trouve plus ou moins profondément attirée à l'intérieur de la bobine, suivant l'intensité plus ou moins grande du courant, et, après avoir provoqué l'allumage de la lampe par l'éloignement des deux disques, maintient, conjointement avec un ressort antagoniste, cet éloignement, toujours dans les conditions convenables pour fournir une lumière égale, quelles que soient les inégalités que les disques de charbon présentent sur le pourtour de leur circonférence. Pendant que l'organe régulateur réagit ainsi pour le maintien de l'arc lumineux, les mouvements d'horlogerie font tourner lentement les disques qui fournissent un point lumineux parfaitement dégagé, puisque la flamme qui l'accompagne s'élève au-dessus de l'angle qu'ils forment.

Ce système de régulateur a été essayé à la gare du chemin de fer du Nord, où il a produit de bons résultats, et votre comité a lui-même pu en juger dans les ateliers de M. Breguet, où il a fonctionné pendant plusieurs heures avec régularité sous l'influence du courant d'une machine de Gramme (petit modèle).

D'après ces résultats, votre Comité des arts économiques vous prie, Messieurs, de décider que des remercîments soient adressés à M. Reynier pour son intéressante communication et que le présent Rapport soit inséré au *Bulletin* avec le dessin de cet appareil.

Signé : Th. du Moncel, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 22 *février* 1878.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LÉGENDE RELATIVE AU RÉGULATEUR DE LUMIÈRE ÉLECTRIQUE DE M. REYNIER, REPRÉSENTÉ PLANCHE 91.

Fig. 1. Vue en élévation de face de l'appareil.

Fig. 2. Section verticale par un plan perpendiculaire à celui de la figure 1, et passant entre les disques.

Fig. 3. Vue partielle en élévation dans un plan perpendiculaire à celui de la figure 1.

Fig. 4. Section horizontale faite à la base des colonnettes.

A, plateau en étoile à quatre pans, servant de base à l'appareil.

B B, B′ B′, colonnettes-supports surmontées de fourches.

D, D′, rhéophores circulaires en charbon recevant un mouvement de rotation continu de moteurs d'horlogerie.

E, E′, moteurs d'horlogerie indépendants, affectés à chacun des disques D, D′; chaque moteur d'horlogerie et le disque qu'il fait mouvoir forme un ensemble monté sur des tourillons qui permettent à cet ensemble d'osciller.

F, F′, tourillons d'oscillation des moteurs d'horlogerie avec leurs disques.

G, levier à fourchette dont les deux branches sont fixées à la base de la colonnette B, en des points autour desquels elles peuvent tourner.

H, bielle cintrée reliant le levier G au moteur E, et servant à transmettre à ce moteur les oscillations du levier.

I, bouton vissé dans la queue du levier G, et butant contre un tas placé dessous; en vissant ou dévissant ce bouton, on fait, par l'intermédiaire de la bielle H, osciller en avant ou en arrière le moteur E pour la mise en place des disques.

J, bobine magnétique disposée entre les colonnettes B, B′.

K, tige moitié fer et moitié cuivre traversant l'axe de la bobine J (fig. 2).

L, Système de bielle et de leviers reliant la partie supérieure de la tige K au moteur E′; suivant l'intensité du courant, la tige K monte ou descend et, par conséquent, inclinant plus ou moins le moteur E′, écarte ou rapproche le disque D′ du disque D.

M, M′, ressorts antagonistes placés de chaque côté de la bobine J; ils sont reliés par le haut au système L, et par le bas aux branches du levier à fourchette N.

N, levier à fourchette dont les deux branches sont fixées vers leur milieu à la base de la colonnette B′, en des points autour desquelles elles peuvent tourner.

O, vis buttoir servant à régler la position du levier N et, par conséquent, la tension des ressorts antagonistes.

P, P′, bornes où s'attachent les fils conducteurs du courant.

(M.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. PIHET, *au nom du comité des arts mécaniques, sur la* MACHINE A DÉTIRER LES TISSUS *de* M. MARCADIER, *rue Royer-Collard*, 11, *à Paris.*

Messieurs, M. Marcadier est l'inventeur d'une machine à détirer les étoffes dans le sens de la trame et à les ramener, suivant l'expression consacrée, « au fil droit, » opération indispensable avant tout emploi de ces étoffes. Elle intéresse particulièrement les apprêteurs de tissus et la grande fabrication de la chemiserie, de la lingerie et des industries similaires.

Le détirage et surtout le retour des trames au parallélisme est de la plus grande importance dans la fabrication du linge. En effet, si le tissu n'est pas au fil droit, il en résultera une déformation de l'objet fabriqué lors des opérations ultérieures, telles que le blanchissage et le repassage.

La machine fort bien combinée et fort ingénieuse de M. Marcadier, représente au moins le travail de huit ouvriers; elle opère un détirage méthodique facilement réglable, et qui peut varier de deux à dix centimètres.

Ses organes peuvent se diviser en quatre groupes principaux.

1° Le mécanisme servant au détirage proprement dit, ramenant constamment les tissus au fil droit.

2° L'enroulement du tissu pendant l'opération.

3° Le système de tension qui évite au tissu toute déviation pendant sa marche, pour qu'il se présente toujours régulièrement à l'action des mâchoires détireuses.

4° Un appareil indépendant, destiné à humecter les tissus au moment où ils sont pris par les mâchoires et les séchant avant leur enroulement sur l'ensouple.

Dans l'état actuel de l'industrie, le détirage se fait encore manuellement dans bien des cas. Une des plus graves imperfections de ce travail, c'est la pression inégale de la paume de la main sur les côtés du tissu, et suivant la force ou la fatigue de l'ouvrier, l'étoffe se trouve plus ou moins bien traitée.

Les conditions à remplir pour qu'une machine destinée à cette opération soit complétement efficace sont assez nombreuses

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1° Elle doit pouvoir traiter les tissus depuis 0m,600 de largeur jusqu'à 1m,500.

2° La pression exercée par les mâchoires doit varier de manière à traiter, sans inconvénients, des mousselines ou des toiles très-fortes.

La première condition est obtenue par la mobilité des chariots sur des doubles coulisses se fixant à la largeur voulue; la deuxième par des écrous agissant comme tendeurs sur les ressorts des mâchoires.

3° Les mâchoires doivent s'ouvrir à volonté depuis 2 jusqu'à 20 mètres, suivant la nature des tissus, et cette ouverture doit être identique dans les deux mâchoires. Une tige transversale filetée à pas inverses, agissant simultanément sur les deux leviers des mâchoires, donne ce résultat.

4° Les tissus de 0m,600 à 1m,500 de large doivent pouvoir subir un élargissement variant de 20 à 120 millimètres et au-delà. Une graduation, établie sur le grand levier moteur, permet de régler facilement cette condition.

5° La résistance d'entraînement doit aussi varier suivant la chaîne des tissus. Un système de tiges parallèles dont on augmente le nombre et dont on fait varier l'écartement suivant le besoin, donne ce résultat.

6° Il est souvent nécessaire de faire subir un détirage plus violent suivant la nature de l'étoffe. Dans ce cas, la vitesse de l'ensouple est diminuée.

La machine de M. Marcadier est d'un volume relativement petit; elle a à peu près l'importance d'un métier à tisser. Ses organes sont principalement des leviers; elle travaille sans bruit et peut, dans bien des cas, être mue à bras d'homme. La description de son mécanisme ne pourrait pas être suivie sans avoir sous les yeux les divers organes qui le composent, et dont les plus remarquables sont les deux mâchoires chargées de saisir l'étoffe et de la tirer.

Votre Commission vous prie de vouloir bien faire publier dans votre *Bulletin* l'intéressant dessin de cette curieuse machine, avec sa description, et de remercier l'auteur de sa communication.

Signé : PIHET, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 22 février 1878.

LÉGENDE DE LA MACHINE A DÉTIRER LES TISSUS DE M. MARCADIER, REPRÉSENTÉE PLANCHE 91.

Fig. 5. Vue en élévation de face de la machine.
Fig. 6. Vue de profil.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a, a, bâtis parallèles de la machine, surmontés d'un chapeau.

b, b, chariots à mâchoires glissant sur un chemin de fer; les mâchoires sont munies d'un système de réglage, qui permet de ne pincer le tissu qu'en raison de sa résistance.

c, c, leviers-équerres à l'aide desquels on élève ou on abaisse les mâchoires pour pincer le tissu à détirer.

d, barre horizontale commandant les leviers *c, c*.

e, e, barres sur lesquelles sont respectivement montés les chariots *b, b* suivant la largeur des étoffes; ces barres sont indiquées en lignes ponctuées sur la figure 5.

f, f, excentriques entraînant les barres *e, e*, et que l'on fait varier suivant l'élargissement que l'on veut faire subir au tissu.

g, g, roues d'angle transmettant le mouvement aux excentriques *f, f*.

h, h, excentriques conduisant la barre *d,* et montés sur un arbre parallèle à cette barre.

i, j, engrenages mettant en mouvement l'arbre des excentriques *h, h* et par conséquent la barre *d*.

k, rouleau entraînant et enroulant le tissu après son élargissement.

l, manivelle fixée à l'extrémité de l'arbre des excentriques *h,* et servant à commander un rochet à l'aide duquel le rouleau *k* est entraîné; cette manivelle porte un réglage particulier, grâce auquel l'entraînement du tissu peut être ralenti de manière qu'il soit tiré plusieurs fois sur un même point avant de quitter les mâchoires.

m, poulie fixe et poulie folle transmettant à la machine l'action du moteur; à la place de ces poulies, on peut mettre une manivelle et faire manœuvrer la machine à la main.

La machine de M. Marcadier est disposée de telle sorte que l'on peut y travailler une ou deux pièces d'étoffe à la fois, soit roulées soit pliées.

(M.)

COMITÉ DES ARTS CHIMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. AIMÉ GIRARD *sur les* MÉTHODES IMAGINÉES PAR M. KUHLMANN *fils, pour reconnaître la composition et pour mesurer le volume des gaz et des vapeurs acides débités par les cheminées d'usines.*

Messieurs, les justes exigences des populations ont créé, dans ces dernières années, des difficultés particulières aux manufactures dans lesquelles s'élaborent les produits chimiques de grande consommation, et notamment les acides sulfurique et chlorhydrique.

Non-seulement ce n'est plus chose permise aujourd'hui que de laisser

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

échapper à travers l'atmosphère les masses énormes de gaz acides, qu'il y a trente ans à peine on ne savait pas condenser, mais encore le départ de quantités, même faibles, de ces produits gazeux expose journellement les manufacturiers à de vives réclamations et au payement d'indemnités considérables.

C'est en France que, pour la première fois, on a vu un fabricant de produits chimiques se préoccuper spontanément de la nécessité de supprimer ces dégagements nuisibles d'une manière absolue; et l'on n'a pas oublié les remarquables résultats que, dès 1855, M. Kuhlmann obtenait dans ses usines, résultats dont M. Stas a, dans un Rapport adressé au gouvernement belge à cette époque, fait ressortir toute l'importance. Mais, c'est en Angleterre que, pour la première fois, l'obligation de la condensation a été imposée par une loi spéciale. En 1864, en effet, un acte du Parlement, connu sous le nom de *Alkali act*, a rendu cette condensation obligatoire dans la mesure des 95 centièmes de la quantité du gaz produit; et l'expérience démontre que, grâce aux progrès accomplis, cette limite inférieure est aujourd'hui dépassée et atteint couramment les 98,5 centièmes.

Libre de toute législation particulière à ce sujet, régie seulement par le décret de 1810 sur les établissements dangereux, incommodes ou insalubres, la fabrication française des produits chimiques ne s'en est pas moins préoccupée de perfectionner ses procedés de condensation. Sans adopter les appareils anglais, en ayant recours à un système mixte de bonbonnes et de tours à coke, en leur adjoignant quelquefois des tours remplies de calcaire, elle est parvenue à rendre insignifiant, pour ainsi dire, le dégagement des gaz acides au sommet de la cheminée, et à faire, par conséquent, de la fabrication des acides sulfurique et chlorhydrique une industrie à peu près inoffensive pour le voisinage.

Dans certains cas, cependant, par suite de fautes commises ou par suite du dérangement des appareils, on voit les précautions prises devenir insuffisantes, et les gaz de la cheminée, mélangés d'acide sulfureux, d'acide sulfurique ou d'acide chlorhydrique, acquérir des propriétés nuisibles.

C'est donc chose capitale pour le manufacturier que de pouvoir, à toute heure, se trouver informé de la nature des gaz que sa cheminée déverse dans l'atmosphère, que de se trouver informé, également, de la quantité des gaz ainsi débités en un temps déterminé.

Préoccupé de cette question importante, M. Kuhlmann fils lui a, dans ces derniers temps, trouvé une solution aussi simple qu'ingénieuse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Par une première opération, il vient, dans la cheminée même, et en pleine marche, recueillir le gaz qui la parcourt, et en fixer la composition; par une deuxième opération, il détermine ensuite le volume de gaz débité en un temps donné.

Pour établir la composition des gaz de la cheminée et y reconnaître, par exemple, la présence de l'acide chlorhydrique, M. Kuhlmann fils fait pénétrer dans cette cheminée un tuyau de verre qui communique avec une série d'éprouvettes, à l'extrémité de laquelle est disposée une bâche remplie d'eau, et faisant fonction d'aspirateur. L'écoulement de l'eau, dont cette bâche est remplie, oblige les gaz de la cheminée à traverser la série des éprouvettes. Ce gaz rencontre, d'abord, des solutions de soude caustique teintées à l'aide du tournesol, puis des solutions de chlorure de baryum et d'azotate d'argent. Les dimensions de la bâche sont telles qu'il faille cinq ou six heures pour faire écouler l'eau qu'elle contient; et la concentration des liqueurs alcalines, colorées en bleu, est telle qu'en marche régulière il faille précisément cinq ou six heures pour faire virer au rouge la première d'entre elles. Si donc l'appareil fonctionne convenablement, le surveillant, en parcourant l'atelier, verra pendant ce temps le liquide contenu dans la première des éprouvettes conserver sa coloration bleue. Si, au contraire, un accident se produit, il en sera informé aussitôt par la coloration rouge que ce liquide prendra en quelques instants, et aussitôt, par conséquent, il pourra adopter les mesures convenables pour parer à cet accident. En outre, et du temps qui aura été nécessaire pour déterminer cette coloration rouge, il pourra conclure à la quantité de gaz acide contenu dans un volume donné du gaz débité par la cheminée. L'opération, en effet, est un véritable essai acidimétrique exécuté sur un mélange gazeux.

Une fois connue la composition du gaz débité par la cheminée, il faut, si l'on veut savoir quelle est la masse de produits nuisibles que cette cheminée déverse dans l'atmosphère, il faut déterminer le volume du débit total. Les procédés ordinaires ne sont que difficilement applicables au cas qui nous occupe, et l'emploi de l'anémomètre surtout ne saurait, au milieu de gaz, même faiblement acides, offrir des résultats certains.

M. Kuhlmann fils a trouvé moyen de tourner ces difficultés. Son procédé consiste à lancer dans la cheminée et à sa base, au moment même où il veut déterminer la vitesse des gaz qui la parcourent, un certain volume de gaz fortement coloré, d'acide hypoazotique, par exemple, qui, accompagnant les gaz incolores que cette cheminé débite, vienne en même temps se présenter

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au sommet. Connaissant alors le volume de la cheminée et la température moyenne du gaz qui la parcourt, il est facile de déduire, du temps qui s'écoule entre l'entrée des vapeurs colorées dans la cheminée et leur apparition au sommet de celle-ci, la quantité de gaz versée dans l'atmosphère.

Des expériences nombreuses ont été faites par M. Kuhlmann fils dans le but de vérifier l'exactitude de cette méthode, à l'aide de divers gaz et de diverses vapeurs colorées. Ces expériences lui ont toujours donné des résultats très-concordants; et l'application de la méthode, tant aux conduites des appareils de condensation, qu'aux cheminées elles-mêmes, lui a permis de constater avec précision la marche des appareils aux diverses phases de la fabrication.

La méthode imaginée par M. Kuhlmann fils, méthode que l'auteur espère pouvoir appliquer, d'une manière générale, à la mesure de la vitesse des gaz dans les conduites, peut être, surtout à cause de sa simplicité, considérée comme de nature à rendre des services sérieux aux manufactures de produits chimiques, et, pour ce motif, le Comité des Arts chimiques a l'honneur de vous proposer de remercier M. Kuhlmann fils de la communication qu'il vous en a faite, d'autoriser l'insertion du présent Rapport dans le *Bulletin* de la Société, en y joignant le dessin sur bois de l'appareil dont il fait usage.

Approuvé en séance, le 25 octobre 1878.

Signé : Aimé Girard, *rapporteur.*

SUR LA CONDENSATION DES VAPEURS ACIDES ET EXPÉRIENCES SUR LE TIRAGE DES CHEMINÉES, PAR M. F. KUHLMANN FILS (1).

La condensation des vapeurs acides chlorhydrique et sulfurique est un objet continuel de préoccupation pour les fabricants de produits chimiques. Sous ce rapport, des perfectionnements considérables ont été introduits, depuis quelques années, tant en France qu'en Angleterre, et l'on peut dire que l'hygiène publique et la végétation n'ont presque plus jamais à souffrir des émanations provenant de ces usines; néanmoins, l'irrégularité du travail des ouvriers, les accidents provenant de bris de

(1) Extrait des *Mémoires de la Société des Sciences, de l'Agriculture et des Arts de Lille*, année 1877, tome IV, 4e série.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chaudières ou d'altérations de fours, peuvent encore parfois donner lieu à quelques vapeurs acides.

Pour révéler ces accidents aussitôt qu'ils se produisent, afin d'y apporter un remède immédiat, je fis construire, il y a quelques mois, des appareils enregistreurs prenant les gaz dans les cheminées et indiquant à toute heure du jour et de la nuit la composition des gaz qui s'échappent. Disons, en passant, que M. Mactear, ingénieur associé de la grande maison Tennant, de Glascow, avait, de son côté, établi des appareils du même genre, sans être semblables, qui lui ont donné les meilleurs résultats.

La disposition des tubes et éprouvettes varie un peu, selon qu'il s'agit de contrôler la fabrication de l'acide hydrochlorique ou celle de l'acide sulfurique.

ACIDE HYDROCHLORIQUE.

L'appareil se compose :

1° D'un tuyau de verre prenant les gaz de la cheminée ;

2° De cinq éprouvettes remplies de diverses liqueurs ;

3° D'un manomètre différentiel ;

4° D'une bâche en tôle remplie d'eau dont l'écoulement produit l'aspiration des gaz de la cheminée.

La première éprouvette contient une liqueur titrée de soude et quelques gouttes de tournesol.

Les deux suivantes, également des liqueurs titrées alcalines ; enfin, la quatrième et la cinquième, du chlorure de baryum et du nitrate d'argent pour constater que les vapeurs hydrochlorique et sulfurique ont été parfaitement absorbées.

Chaque jour, ou à toute heure de la journée, l'on fait déterminer la quantité de vapeur acide s'échappant dans l'atmosphère ; si un accident se produit, la première éprouvette, dont le tournesol doit, en bonne marche normale, mettre quatre ou cinq heures à rougir, changera subitement de couleur et indiquera au contre-maître ou au surveillant qu'un accident s'est produit dans la fabrication.

ACIDE SULFURIQUE.

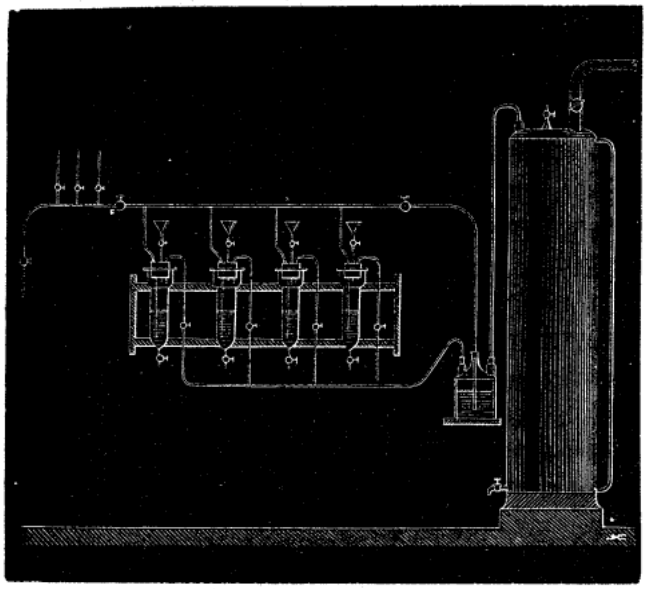
Les éprouvettes que l'on place pour constater la marche des chambres de plomb contiennent du permanganate de potasse, de la liqueur ammoniacale de cuivre et une solution de soude qui permettent de doser les produits nitreux, sulfureux et l'oxygène contenus dans les gaz à la sortie des appareils. Un petit système d'éprouvettes de forme spéciale, d'un nettoyage facile, dû à l'initiative de notre directeur, M. Kolb, m'a donné de très-bons résultats.

Ces appareils marchant régulièrement et d'une façon automatique, il restait à étu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dier la vitesse des gaz dans la cheminée pour obtenir journellement la quantité de vapeurs perdues dans l'atmosphère.

Cette détermination de la vitesse des gaz dans une cheminée est déjà difficile à faire dans les conditions ordinaires, c'est-à-dire, quand les gaz traversent seulement, avant d'arriver à la cheminée, une grille suivie de carneaux d'une section et d'un profil bien déterminés, avec un nombre limité de coudes ou de retours verticaux. Mais elle devient pratiquement impossible lorsqu'il arrive, comme dans le cas qui nous occupe, que les fumées ou les gaz ont à passer, avant d'atteindre la cheminée, par des séries de bonbonnes, de tuyaux d'orgue, de colonnes à coke, tours à craie, etc...., tous appareils produisant sur les gaz en mouvement des frottements considérables et qu'il est matériellement impossible de soumettre au calcul.



D'autre part, la direction du vent ainsi que les courants à l'intérieur et au sommet de la cheminée ont une influence considérable sur la vitesse des gaz et ne sont que très-imparfaitement accusés par les différences manométriques.

C'est ainsi qu'en appliquant successivement les formules de Peclet, en me basant soit sur la température des gaz prise dans la cheminée, soit sur la dépression barométrique mesurée en différents points et avec une très-grande exactitude, au moyen de manomètres différentiels à deux liquides (1), je suis arrivé, comme je le prévoyais, à des résultats trop peu concordants pour en faire le point de départ d'une étude sérieuse.

(1) Le manomètre différentiel, en effet, constitué avec deux liquides de densité très-peu différente, et, par exemple, dans les rapports de 1.00 à 0.90, donne des dénivellations dix fois plus considérables que le manomètre à eau ordinaire, de manière que l'on peut apprécier très-facilement des variations de pression correspondant à 1/10 de millimètre d'eau.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

J'aurais pu essayer l'anémomètre, mais c'est un instrument d'un maniement délicat et qui se détériorerait rapidement dans l'atmosphère acide des cheminées d'usines de produits chimiques. C'est ainsi que j'ai été amené à déterminer la vitesse des fumées dans les cheminées ou même celle des gaz dans des conduits spéciaux, avant leur entrée dans la circulation générale, au moyen de quelques méthodes simplement pratiques et d'une application toujours facile et rapide.

Pour la vitesse des fumées et gaz mélangés dans la cheminée générale, par exemple, je dispose à la base de la cheminée un petit fourneau dans lequel on produit un dégagement d'acide hypoazotique par l'action de l'acide nitrique sur la limaille de fer ; au moment de l'expérience, une communication est établie instantanément avec la cheminée au moyen d'un registre, et l'on note le temps que ce gaz coloré met pour parvenir à la partie supérieure ; même par un temps très-brumeux, on aperçoit très-distinctement les vapeurs rutilantes dès qu'elles arrivent au sommet. L'on peut se servir d'autres gaz colorés d'iode, de brôme, dont les densités de vapeurs sont différentes et donnent cependant des résultats tout à fait concordants ; connaissant alors la température moyenne, que l'on prend à différentes hauteurs de la cheminée, le diamètre et la hauteur, on a exactement la quantité de gaz qui s'écoule dans un temps donné. De nombreux essais ont donné des résultats d'une concordance remarquable et laissant certainement, comme exactitude, bien loin derrière eux tous ceux que l'on pourrait obtenir par un calcul délicat et laborieux.

Pour obtenir la vitesse des gaz dans des conduits spéciaux, par exemple, dans les tuyaux qui font communiquer le haut des fours à coke pour la condensation de l'acide muriatique avec le pied de la cheminée d'appel, je fais percer le tuyau de deux trous passant par les extrémités d'un même diamètre, et diriger, au moyen d'un miroir, un rayon lumineux à travers l'atmosphère du tuyau. En notant alors le temps employé par quelques traces de vapeurs nitreuses pour parcourir le tuyau, la vitesse de cheminement des gaz se trouve facilement établie ; on pourrait encore dégager quelques vapeurs d'iode à l'origine du conduit, et noter le temps qui s'écoulerait avant l'apparition de la coloration bleue sur une bande de papier amidonné.

Je me propose, dans un second travail, d'approfondir la question des frottements et d'étudier surtout, en raison de la grande exactitude que l'on peut obtenir dans la mesure des dépressions manométriques, s'il ne serait pas possible d'établir, pour une même cheminée, conduisant la série des mêmes appareils, une relation entre la vitesse réelle des gaz telle qu'elle pourrait être donnée par l'une des méthodes pratiques décrites ci-dessus et les indications si faciles à lire du manomètre différentiel.

Quoi qu'il en soit, et en suivant pour le moment les méthodes directes, je me suis assuré par des relevés journaliers et soigneusement faits, que la quantité de gaz acides qui, pour des usines bien dirigées, se dégage journellement dans l'air, est véritablement infime, tant pour les chambres de plomb que pour les fours servant à la décom-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

position du sel. Ainsi, dans une de nos usines, pour une décomposition de 20 tonnes de sel marin par jour, la perte par la cheminée n'est, en moyenne, que de 10 kilog. d'acide hydrochlorique par heure.

A ce propos, un fait assez curieux, qui mérite d'être signalé, c'est que l'acide sulfurique anhydre, provenant de la décomposition du bisulfate, se condense avec une difficulté inouïe, et, malgré les appareils les plus perfectionnés, la quantité d'acide sulfurique qu'on trouve dans les cheminées, toujours en proportion très-minime, est cependant un peu plus considérable que celle de l'acide muriatique.

Je crois que ces quelques expériences doivent offrir un certain intérêt aussi bien au point de vue de la salubrité des usines de produits chimiques que pour la détermination de la vitesse des gaz, si utile à établir dans beaucoup d'opérations industrielles.

BALISTIQUE.

SUR UN APPAREIL DESTINÉ A FAIRE CONNAITRE LA LOI DU MOUVEMENT DE RECUL D'UNE BOUCHE A FEU ET CELLE DU MOUVEMENT DU PROJECTILE, PAR M. SEBERT, MEMBRE DU CONSEIL.

La détermination de la loi précise du mouvement de recul des bouches à feu, pendant les premiers instants qui suivent l'inflammation de la charge de poudre, présente un grand intérêt pour les artilleurs, parce qu'elle peut faire connaître, dans de certaines conditions, la valeur des pressions développées dans l'âme de la bouche à feu et, par suite, guider, soit dans le calcul des formes et des épaisseurs des canons, soit dans le choix de la poudre susceptible de procurer les effets les plus avantageux, c'est-à-dire d'engendrer la plus grande vitesse initiale du projectile, tout en développant dans l'âme de la bouche à feu les plus faibles pressions.

Des essais ont été faits à diverses époques pour réaliser des appareils de ce genre, mais les moyens dont on disposait, jusqu'en ces derniers temps, pour la mesure des phénomènes de très-courte durée, n'avaient pas permis d'obtenir la précision voulue; ce n'est qu'en mettant à profit de récents perfectionnements d'appareils électriques dus à M. Marcel Deprez, que j'ai pu construire un appareil simple et portatif, d'un maniement relativement facile, susceptible de fournir les résultats cherchés.

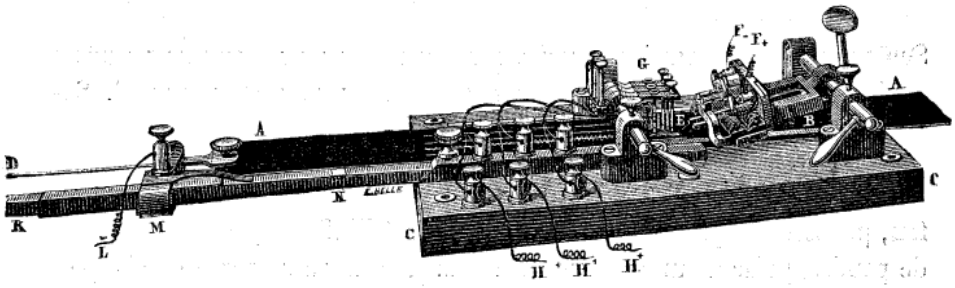
Cet appareil, auquel je conserverai le nom de *vélocimètre* qu'avait adopté le major américain Rodman, pour celui qu'il avait essayé de réaliser dans le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

même but, donne, en vraie grandeur, le parcours exact de la bouche à feu dans son mouvement de recul, pour des intervalles de temps également espacés dont la durée, dans les appareils que j'ai fait construire, a été amenée au $\frac{1}{1500}$ de seconde et pourra certainement être réduite encore davantage.

L'instrument fait connaître, en outre, par l'addition d'organes spéciaux, l'instant précis où le projectile passe à la bouche de la pièce ou en d'autres points déterminés de l'âme, et il indique également l'instant du passage du boulet dans des cadres-cibles, placés sur son parcours dans l'air ; il donne donc la durée du parcours dans l'âme et la vitesse initiale du projectile et peut, par suite, remplacer les chronographes en usage pour la mesure de cette vitesse.

L'appareil se compose (voir la figure ci-jointe et la planche), pour la dé-



termination de la loi du recul, d'un ruban d'acier flexible A A, de longueur convenable, qui peut glisser dans une coulisse horizontale B montée sur une planchette C, fixée elle-même sur un support voisin de la pièce. Ce ruban est relié au point de la bouche à feu ou de l'affût, dont on veut étudier le recul, par un fil d'acier D flexible en tous sens, mais sensiblement inextensible.

Il est entraîné lors du recul de la bouche à feu, dont il suit le mouvement quelle qu'en soit la longueur; sa face supérieure est recouverte de noir de fumée.

Au-dessus de ce ruban est placé un diapason vibrant E, entretenu électriquement par le procédé perfectionné dû à M. Marcel Deprez, procédé qui permet d'obtenir une amplitude considérable et un mouvement régulier et durable. L'une des branches de ce diapason porte une petite plume en acier et il est monté sur un axe horizontal qui permet de l'approcher ou de l'éloi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gner du ruban, de façon à amener cette plume à appuyer légèrement sur la surface noircie.

Tant que le ruban est immobile, la plume du diapason ne produit qu'un petit trait transversal unique, dû à la superposition des traces successives de son passage; mais si le ruban est entraîné par la bouche à feu, les traits correspondant à chaque oscillation s'espacent et forment une trace sinusoïdale, qui fait connaître, par l'écartement des ondulations successives, mesuré sur une ligne médiane, les parcours du canon pour des intervalles de temps rigoureusement égaux à la durée d'oscillation du diapason.

Le tracé n'a d'autre limite que la longueur du ruban employé ou l'étendue du recul de l'affût.

En relevant ce tracé, au moyen d'un appareil micrométrique muni d'un microscope, on peut construire, avec une grande précision, une courbe qui donne les parcours du canon en fonction du temps.

Si l'on prend les différences premières des parcours successifs, on en déduit les vitesses de recul successives de l'affût, et si l'on prend les différences secondes, on peut, connaissant le poids des masses mises en mouvement, et abstraction faite des résistances passives, en déduire, à chaque instant, la force appliquée au système et, par suite, la pression exercée sur le fond de l'âme.

J'ai pu avec cet appareil, muni d'un diapason donnant 1 500 vibrations simples à la seconde, obtenir l'enregistrement de la loi du recul de canons de 24 cent. et de 14 cent., de la marine, montés sur affûts d'expériences, ainsi que la loi du recul de canons de 7, de 90 et de 138, de la guerre, montés chacun sur l'affût réglementaire.

Le calcul des vitesses acquises fait ressortir nettement ce fait, déjà signalé par la Commission de Gavre, que la vitesse de recul de l'affût continue à croître notablement, après que le projectile est sorti de l'âme; effet qui est dû évidemment à la détente des gaz restant encore dans l'âme après la sortie du projectile.

Pour le canon de 24 cent., par exemple, lançant à la charge de 28 kilog., un projectile du poids de 144 kilog., auquel il imprime une vitesse de 450 mètres environ, on trouve que le système du canon et de son affût a parcouru 30 millim., en moyenne, au moment où le projectile sort de l'âme, c'est-à-dire au bout de $0^{s},0114$ ($\frac{11}{1000}$ de seconde environ), que la vitesse du système est alors de $3^{m},80$ et qu'elle augmente encore de façon à atteindre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un maximum de $5^m,20$ qui se produit au bout d'un temps égal à $0^s,048$, c'est-à-dire quand le canon, en reculant, a parcouru $0^m,20$ environ et quand le projectile est déjà à plus de 15 mètres de la bouche à feu.

Les indications de l'appareil sont tellement sensibles que le tracé de la courbe des vitesses met même en évidence la nature ondulatoire du mouvement imprimé au système, par suite, sans doute, de l'élasticité des pièces qui le composent.

Les vitesses successives obtenues forment, en effet, une série d'ondulations, qui s'éteignent graduellement et dont la période assez régulière paraît dépendre de l'élasticité propre de l'affût.

Pour faire de ce même appareil un chronographe permettant de mesurer les durées de trajet des projectiles, soit dans l'âme, soit dans l'air, il suffit de placer dans le voisinage du diapason, en nombre égal à celui des signaux que l'on veut obtenir, des petits enregistreurs électriques du système imaginé par M. Marcel Deprez. Ces enregistreurs G sont formés d'électro-aimants de construction spéciale dont l'armature, appelée par un ressort antagoniste, porte une petite plume d'acier que l'on dispose de façon à lui faire tracer, sur le ruban d'acier du vélocimètre, un trait continu qui se trouve déplacé subitement quand l'armature est mise en mouvement par la rupture du courant qui anime l'électro-aimant.

En mettant l'un de ces enregistreurs en communication électrique avec un interrupteur spécial qui est placé à la bouche de la pièce et que le projectile doit rencontrer à sa sortie, on obtient sur le ruban, entraîné, à ce moment même, dans le mouvement de recul du canon, une trace indiquant le moment de la sortie du projectile.

En employant deux autres enregistreurs, mis en communication, de la même façon, avec des cadres-cibles, placés sur le trajet du projectile et traversés par des courants électriques, on détermine de même les instants du passage du projectile au travers de ces deux cadres, et l'on peut ainsi calculer la vitesse du projectile.

Bien que les enregistreurs de M. Marcel Deprez aient une marche extrêmement rapide et un retard de fonctionnement réduit à $\frac{1}{2000}$ de seconde, la précision demandée à l'appareil ne permet pas de négliger ce retard, et comme il est légèrement variable avec les conditions de l'expérience (nature et force des piles, résistance des circuits employés), il est nécessaire d'en tenir compte exactement dans chaque cas. L'appareil est disposé pour en don-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ner la valeur par une opération très-simple et avant le tir de chaque coup si l'on veut.

A cet effet, les fils électriques qui entourent les enregistreurs sont réunis, à leur sortie des électro-aimants, en un circuit commun qui aboutit à une règle métallique K, parallèle à la glissière qui guide le ruban. De cette règle et par l'intermédiaire d'un ressort métallique L qui frotte sur la règle, le courant arrive dans une pièce M, solidaire du ruban et coulissant sur la règle. Sur cette règle est, en outre, incrustée une petite languette isolante N, en ivoire. Lorsque le canon recule, en entraînant le ruban et la pièce mobile M, les courants qui actionnent les enregistreurs, d'abord établis par le contact du ressort et de la règle métallique, sont rompus simultanément pendant le temps très-court du passage du ressort sur la languette isolante; les plumes des enregistreurs tracent alors chacune un petit crochet, puis sont ramenées en place, au bout d'un temps très-court, lorsque le ressort arrive de nouveau sur une partie métallique. Ce sont les signaux, ainsi tracés par les enregistreurs, qui font connaître le retard de fonctionnement propre à chacun de ces appareils.

On commence, dans une expérience préalable, par amener, à la main, le ruban et son curseur M dans une position telle que l'arête frottante du ressort arrive exactement sur la ligne de séparation de la languette isolante et de la règle métallique; à ce moment, les plumes des enregistreurs tracent des traits transversaux qui indiquent la position géométrique exacte dans laquelle se trouve l'extrémité de chacune d'elles, lorsque la rupture du courant se produit.

Si, ensuite, on répète la même expérience de rupture des courants, en faisant mouvoir rapidement le ruban, il est évident qu'on obtiendra de nouveaux signaux, dont les traces ne coïncideront avec les précédentes que si les retards de fonctionnement des enregistreurs sont absolument nuls, car, s'il en est autrement, les plumes auront parcouru un certain espace entre le moment où le courant aura été rompu, par suite du passage du frotteur sur la languette isolante, et celui où elles se mettront en mouvement et, par conséquent, entre le moment où elles auront atteint la position de leurs premières traces et celui où elles en produiront de nouvelles. Dans la pratique, comme il est impossible de réaliser la construction d'un enregistreur dont le retard de fonctionnement soit nul, c'est toujours ce qui se produit et l'on observe une distance appréciable entre les traces faites dans la première expérience et celles obtenues dans le mouvement rapide du ruban. Cette distance repré-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sente une durée qu'il est facile d'évaluer, puisque les traces, laissées sur le ruban par la plume du diapason vibrant, font connaître les durées correspondant à chaque déplacement linéaire de l'appareil.

Le retard de fonctionnement des enregistreurs, dont il est ici question, est dû, d'une part, au retard de désaimantation des électro-aimants, et de l'autre, au retard de mise en marche des organes mécaniques qui commandent les plumes ; il est la somme de ces deux retards et peut s'appeler retard de déclanchement.

Avec la façon d'opérer indiquée plus haut, on a à tenir compte d'un autre retard de fonctionnement dû au temps nécessaire pour que les plumes des enregistreurs soient de nouveau mises en mouvement quand le courant se rétablit. Ce retard, qu'on peut appeler retard de renclanchement, se compose du retard d'aimantation, toujours notablement plus grand que le retard de désaimantation et aussi, comme précédemment, du retard de mise en marche des organes mécaniques qui actionnent la plume.

Lors du tir, les enregistreurs sont d'abord armés, et les plumes tracent chacune un trait d'une certaine longueur avant que le ressort n'arrive sur la languette isolante ; au moment où il y parvient, les plumes tracent leurs traits de déclanchement ; elles restent déclanchées tant que le ressort porte sur la partie isolante ; au moment où le courant se rétablit, les enregistreurs s'arment de nouveau automatiquement et les plumes tracent leurs traits de renclanchement ; il faut qu'elles aient repris complétement leur première position avant que le projectile rencontre le premier des interrupteurs placés sur son passage.

Si ce premier interrupteur est, par exemple, placé à la bouche de la pièce, on voit qu'il faut que la somme des retards de fonctionnement de l'enregistreur correspondant, c'est-à-dire la somme du retard de déclanchement et du retard de renclanchement, augmentée de la durée de l'interruption de courant, due au passage du ressort frotteur sur la languette isolante, soit inférieure à la durée du trajet dans l'âme.

Cette durée de trajet, dans un canon de campagne, pouvant elle-même être très-peu supérieure à un demi-centième de seconde, on voit avec quelle rapidité doivent pouvoir fonctionner les enregistreurs, pour avoir le temps de donner le premier signal destiné à faire connaître leur retard et de se trouver prêts à fonctionner de nouveau pour signaler le passage du projectile.

Les enregistreurs du système imaginé par M. Marcel Deprez satisfont à cette condition ; on peut arriver à en construire dont la marche est tellement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rapide, que, placés dans le circuit d'un diapason entretenu électriquement et donnant 1 000 vibrations simples à la seconde, ils peuvent indiquer chacune des 500 ruptures et des 500 fermetures de signaux opérées par seconde par ce diapason et montrer, par les traces obtenues, que leurs armatures ont encore le temps de rester en repos pendant une durée appréciable entre chacun des mille signaux.

Mais on peut aussi, avec le vélocimètre, employer des enregistreurs moins parfaits et ne pas s'imposer l'obligation de leur faire donner les tracés destinés à la mesure des retards, pendant le recul même de la bouche à feu.

On peut, en effet, tirer le ruban à la main, avec une vitesse suffisante, dans une opération préalable et en faisant marcher le diapason. On obtient ainsi des tracés qui renferment les éléments nécessaires pour la détermination des retards de déclanchement et l'on peut alors, dans le tir, éviter de produire la rupture mécanique et simultanée des courants. On attache, dans ce cas, le fil de retour commun à la grosse borne qui se voit à la gauche de la glissière, près de l'extrémité de la planchette de support, et l'on évite ainsi de faire passer le courant par le frotteur à ressort.

Les enregistreurs restent donc alors constamment armés jusqu'au moment où ils doivent donner leurs signaux respectifs, et l'on n'a plus à se préoccuper de l'obligation de ne faire produire le premier signal qu'après un temps suffisant pour que ces enregistreurs aient pu fonctionner une première fois et reprendre leur position d'attente. On peut même faire alors usage d'enregistreurs qui ne se réarment pas automatiquement, enregistreurs qui sont beaucoup plus faciles à construire et à manier.

L'écartement des signaux successifs des enregistreurs est lu au moyen de l'appareil micrométrique qui sert également à faire les lectures du tracé du diapason ; on compte, en même temps, le nombre de vibrations du diapason compris dans l'intervalle, et on mesure la longueur des vibrations extrêmes, qui correspondent aux signaux, de façon à pouvoir tenir compte des fractions de ces vibrations. On détermine ainsi les durées correspondant aux différents signaux des enregistreurs et l'on en retranche le retard propre à chacun d'eux.

L'appareil permet facilement d'apprécier le cent-millième de seconde, mais les variations des retards des enregistreurs pouvant atteindre le cinquante millième de seconde, on ne peut, en réalité, compter sur une approximation supérieure à cette dernière valeur.

Dans l'expérience faite sur le canon de 24 centimètres, modèle 1870, dont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les données numériques ont été indiquées précédemment, on a obtenu les résultats suivants :

Durée du parcours du projectile dans l'âme $0^s,01124$.

Durée du parcours depuis la bouche de la pièce jusqu'au premier cadre situé à une distance de 33 mètres $0^s,07305$.

Durée du parcours depuis le premier cadre jusqu'au second cadre situé à 83 mètres de la pièce $0^s,1127$.

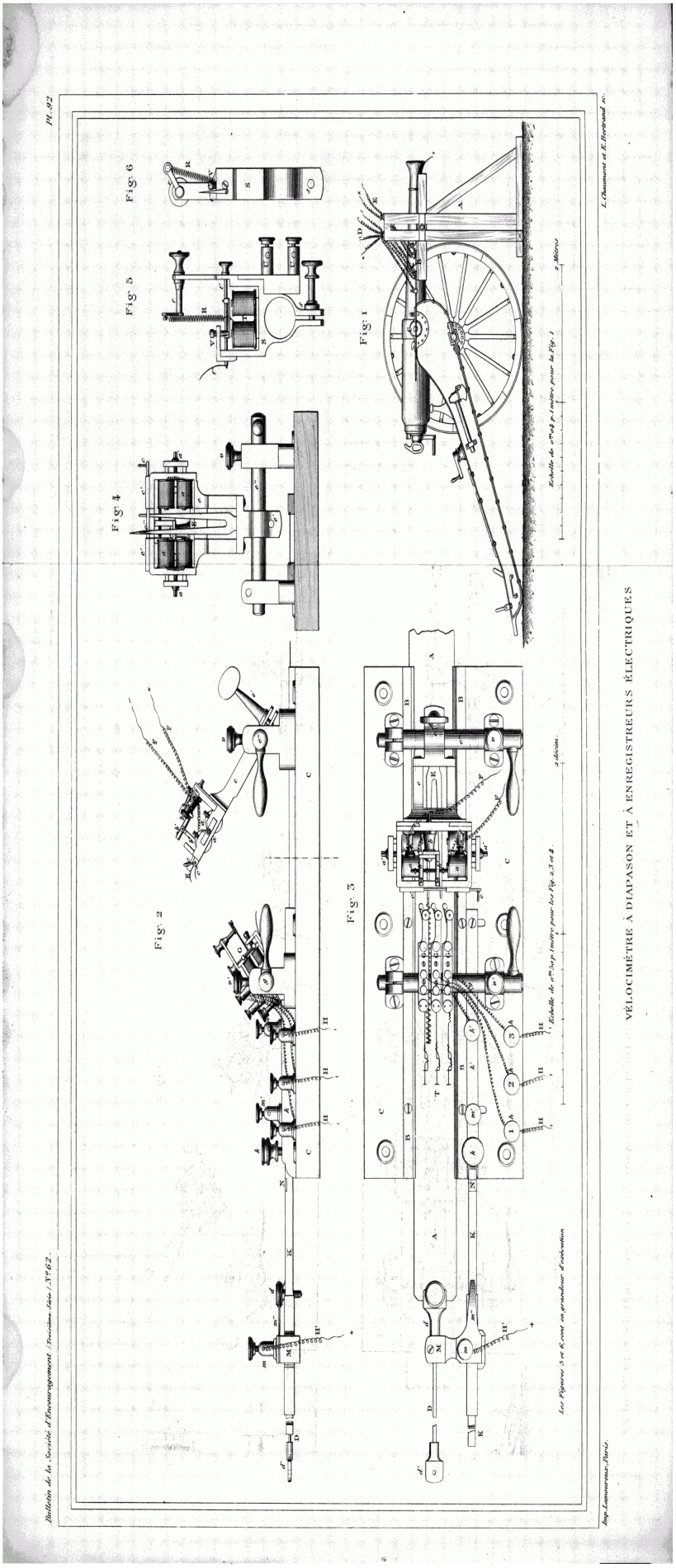
On déduit de ces valeurs que la vitesse du projectile était à 16 mètres de la bouche à feu $451^m,2$, et à 78 mètres $443^m,2$.

L'appareil peut évidemment servir à étudier la loi du mouvement de tout corps qui reçoit une brusque impulsion : on pourra donc l'appliquer, par exemple, à la détermination de la loi de détente d'un ressort rendu subitement libre, à celle de la loi du mouvement du piston d'une machine à gaz lancé par l'explosion d'un mélange détonant, à celle encore de l'étude du mouvement d'un marteau-pilon ; on pourra l'employer aussi à l'étude des mouvements provoqués par des moteurs animés et il permet facilement, par exemple, d'enregistrer la loi du mouvement qu'un homme peut imprimer au ruban, en opérant sur lui une brusque traction avec la main.

J'ai appliqué récemment ce même appareil à l'étude de la loi du mouvement d'un piston, à joint hermétique, pénétrant sous l'action du choc produit par la chute d'un poids, dans un corps de pompe cylindrique et plein d'air.

Des appareils récemment construits, en vue de la détermination des pressions développées dans l'âme des bouches à feu, pendant le tir, peuvent permettre, dans cette même expérience, de déterminer à chaque instant la pression développée par la compression de l'air; on peut donc, par la combinaison des deux appareils, déterminer simultanément le volume auquel l'air se trouve réduit à chaque instant, et la pression instantanée correspondante; c'est une expérience qui me paraît avoir une certaine importance, au point de vue de la vérification de quelques-unes des lois de la théorie mécanique de la chaleur et de l'étude des lois de déperdition de la chaleur par les enveloppes métalliques, et je me permets de la signaler aux physiciens qui s'occupent spécialement de ces questions.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LÉGENDE DE LA PLANCHE 92 REPRÉSENTANT LE VÉLOCIMÈTRE A DIAPASON ET A ENREGISTREURS ÉLECTRIQUES.

Les mêmes lettres représentent les mêmes objets sur les fig. 2, 3, 4, 5 et 6 ; la fig. 1 seule a des notations différentes.

Fig. 1. Vue d'ensemble de l'appareil disposé pour la mesure du recul d'un canon de campagne.

A, supports placés à proximité de la bouche à feu.

B, planchette sur laquelle est monté l'appareil.

C, point d'attache du fil d'acier relié au ruban.

D, fils électriques se rendant aux interrupteurs.

E, fils électriques pour l'entretien du mouvement du diapason.

Fig. 2. Vue en élévation de l'appareil, le diapason et les enregistreurs électriques relevés.

Fig. 3. Vue en plan, le diapason et les enregistreurs abaissés et traçant sur le ruban noirci.

Fig. 4. Section transversale montrant le diapason relevé.

A A, ruban d'acier noirci recevant les enregistrements.

B B, glissières fixes en acier guidant le ruban horizontalement et dans une direction parallèle au plan de tir.

C C, planchette servant de support à l'appareil.

D, fil d'acier reliant le ruban à la bouche à feu.

d, pince avec vis pour l'attache du fil au ruban.

d', pince pour l'attache du fil à la bouche à feu ou à l'affût.

E, diapason vibrant entretenu électriquement.

e, support à pince portant le diapason, les électro-aimants destinés à entretenir son mouvement et la petite colonne qui porte les vis de contact.

e', vis de serrage pour fixer le diapason dans la position convenable sur l'arbre qui le porte.

e'', arbre de support avec manette pour le faire tourner, monté à frottement dur dans ses colliers et pouvant être maintenu fixe à l'aide d'une vis de serrage *v*.

a, électro-aimants servant à entretenir le mouvement du diapason.

a', vis servant à régler leur distance aux branches du diapason.

b, petite colonne supportant deux petits montants articulés autour d'un axe vertical et qui servent d'écrous aux vis de contact.

b', vis de contact l'une conductrice, l'autre isolante, entre les pointes desquelles oscille, avec un faible jeu, une lame de ressort *b''* soudée à l'une des branches du diapason.

Le courant est établi quand la petite lame de ressort *b''* touche la vis conductrice et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est rompu dans le cas contraire ; la vis isolante, en limitant l'amplitude d'oscillation de cette lame, lui permet de revenir plus facilement au contact de la vis conductrice et s'oppose aux flexions qui en compromettraient la durée.

c, petite tige pouvant glisser et tourner à frottement dans deux petites douilles *c'* fixées sur l'extrémité du support du diapason et portant une plume auxiliaire *c''* qui sert à marquer la ligne médiane du tracé de ce dernier.

F, fils du courant électrique aboutissant aux électro-aimants du diapason.

f, bornes d'attache de ces fils, montées sur une plaque isolante en ivoire.

G, enregistreurs électriques au nombre de trois sur l'appareil.

g, arbre horizontal à manette sur lequel sont montés les enregistreurs ; il tourne à frottement dur dans ses colliers et peut être maintenu fixe au moyen de la vis de pression *v'*.

H, fils d'arrivée des courants électriques aboutissant aux enregistreurs.

H', fil de retour du même courant.

h, bornes d'attache de ces fils sur la planchette.

h' borne d'attache du circuit commun de retour.

K, règle métallique faisant partie du circuit commun de retour et servant à la mesure des retards de fonctionnement des enregistreurs.

k, vis de pression servant à fixer cette règle qui est amovible pour faciliter le transport de l'appareil et qui s'engage dans une glissière *k'*.

M, pince isolante en ivoire qui est reliée par une vis de serrage au fil d'attache du ruban noirci et qui porte un ressort métallique frottant sur la règle.

m, borne d'attache du fil de retour pour la mesure des retards des enregistreurs.

m', borne d'attache du même fil quand on ne veut pas mesurer les retards.

m'', ressort frotteur.

N, languette d'ivoire isolante interrompant les courants qui animent les enregistreurs lors du passage du frotteur sur sa surface.

T, spécimens des traces données par les enregistreurs et par le diapason dans une expérience de tir.

On distingue sur la trace laissée par la plume du diapason (trace ondulée placée au second rang à partir du haut et en retraite sur les autres traces), la position d'origine, marquée par un petit trait transversal, les ondulations successives marquant les parcours du ruban pendant la durée de chaque vibration et la ligne médiane qui permet la mesure exacte de ces parcours.

Sur chacun des tracés des enregistreurs, on distingue l'origine, la trace de rupture et la trace de fermeture du courant, lorsqu'il est interrompu par le passage lent du frotteur sur la languette isolante. On distingue également, sur chacun d'eux, sous forme de deux petites courbes dirigées en sens inverse et se terminant par de petites ondulations dues aux vibrations des plumes brusquement arrêtées, les traces qui donnent la mesure des retards de déclanchement et de renclanchement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sur la trace correspondant à l'enregistreur, dont la borne porte le chiffre 3, on distingue le signal produit lors de la sortie de projectile.

Fig. 5 et 6. Vues en élévations longitudinale et latérale d'un enregistreur en vraie grandeur.

S, support de l'enregistreur.

s, pince avec vis de serrage permettant de le fixer sur l'arbre horizontal du vélocimètre.

T, électro-aimant.

t, armature légère reliée à l'arbre horizontal *t'* qui lui permet d'osciller, et qui porte la plume en acier *t''*.

V, vis buttante limitant la course de la plume.

R, petit ressort à boudin tendant à arracher l'armature.

p, petit arbre portant à l'une de ses extrémités une bielle reliée au ressort; à l'autre, un bouton moleté et tournant à frottement dur dans un collier. Cet arbre sert à régler la tension du ressort.

V, bornes d'attache des fils du circuit de l'électro-aimant montées sur une plaque isolante fixée sur le support. (S.)

CHEMINS DE FER.

ESSAI SUR LE PRINCIPE DES TARIFS DANS L'EXPLOITATION DES CHEMINS DE FER, PAR M. DE LA GOURNERIE, MEMBRE DU CONSEIL.

> La science économique se résume dans le mot *Valeur* dont elle n'est que la longue explication.
>
> BASTIAT.

Une certaine confusion règne dans les discussions relatives à l'établissement des tarifs des chemins de fer, parce que la question n'est dominée par aucun principe généralement accepté. Les études que j'ai faites, m'ont convaincu que, malgré quelques circonstances particulières, l'exploitation des chemins de fer est soumise, comme toutes les autres industries, aux grandes lois économiques; que les prix doivent y être réglés d'après la valeur des transports déterminée par l'action de l'offre et de la demande; qu'en adoptant des bases différentes, telles que la longueur du trajet ou le montant de la dépense, on est conduit à des contradictions et à des impossibilités; que l'existence d'un monopole modifie les effets de l'offre et de la demande, mais ne les supprime pas; enfin, que les mesures par lesquelles

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on empêche quelquefois de taxer certains transports d'après leur valeur, nuisent aux intérêts qu'on prétend protéger.

Je me propose d'examiner rapidement ces diverses propositions.

Considérations générales sur la valeur. — La valeur des marchandises est réglée par un équilibre entre l'offre et la demande. La dépense de fabrication n'influe, en général, que sur l'offre et n'est qu'un élément de la valeur. La différence, entre ce que vaut un produit et ce qu'il a coûté, est quelquefois assez grande. De là résultent divers désordres qui frappent vivement quand on commence à étudier l'ordre industriel des sociétés.

Par suite de circonstances extérieures souvent difficiles à prévoir, l'offre et la demande peuvent éprouver des variations qui, en modifiant les valeurs, jettent le plus grand trouble dans les existences. On a vu des industries, telles que celle des tisserands à la main, être frappées, et de nombreuses familles tomber dans la misère.

La question des souffrances momentanées produites par les machines nouvelles, se rattache au problème bien plus général que soulève la différence entre le prix de revient et la valeur.

Cependant, un examen attentif montre que la loi de l'offre et de la demande contient un principe régulateur indispensable à nos sociétés. Elle dirige les ouvriers vers les travaux les plus utiles, et les ressources vers les pays que la disette menace; elle perfectionne les arts en stimulant toutes les activités, augmente la richesse générale et entraîne l'homme dans des voies nouvelles. C'est un suffrage universel, où chacun est fréquemment appelé à voter comme producteur et comme consommateur : toutes les mises en ventes, toutes les demandes déterminent des impulsions, dont la résultante gouverne le monde industriel.

Cette loi n'est pas d'invention humaine; elle s'établit partout et l'on ne comprend pas comment les sociétés pourraient exister sans elle. Les pouvoirs qui ont voulu la dominer dans les choses de quelque importance, ont aggravé les maux qu'ils prétendaient prévenir et se sont soumis. Tout prouve qu'on doit se borner à soulager les souffrances très-réelles qu'elle produit accidentellement, mais sans contrarier ses effets, au moins dans la grande industrie. Un transport, comme toute marchandise et comme tout service, a une valeur déterminée par le jeu de l'offre et de la demande : on doit le payer non ce qu'il coûte, mais ce qu'il vaut. Une exception à la loi générale des transactions, ne doit pas être faite sans de puissants motifs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sans insister sur ce point, je vais examiner quelques-unes des questions particulières qui ont soulevé de vives discussions.

Transport des laines d'Alger à Roubaix. — Les Compagnies des chemins de fer de la Méditerranée et du Nord transportent les laines de Marseille à Roubaix, au prix de 76 fr. 50 la tonne. Il y a quelques années, les laines envoyées d'Alger vers la même destination, étaient conduites à Dunkerque, par des navires anglais, pour 65 francs. Les frais à Dunkerque et le port jusqu'à Roubaix, dépassaient à peine 11 fr. 50, de telle sorte que, sous l'action de l'offre et de la demande, le transport des laines à Roubaix avait sensiblement la même valeur au départ d'Alger et à celui de Marseille.

On ne pouvait attirer sur nos lignes les laines expédiées d'Alger et assurer ce trafic à la marine française, qu'en demandant 76 fr. 50 pour tout le trajet. C'est ce que les Compagnies ont consenti à faire. Elles paient 20 francs pour le fret sur la Méditerranée, et gardent une somme de 56 fr. 50 qu'elles jugent suffisante pour les indemniser des dépenses que le transport de Marseille à Roubaix leur impose. On peut supposer qu'elles trouvent un léger bénéfice à cette combinaison; un chemin de fer, dans son intérêt et dans celui du pays, ne doit négliger aucun trafic de nature à augmenter ses recettes plus que ses dépenses.

Des habitants de Marseille, croyant sans doute que la dépense d'un transport en détermine la valeur, demandent que les laines qu'ils expédient soient taxées au même prix que celles qui viennent d'Alger. Si le prix de 56 fr. 50 est rémunérateur, disent-ils, les Compagnies ne sauraient réclamer davantage.

Les divers transports que fait une Compagnie, sont loin de lui donner des bénéfices égaux. Si, parce que certains d'entre eux ne lui laissent, pour le produit net, qu'une très-faible partie de la recette, on prétend régler le tarif de manière qu'elle prélève la même proportion sur l'ensemble du produit brut, elle ne pourra satisfaire aux obligations qu'elle a contractées.

Le résultat certain d'exigences de cette nature, serait d'amener les Compagnies à s'interdire tous les transports sur lesquels elles n'auraient pas un bénéfice élevé, et par suite à abandonner des recettes considérables en privant le pays de transports à bon marché, pour un grand nombre de marchandises.

Dans toutes les industries, par suite des irrégularités de la demande, de la variation dans les prix des matières premières et de mille circonstances, les divers produits donnent des bénéfices inégaux. Cela est surtout sensible,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lorsque par des fabrications secondaires, on utilise des déchets, un excédant de force motrice, un terrain inutile ou des ouvriers momentanément inoccupés. Un bon manufacturier ne néglige aucune source de revenu. L'entreprise doit être appréciée par l'ensemble des dépenses et des recettes.

L'argument du *prix rémunérateur* a pour conclusion que, dans une même exploitation, les bénéfices, sur tous les produits, doivent être abaissés au niveau des plus faibles. Un semblable principe causerait aux industries de grands dommages et entraînerait une élévation considérable des prix.

Eu égard aux facilités de la navigation entre Alger et Dunkerque, il n'y aurait rien eu de surprenant à ce que le transport des laines à Roubaix coûtât moins de la première de ces villes que de Marseille, et alors les Compagnies de chemins de fer, supposées libres, auraient été conduites à demander des prix moindres, si, toutefois, elles avaient pu le faire sans se porter préjudice.

Tarifs différentiels : clause des stations non dénommées. — On lit dans une brochure imprimée par les soins de l'Administration des travaux publics, en septembre 1877 :

« A l'origine de l'exploitation, le système différentiel avait été poussé jusqu'à l'abus : aussi n'était-il pas rare de voir une marchandise payer plus cher pour une distance moindre que pour une distance plus considérable, sur une seule et même ligne. Le parcours de Paris à Angers, par exemple, était taxé plus haut que le parcours de Paris à Nantes, et cela même dans le tarif général.

« Ces anomalies, tant reprochées aux chemins de fer, n'étaient cependant pas un fait nouveau dans l'industrie des transports. Avant l'établissement des voies ferrées, le roulage percevait également un prix plus élevé de Paris à Angers que de Paris à Nantes, et l'on voit que, sur ce parcours, le chemin de fer n'avait fait que suivre les anciens errements du roulage. La batellerie, de son côté, prenait autrefois plus cher de Chalon-sur-Saône à Villefranche que de Chalon à Lyon ; plus cher de Lyon à Tarascon, que de Lyon à Arles. »

Les marchandises pouvaient être expédiées de Paris à Nantes par la navigation de la Seine et le cabotage. On comprend donc que, sous l'action de l'offre et de la demande, le transport au départ de Paris eût moins de valeur pour Nantes que pour Angers.

Les transports de Chalon à Villefranche étaient faits ou par des chalands à destination de Lyon qui faisaient escale et perdaient du temps, ou par des bateaux spéciaux, dont il était difficile de compléter le chargement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les causes des différences signalées ne pourraient être établies avec certitude que par une investigation minutieuse, qui ne paraît nullement utile dans la question qui nous occupe.

Les chemins de fer sont dans les mêmes conditions que le roulage et la batellerie. Je ne vois pas comment il pourrait être possible d'établir qu'un transport plus long n'a jamais une valeur moindre, ou que chaque transport ne doit pas être payé à sa valeur.

Les faits, signalés dans le document que j'ai cité, ne me paraissent présenter ni abus, ni anomalies. Il importe, d'ailleurs, d'observer que ces faits ont été parfaitement acceptés tant qu'ils ont été l'œuvre du commerce libre.

Quoi qu'il en soit, depuis plusieurs années, l'Administration, par la *clause des stations non dénommées*, interdit, sur une même direction, une taxe plus élevée pour une distance moindre. Je considère cette mesure comme un expédient propre à diminuer la vivacité des réclamations.

La règle maintenant imposée aux Compagnies, les conduit peut-être à réduire les tarifs sur certaines sections, mais il est probable qu'elle les empêche plus souvent d'abaisser les prix quand la valeur du transport diminue.

Un peuple peut adopter sur son territoire des combinaisons artificielles, mais, dans ses relations avec les autres peuples, la réalité des faits commerciaux apparaît et met en évidence le vice des dispositions adoptées. La clause des stations non dénommées a permis aux chemins de fer étrangers de prendre une partie du trafic entre Roubaix et Saint-Dié, villes voisines de la frontière. Nos Compagnies ne peuvent entrer en lutte et réduire pour ce trajet leurs bénéfices à la dernière limite, parce qu'elles seraient obligées d'accorder les mêmes avantages à un grand nombre de stations intermédiaires et par suite de subir une perte considérable.

L'Administration a été obligée d'autoriser, pour le transit, des tarifs spéciaux, sur lesquels on ne peut s'appuyer pour réclamer l'application de la clause des stations non dénommées. Il est évident qu'on ne saurait faire payer aux étrangers un transport plus cher qu'il ne vaut.

Unification des tarifs. — On parle beaucoup de l'unification des tarifs : il s'agit de régler les prix d'après la distance parcourue, sans tenir compte de la valeur du transport. Ainsi, par exemple, on fixerait pour certains produits de l'agriculture un prix moyen qui pourrait être de six centimes par tonne et par kilomètre. Dans ces conditions, il serait impossible d'établir un chemin de fer dans un pays mal cultivé, et d'un accès difficile, car les re-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cettes seraient insignifiantes. Les habitants déclareraient en vain qu'ils manquent de débouchés, et qu'un chemin de fer avec un tarif de quinze centimes, serait pour eux un bienfait. Dans une contrée riche et sillonnée de canaux un chemin de fer, avec un tarif de six centimes, ne pourrait lutter avec la batellerie ; il ne trouverait pas à placer ses transports : on ne le construira que si les voyageurs doivent lui donner des recettes suffisantes.

La situation reste la même, dans le cas où le tarif est réglé par une échelle, d'après la distance. On ne peut obtenir de bons résultats qu'en fixant des prix à peu près conformes à la valeur des transports. S'ils la dépassent, le chemin est d'une petite utilité pour le pays, et donne des recettes faibles. S'ils lui sont inférieurs, on fait un don aux populations. Je ne prétends pas que cette dernière disposition doive être rejetée d'une manière absolue, mais je crois qu'elle ne peut être admise que dans des cas particuliers, pour des raisons spéciales, et qu'alors il importe d'en prévoir toutes les conséquences.

On ne doit pas adopter, sans des raisons graves, une combinaison contraire aux règles universellement admises dans le commerce. Aucun cultivateur n'a eu l'idée, pour simplifier la comptabilité, de mettre en vente tous ses produits, au détail, à un prix moyen et unique : les uns seraient immédiatement enlevés, mais avec perte pour lui, et il ne pourrait se défaire des autres (1).

L'unification des tarifs offrirait, en France, des inconvénients beaucoup plus graves, que dans une contrée peu étendue dont toutes les parties seraient à peu près dans les mêmes conditions économiques.

Il convient, sans doute, d'empêcher qu'une trop grande complication s'introduise dans les barêmes, mais on doit remarquer que les Compagnies hésiteront beaucoup à abaisser leurs prix, si toute réduction doit porter sur une nombreuse catégorie de transports, eu égard surtout aux difficultés qui sont maintenant opposées aux relèvements.

Objection de l'unification de la taxe des lettres. — Le succès de quelques

(1) La comparaison me paraît juste. Une Compagnie qui perd certains transports, parce qu'elle en demande un prix aussi élevé que pour d'autres ayant plus de valeur, me semble agir comme un cultivateur qui laisserait pourrir ses produits les moins demandés, plutôt que de les vendre au cours du marché.

Il importe toutefois d'observer que la valeur d'un transport sur chemin de fer n'est pas connue avec précision, parce qu'elle résulte d'un maximum, comme je le dirai plus loin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

unifications, et notamment de celle qui a été introduite dans la taxe postale, n'est pas un argument d'un grand poids.

Dans les campagnes, la distribution des lettres paraît être faite à un prix inférieur à sa valeur réelle; il en est autrement dans les villes, mais la surcharge, qui ne peut être considérable, ne présente que de légers inconvénients.

Si dans la composition du tarif de la poste, on avait égard non-seulement au poids et à la nature des papiers, mais encore à la distance de transport, le soin nécessaire pour vérifier les timbres et taxer à chaque réexpédition, apporterait dans les opérations une lenteur très-regrettable (1). Du reste, lorsque l'on examine les résultats obtenus en France, il importe de remarquer que, par suite des conditions imposées aux Compagnies de chemins de fer, l'Administration ne fait figurer à son budget qu'une partie des dépenses de la poste, et qu'ainsi le développement du service ne pèse pas sur elle de tout son poids.

Tarif réglé d'après le prix de revient. — Quelques personnes ont proposé de régler le tarif d'après le prix de revient des transports. Cette base ne saurait être appliquée aux chemins dont le produit net ne peut couvrir l'intérêt du capital engagé. Pour les autres, elle conduit à fixer des prix très-réduits.

La question à laquelle on se trouve ramené, pour les bonnes lignes, présente quelque analogie avec celle des péages sur les routes; mais, sans entrer dans une discussion qui exigerait de longs développements, je dois remarquer que les difficultés de perception qui sont grandes sur les chemins ordinaires, n'existent pas sur les voies où l'on prélève un prix de transport, et ensuite qu'on ne peut penser à abandonner des revenus, que lorsque l'on possède des ressources suffisantes.

Valeur des produits dans les industries soumises à un monopole.—On cherche à légitimer l'intervention permanente de l'Administration dans l'exploitation des chemins de fer, en disant que les Compagnies, dégagées de toute concurrence, fixent leurs prix d'une manière entièrement arbitraire.

Je remarquerai d'abord que le monopole n'est pas absolu, car les chemins de fer trouvent comme concurrents, dans diverses conditions, le cabotage, la batellerie, les messageries et le roulage; ensuite qu'un privilége modifie les effets de l'offre et de la demande, mais ne les supprime pas. Il existe un

(1) On peut consulter sur cette question un article inséré par Bastiat dans le *Journal des Économistes*, en mai 1846.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grand nombre de monopoles, les uns de droit, les autres de fait (1), et les diverses marchandises n'en ont pas moins une valeur déterminée, sans aucune intervention de l'autorité. Le propriétaire d'un brevet, peut sans doute demander un prix exagéré de ses produits, mais en voyant qu'il ne les place qu'en petit nombre, il arrive bientôt à réduire ses prétentions pour augmenter son bénéfice. S'il avait fixé un prix trop bas, l'affluence des demandes l'amènerait promptement à réparer sa faute. Le prix auquel il se trouve conduit, dans son propre intérêt, résulte du jeu de l'offre et de la demande, et détermine la valeur de l'objet pour la fabrication duquel il a un privilége.

Ces considérations sont applicables, même dans le cas de la concurrence, à toute industrie susceptible de recevoir un développement considérable. Les constructeurs de machines peuvent être amenés à réduire leurs prix non-seulement par la lutte qu'ils se font pour s'attirer les demandes actuelles, mais encore par le désir de répandre certains de leurs produits.

Valeur d'un transport par chemin de fer. — Modifications qu'elle éprouve quand les frais d'exploitation diminuent. — Dans les premières années après les concessions, les Compagnies étaient à peu près libres de régler leurs tarifs au-dessous de limites fixées. Elles ont spontanément fait des réductions pour les marchandises, et offert aux voyageurs diverses combinaisons avantageuses. Il est même possible que, dans certains cas, elles aient sciemment abaissé les prix au-dessous du chiffre qui leur eût procuré immédiatement le plus grand bénéfice net, afin de développer l'industrie du pays qu'elles desservent : c'était semer pour recueillir.

A cette époque on n'avait encore imaginé aucune des mesures restrictives qui nuisent aux intérêts que l'on veut protéger. Les compagnies ont pu faire des essais, se rendre compte de l'extension que les différents genres de commerce étaient susceptibles de prendre, et apprécier avec assez de sûreté, les effets de l'offre et de la demande.

La valeur d'un transport dépend essentiellement des frais d'exploitation : elle s'abaisse quand ils diminuent. Je crois nécessaire d'établir cette proposition, bien qu'elle paraisse être une vérité d'intuition.

Le produit brut est très-petit lorsque le tarif est ou extrêmement réduit ou excessif. Les dépenses, sans être proportionnelles aux tonnages, varient d'une manière continue dans le même sens qu'eux, et en sens inverse des prix

(1) En France, l'industrie du roulage et celle des messageries, pour les grandes distances, ont toujours appartenu à des monopoles de fait.

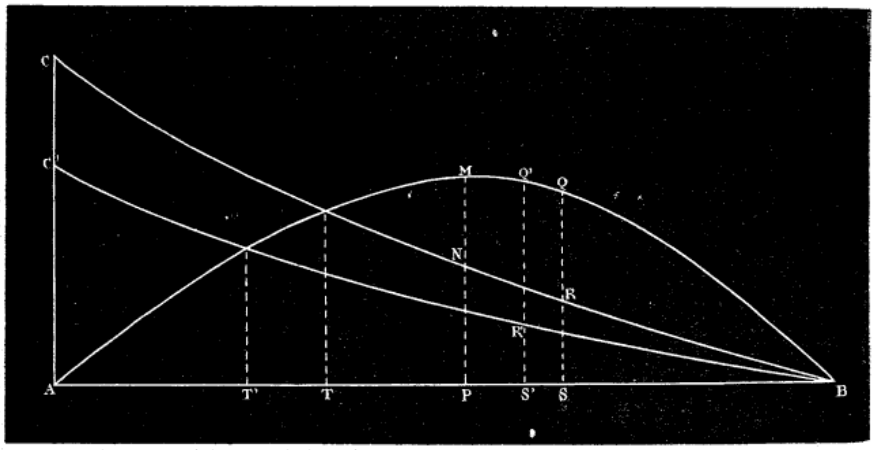
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

demandés ; elles sont importantes lorsque le tarif est faible, parce que le tonnage est considérable. Il résulte de là que le maximum du produit net correspond à un tarif plus élevé que le maximum du produit brut, et que la différence est d'autant plus grande, que l'exploitation est plus dispendieuse. Lorsque les frais diminuent, la valeur du transport s'abaisse, et les bénéfices de la Compagnie augmentent (1).

---

(1) On peut, à l'aide d'une figure, donner plus de clarté à ces considérations.

La courbe A M B représente les variations du produit brut d'un chemin de fer, pour le transport d'une certaine marchandise entre deux stations déterminées, en supposant que l'on demande successivement divers prix. A la taxe A S correspond le produit brut S Q. La recette est nulle quand la taxe est complétement supprimée, et lorsqu'elle a une grandeur A B telle que les expéditeurs renoncent complétement à envoyer par le chemin de fer la marchandise considérée.



La courbe C N B indique la dépense afférente au transport de la marchandise pour les différents prix. Ainsi que je l'ai dit, cette dépense est grande lorsque la taxe est faible ; elle devient nulle pour le prix A B qui arrête le transport.

Les abscisses A P et A S correspondent la première à la recette maximum P M, la seconde au produit net maximum R Q. Cette dernière, toujours plus grande que l'autre, détermine la valeur A S du transport de la tonne.

Si par une exploitation plus habile, ou en améliorant les conditions techniques dans lesquelles le chemin est établi, on parvient à réduire les frais, la courbe C B deviendra C' B, et la Compagnie aura intérêt à demander le prix A S' qui, dans le nouvel état des choses, donne au produit net sa grandeur maximum R' Q'. Le pays profite de l'abaissement de prix S S' ; la Compagnie obtient l'augmentation de recettes nettes R' Q' — R Q. Les frais ne dépasseront le produit brut que si le prix est moindre que A T'.

Pour les diverses marchandises et les différentes sections du chemin, les courbes présenteraient des particularités spéciales : il ne faut s'attacher ici qu'à leur forme générale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La réduction des bénéfices, quand les dépenses et notamment les frais généraux s'élèvent, maintient et ramène, en chaque localité, le nombre des ateliers d'une même profession dans un rapport convenable avec l'importance des débouchés. Il n'en est pas ainsi dans l'industrie des chemins de fer. Quel que soit le sort de la Compagnie qui a reçu la concession, un chemin construit reste exploité, même quand son trafic est presque entièrement prélevé sur les lignes voisines, et qu'il ne dessert, d'une manière spéciale, que des villages intermédiaires. Il résulte de là une différence notable pour les effets de la concurrence entre les chemins de fer et les industries où le jeu des lois économiques écrase, sans pitié, les entreprises qui ne répondent pas suffisamment à un besoin actuel.

Le montant des frais de construction d'un chemin, est sans influence sur la valeur des transports. — On se propose dans l'exploitation d'obtenir le plus grand produit net, c'est-à-dire de rendre aussi grande que possible, la différence entre les recettes et les dépenses annuelles. Or, ni les recettes, ni les frais ne dépendent du capital employé pour mettre le *chemin dans l'état où il se trouve*. Ce capital n'exerce donc aucune influence sur la valeur du transport et par suite sur le tarif.

Il peut sans doute arriver qu'une Compagnie s'endette pendant la construction, et que, se voyant dans l'impossibilité de faire les dépenses nécessaires pour le développement des gares et l'augmentation du matériel, elle restreigne le trafic en maintenant un tarif élevé. Une entreprise ne peut pas être conduite convenablement par une Compagnie obérée, quelles que soient les causes qui ont compromis sa situation financière. La question que j'examine n'est pas là : il s'agit de savoir si une Société, ayant des ressources déterminées et possédant un chemin dans des conditions techniques données, sera conduite à tenir compte, dans la fixation de ses prix, de l'importance de la somme qu'elle a dépensée. Pour qu'il en fût ainsi, il faudrait que, dans certains cas, elle réduisit spontanément ses bénéfices. Les choses se passent autrement : une Compagnie cherche toujours à obtenir le plus grand produit, et les actionnaires touchent un intérêt plus ou moins élevé, suivant l'importance du capital engagé.

Question des encombrements. — Dans la plupart des industries, la production et la consommation présentent des irrégularités qui, modifiant les rapports de l'offre et de la demande, introduisent des variations dans la valeur des marchandises.

Lorsqu'une circonstance exceptionnelle attire dans une ville un grand

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

concours d'étrangers, les loyers montent et par suite, d'une part, les aubergistes sont indemnisés des dépenses qu'ils peuvent faire pour approprier de nouveaux appartements à la location en détail; de l'autre, bien des personnes réduisent la durée de leur séjour. Il résulte de ces deux effets que tous les arrivants trouvent place, tandis que si l'autorité avait décrété la fixité des prix, beaucoup de voyageurs n'auraient pu avoir aucun gîte.

Des difficultés du même genre se sont souvent présentées dans l'industrie des transports, et elle les a généralement résolues de la même manière. Lorsque la demande devient plus grande, le roulage, la batellerie et le cabotage augmentent leurs prix (1); en Angleterre et aux Etats-Unis, les chemins de fer élèvent leurs tarifs : les marchandises les moins pressées attendent alors que les cours soient revenus aux taux ordinaires. La solution du problème des encombrements consiste dans la variation des prix entraînant, comme conséquence, l'établissement de magasins dans toutes les localités où des affluences exceptionnelles de marchandises peuvent se produire, car les navires et les wagons ne doivent jamais en tenir lieu.

M. Nouette Delorme a écrit sur cette question :

« Est-ce qu'il existe une seule usine ou maison de commerce qui organise ses frais d'après les besoins exceptionnels de quelques jours de l'année? Il en est de même des monopoles. On ne se révolte pas contre l'Administration des postes, lorsqu'au jour de l'an, les distributions de lettres subissent pendant une semaine, des retards réguliers. On ne trouve pas étonnant que la Compagnie des omnibus refuse beaucoup de monde les jours de fête, on ne lui demande pas de régler son matériel sur le public du dimanche, ce qui l'amènerait à en rendre les trois quarts inutiles le reste du temps et, par conséquent, à augmenter ses prix. Si l'Administration des tabacs manque de tels ou tels cigares, elle vous prie d'attendre ou d'en fumer d'autres. En un mot, tous les commerces libres, comme tous les monopoles, ne sont organisés que pour suffire aux besoins ordinaires les plus larges, sans prétendre se placer à la hauteur des exceptions même prévues et régulières. »

Je crois, en effet, que la question ne concerne pas le commerce libre et le monopole, mais le tarif fixe et le tarif mobile. Les voitures de place, qui ne sont pas en monopole, font défaut à certains jours parce qu'il ne leur est pas permis d'élever leurs prix. Il me semble que, dans ce dernier cas, les

(1) En 1847, le fret sur le Rhône a passé du simple au décuple. *Nouette-Delorme.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avantages d'une exception à la règle de l'offre et de la demande en surpassent les inconvénients. J'ai déjà reconnu, à l'occasion de la taxe postale, qu'il peut être utile d'apporter des tempéraments dans l'application des principes.

L'établissement, pour les chemins de fer, de tarifs fixes malgré les variations de la valeur des transports, laisse les encombrements atteindre quelquefois une certaine gravité. La grande étendue de nos réseaux, en permettant à une Compagnie de faire de promptes concentrations de matériel sur une partie de la région qu'elle dessert, n'atténue pas le mal dans une assez forte proportion.

Résumé. — Je m'arrête ici, sachant très-bien que je n'ai pas résolu toutes les difficultés qui se présentent chaque jour, mais croyant que mes déductions peuvent jeter quelque clarté dans la question. J'ai cherché à combattre cette opinion très-répandue que dans l'exploitation commerciale des chemins de fer tout est artificiel; qu'au lieu d'observer, il faut inventer; qu'au lieu de laisser habituellement les intérêts réagir les uns sur les autres par l'offre et la demande, il est nécessaire de réglementer sans cesse. Si l'on était certain que les hommes, qui dirigent l'industrie des chemins de fer, auront toujours une parfaite intelligence des questions, ma conclusion serait de s'en rapporter entièrement à eux : mais les Compagnies jouissent d'une puissance trop grande pour que l'on doive se résigner à supporter tranquillement les conséquences de leurs fautes. Je pense donc que l'État doit conserver ses pouvoirs, surveiller attentivement, mais prescrire peu.

INDUSTRIE AMÉRICAINE.

DE LA TENDANCE DE L'INDUSTRIE AMÉRICAINE A ACCAPARER LES MARCHÉS DE L'EUROPE, PAR M. HILL.

Ayant été récemment chargé de surveiller des travaux de construction importants faits pour le compte du département de la guerre et singulièrement surpris de constater que toutes les serrures de bâtiment étaient de fabrication américaine, M. le colonel Wrottesley s'est adressé au fournisseur, M. Hill, pour avoir une explication de ce fait. Voici la réponse que ce dernier lui a adressée et que M. Wrottesley livre à la méditation des fabricants anglais, car, par le temps de crise industrielle où l'on vit, il estime qu'elle mérite d'être prise en sérieuse considération. Il est évident, dit-il, que les anciens

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

procédés de façonnage des métaux sont aujourd'hui surannés; que les Américains nous ont distancés en étant les premiers à reconnaître que les articles, tels que ceux de l'armurerie, de l'horlogerie, de la serrurerie, etc., qui se composent d'un certain nombre de pièces, formant en quelque sorte la contre-partie les unes des autres, peuvent être fabriquées avec une grande économie par des machines; et qu'enfin, à moins que nos fabricants ne sortent de leur routine, nos rivaux finiront par absorber complétement les marchés de l'Europe. Voici la lettre de M. Hill; elle est datée du 6 janvier 1879 :

« ..... Autant que j'en puis juger, la crise dont vous parlez existe aussi bien dans la population minière que dans la population manufacturière. Sans aucun doute, la concurrence étrangère y a contribué pour une bonne part; mais il est d'autres causes dont il faut également tenir compte et qui sont : l'excès de production, l'influence pernicieuse des associations ouvrières (*trade-unions*), l'intempérance et l'imprévoyance des ouvriers, la réduction des heures de travail en même temps que l'élévation des salaires, la répulsion qu'ont beaucoup d'ouvriers pour les machines, enfin la routine des patrons qui s'entêtent à reproduire les mêmes types de pièces de génération en génération, au lieu de suivre la marche incessante du progrès. Tels sont, à mon avis, les origines de la situation déplorable où nous nous trouvons.

« La concurrence étrangère ne serait pas possible si patrons et ouvriers s'entendaient mieux sur leurs intérêts réciproques; et si, au lieu de dépenser les fonds dont ils disposent pour faire la guerre à leurs patrons, les chefs de trade-unions les avaient employés à perfectionner l'éducation technique des travailleurs où même à soulager leurs compagnons dans la détresse, l'industrie serait plus prospère qu'elle ne l'est. Un maître de forge de Bilston m'a dit, il y a déjà un an ou deux, qu'on lui avait proposé une commande importante de bandages de roues pour la Russie, mais qu'il n'avait pu l'accepter sans être obligé de diminuer les salaires de ses ouvriers. Ne pouvant prendre une pareille mesure sans la leur notifier six mois à l'avance, il les avait alors assemblés pour leur soumettre le cas, à quoi ils lui avaient répondu en demandant d'abord à tirer au sort la résolution qu'ils prendraient, puis, finalement, en refusant toute réduction; à ce moment ils gagnaient de 5 à 6 livres (125 à 150 francs) par semaine. A bout de raisonnement, le patron leur dit: « Mais la commande nous échappera pour aller en Belgique « et votre aveugle obstination finira par tuer notre industrie au profit de l'étranger. — « Eh bien, répondirent-ils, qu'est-ce que ça nous fait (*we don't care*); si notre indus- « trie émigre en Belgique, nous la suivrons; ce sera une partie de plaisir. » Le résultat, c'est qu'aujourd'hui ces hommes vivent de pain et d'eau et que le patron, dont les conseils n'ont pas été écoutés, est encore obligé de prendre soin de leurs femmes et de leurs enfants.

« En ce qui concerne ma profession, je vous avouerai que j'avais, autrefois, l'habitude de faire mes achats de serrures à Willenhall. Je ne suis pas, à proprement parler, un fabricant, quoique j'aie des modèles exclusivement confectionnés pour moi; je préfère n'être qu'un simple marchand, car je serais désolé d'avoir des relations directes avec

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les ouvriers anglais. Quand je suis pressé, je fais encore quelques petits achats à Wolverhampton et à Willenhall, mais mes plus fortes commandes proviennent aujourd'hui de l'Amérique, où j'ai dû m'adresser par suite, d'une part, de l'infériorité et des prix plus élevés des produits anglais et, d'autre part, du mauvais vouloir des patrons à exécuter les perfectionnements que je leur suggérais. Ceux-ci jettent maintenant les hauts cris dans les journaux et croient m'injurier en publiant que je mets mon nom sur mes serrures, pour déguiser qu'elles sont de provenance américaine ; mais vous savez bien que je ne m'en suis jamais caché en faisant mes fournitures à l'administration de Woolwich, et je puis dire que tous les bureaux de la Guerre, avec lesquels je suis en relation relativement aux commandes qui me sont faites pour Chypre et autres destinations, connaissent également le fait. Cependant ce ne sont pas mes affaires avec le département de la Guerre qui chagrinent le plus mes bons amis de Willenhall ; ce qui les exaspère, c'est de m'avoir vu fournir toutes les serrures du grand hôpital de Walsall, c'est-à-dire à deux pas même du lieu où ils en fabriquent ! Chose plus extraordinaire encore, c'est que je fais venir d'une distance de 3 500 miles (5 775 kilomètres) des serrures de mines qu'on ne peut faire aussi bien ici ; c'est comme si j'envoyais de la houille à Newcastle ! Je m'applaudis tous les jours d'avoir visité l'an dernier l'Amérique. Grâce à ce voyage, j'ai pu me créer des relations d'affaires avec une ou deux grandes fabriques, qui n'ont épargné ni peine ni argent pour réaliser les améliorations utiles que j'avais projeté, depuis longtemps, d'apporter dans la symétrie et la construction de nos types de serrures anglaises ; c'est ainsi que je suis parvenu à fournir des modèles supérieurs à des prix réduits qui sont impossibles à la fabrication anglaise, et que, tandis que les affaires industrielles ont été en s'amoindrissant pendant l'année 1878, j'ai vu, au contraire, les miennes considérablement prospérer par suite de la faveur avec laquelle mes spécialités ont été accueillies. Mais ce n'est pas seulement le coût de la production qui est moindre en Amérique, c'est encore le fret qui est bien moins cher quand il s'agit de forts chargements ; ainsi, pour venir en Angleterre, ce dernier n'est, en moyenne, que 2 pour 100, tandis que j'ai eu souvent à payer 5 pour 100 pour de simples petits colis provenant de Willenhall.

« Vous me demandez quelles sont mes conclusions relativement aux observations que j'ai faites en Amérique, et quelles sont les raisons pour lesquelles les produits américains sont moins chers et mieux conditionnés que les nôtres. A cela je répondrai d'abord, que les Américains font bien plus usage de machines que chez nous. Il est incontestable que, en Angleterre, la majeure partie des serrures est faite à la main.

« En Amérique, patrons et ouvriers paraissent avoir plus de connaissances techniques que chez nous où les fabricants ne s'inquiètent peut-être pas assez de l'utilité qu'il y aurait, pour eux, de s'attacher un collaborateur spécial chargé d'étudier, d'inventer et d'améliorer sans cesse les produits suivant les besoins des clients ; c'est là ce qu'on fait aux Etats-Unis, et c'est chose si bien comprise dans ce pays, que les lois sur les brevets sont certainement plus favorables aux inventeurs que les nôtres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Les ouvriers américains font plus d'heures de travail que les ouvriers anglais et j'ai été surpris de voir que, le samedi, on travaillait aussi longtemps que les autres jours (1).

« J'ai trouvé moins de tendance à l'ivrognerie en Amérique, et je n'ai pas entendu dire que les ouvriers quittaient leur travail pour le cabaret. Il n'en est malheureusement pas de même chez nous, surtout dans la serrurerie où les ouvriers ne commencent guère leur semaine de travail que le mardi. Ils fêtent, comme ils disent, la *saint-lundi*, si bien qu'ils n'ont pas trop de la journée du dimanche et du lundi pour retrouver leur raison qu'ils ont laissée au fond de leur verre, en absorbant de la boisson pendant tout le samedi soir. *Saint-lundi* est religieusement observé dans toute la région qu'on appelle *Black Country* (le pays noir).

« A part deux ou trois, tels que Chubbs et Hobbs (le dernier est américain), les fabricants de serrures anglaises ne disposent que d'un petit capital et sont par conséquent incapables d'acheter des machines; il en est même qui ne sont, pour ainsi dire, que des façonniers en chambre (*garret-masters*), dont la condition est un peu supérieure seulement à celle des ouvriers ordinaires. La conséquence de cet état de choses, c'est l'impossibilité d'établir des articles capables de lutter avec ceux qu'on obtient mécaniquement.

« En Amérique, les petites fabriques sont l'exception et les grandes la règle. La plupart de ces dernières appartiennent à des compagnies dites *limited manufacturing companies* (Sociétés de fabrication à responsabilé limitée), disposant d'un large capital consacré aux bâtiments, machines et outils. Il en résulte que ces établissements n'hésitent pas à prendre des commandes d'articles spéciaux que nos petits fabricants ne pourraient accepter. Contre la France et l'Allemagne, où le travail manuel prédomine, nous pouvons lutter, mais nous ne pouvons le faire contre l'Amérique qui nous bat avec ses machines et qui en applique partout où il est possible de le faire. J'en ai vu, en effet, dans beaucoup d'autres industries que celle de la serrurerie et, vraiment, j'ai été frappé d'en rencontrer qui accomplissent presque toutes les façons qui se faisaient autrefois avec la main et cela avec une précision et une intelligence remarquables.

Enfin, je dois ajouter que nos comités des écoles ont indirectement contribué à l'introduction des articles américains, en obligeant à fréquenter les classes toute cette population d'enfants (filles et garçons) qui a pendant longtemps constitué la machine humaine employée à la fabrication de nos serrures. Il est, en effet, honteux de rappeler qu'il fut un temps où de pauvres petits enfants étaient employés au vernissage des

---

(1) On sait qu'en Angleterre le travail cesse, dans toutes les fabriques, le samedi à 2 heures du soir; le reste de la journée étant accordée aux ouvriers pour vaquer aux occupations domestiques, aux achats, toutes choses impossibles et rigoureusement défendues le jour du dimanche qu'on observe généralement dans tout le pays. (M.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

serrures, et cela à un âge où ils savaient encore si peu se tenir qu'on était souvent obligé de les attacher à leur banc. J'affirme avoir vu, à une certaine époque, des femmes et leurs jeunes enfants occupés à Willenhall à ce genre de travail; ce n'est que dans ces dernières années qu'ils ont été remplacés par des hommes et des adultes. Cette substitution, que la morale réclamait, est venue s'ajouter aux autres causes de surélévation de la main-d'œuvre, en sorte que les Américains ont pu nous supplanter partout. Si nos patrons et nos ouvriers pouvaient s'entendre, le mal ne serait peut-être pas irréparable, mais, en attendant, il existe et lorsqu'une industrie a été détournée de de sa voie, il est toujours très-difficile de l'y faire rentrer.

« Si vous avez visité, comme moi, l'Exposition universelle de 1878, vous avez pu voir combien l'Amérique y était largement représentée, non-seulement par sa serrurerie, mais encore par des spécimens d'autres industries où l'Angleterre régnait autrefois en souveraine. Il est de fait que l'usine qui me fait principalement mes fournitures, si remarquables par leur fini intérieur et extérieur, a remporté cinq médailles d'or, tant pour ses serrures que pour d'autres articles de sa fabrication. Ce qu'il faut également louer dans les serrures américaines, c'est leur vernis obtenu en plongeant simplement l'objet dans un bain spécial, après quoi on laisse égoutter et de cette manière les surfaces, lorsqu'elles sont sèches, prennent un aspect vitreux. En Angleterre, le vernissage se fait au pinceau et il a l'inconvénient de laisser une croûte, qui s'écaille facilement et tombe au moindre contact des doigts. Il va sans dire, quand je parle des serrures américaines, que je n'entends pas désigner les articles communs et pour ainsi dire à vil à prix qu'on fabrique là-bas pour les maisons en bois. On a eu certainement grand tort d'en importer ici en aussi grand nombre; quant à moi, je n'ai eu d'autre mérite que celui de demander aux Américains d'améliorer nos vieux modèles, et c'est pourquoi je puis véritablement donner à mes produits le nom d'anglo-américains.

« Je vous ai donné un certain nombre de raisons qui, à mon avis, expliquent la situation malheureuse actuelle de l'industrie de la serrurerie anglaise. Je puis ajouter, avec vous, que la division du travail joue également un rôle important dans cette question; et, cependant, cette division même telle qu'elle est pratiquée en Suisse, dans l'industrie de l'horlogerie, n'a pas sauvé ce pays de la concurrence américaine, car cette concurrence, tout en faisant sentir son action en Angleterre, a été terrible pour la place de Genève. Les montres Waltham, aujourd'hui bien connues, sont préférées partout aux montres suisses et ont fait sensation à la dernière Exposition de Paris.

« Enfin je signalerai encore l'armurerie américaine comme une dangereuse rivale. En 1877, une grande fabrique de la ville de Providence, dans l'état de Rhode Island, a livré au gouvernement Turc d'importantes commandes de fusils, qui ont été obtenues surtout en raison du bon marché et de la rapidité d'exécution, commandes que n'aurait pu accepter notre industrie de Birmingham, parce que la main-d'œuvre y est devenue trop chère. En effet, pendant la guerre Franco-Allemande, où on demandait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur notre place des armes à tout prix, les salaires ont atteint des proportions insensées et créé une situation difficile à maintenir aujourd'hui en face de la concurrence étrangère. » (*Iron.*)

Aux renseignements qui précèdent, nous croyons qu'il n'est pas sans intérêt d'ajouter ceux que donne tout récemment le journal le *Times* sur la situation de l'industrie cotonnière, tant dans la Grande-Bretagne qu'aux États-Unis, car ils montrent que la crise dont souffrent nos voisins menace une des sources les plus importantes de leur richesse industrielle. L'article du *Times* a été analysé par l'*Économiste français*, auquel nous empruntons les curieux détails qu'on va lire :

« L'industrie cotonnière de l'Angleterre traverse en ce moment une crise très-grave ; pour les vingt-cinq ou trente-centièmes, les fabriques ne travaillent plus ; d'énormes quantités de cotonnades demeurent en magasin, et les prix sont tombés si bas qu'ils ont cessé d'être rémunérateurs. Ce n'est pas que la consommation ait diminué, tant s'en faut, mais l'Angleterre n'a plus, comme autrefois, le monopole de la satisfaire. Elle s'était arrangée et outillée pour cela, et elle voit aujourd'hui les autres nations se mettre de plus en plus en demeure de pourvoir à leurs propres besoins. Ainsi, en **1867**, les fabriques du continent n'employaient pas plus de **681 000 000** livres de coton (**308 493 000** kilog.), et elles en ont employé **951 000 000** en **1877** (**430 803 000** kilog.), soit les trois quarts des quantités utilisées en Angleterre même. En **1860**, les États-Unis consommaient **358 000 000** livres de coton (**162 174 000** kilog.) et demandaient à l'Angleterre **226 000 000** de yards de cotonnades (**206 564 000** mètres), tandis que, en **1877**, l'un de ces chiffres s'est élevé à **610 000 000** (**276 330 000** kilog.), tandis que l'autre tombait à **61 000 000** (**55 754 000** mètres). Enfin, dans ce même intervalle, l'Inde quadruplait son outillage et en arrivait à employer **92 000 000** livres de coton (**41 676 000** kilog.)

« En même temps l'exportation cotonnière des États-Unis s'est singulièrement développée. La panique de **1873** vint les réveiller, comme beaucoup d'autres, d'une folle confiance et les trouva dans une position particulièrement embarrassée. Ils s'étaient mis en tête, grâce au régime protecteur, de devenir de grands manufacturiers, et comme ils ne s'étaient pas assuré, au préalable, de debouchés extérieurs, ils avaient sur les bras une foule de produits que leur seul marché intérieur n'était pas capable d'absorber. Mais, en ces conjonctures, ils ne perdirent pas la tête ; ils réduisirent largement les salaires et s'ingénièrent à apporter la plus stricte économie dans leurs frais de production. Aussi les **12 000 000** yards de cotonnade (**10 968 000** mètres) qu'ils expédiaient au dehors en **1872** montaient-ils à **106 000 000** (**96 884 000** mètres) cinq ans plus tard, et le nombre des broches qu'ils employaient s'élevait-il de **9 500 000** à **10 000 000**, et plus, dans le cours de ces deux dernières années. D'autre part, les manufacturiers américains s'attachaient à devenir de plus en plus les seuls pourvoyeurs de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

leur pays, et, à cette heure, ils y ont à peu près réussi. Les 226 000 000 yards de cotonnade (206 564 000 mètres) que les États-Unis importaient d'Angleterre en 1869, sont successivement tombés, comme on l'a dit plus haut, à 132 000 000 (120 648 000 mètres) en 1872, à 61 000 000 (55 754 000 mètres) en 1877 et, à en juger par les relevés encore incomplets de 1878, ils n'iront pas au delà de 50 000 000 (45 700 000 mètres) pour cette dernière année. C'est peu de chose, il faut en convenir, eu égard aux 1 800 000 000 yards (1 645 200 000 mètres) qui représentaient, en 1875, la consommation en cotonnades de toutes sortes du peuple américain, et des 2 milliards (1 828 000 000 mètres) qu'elle doit atteindre aujourd'hui. Encore cette faible demande des produits anglais paraît-elle limitée aux qualités tout-à-fait supérieures dont les fabricants du pays n'ont pas eu le temps de s'occuper jusqu'ici, mais qu'évidemment ils ne négligeront pas toujours.

« Cette rivalité des fabriques américaines est donc, aux yeux du correspondant du *Times*, un fait qui mérite toute l'attention de ses concitoyens. En fait, les États-Unis possèdent actuellement un nombre de broches qui monte au quart de celui des broches fonctionnant dans le Royaume-Uni; ce chiffre augmente de jour en jour et la consommation en matière première est la moitié de la consommation anglaise. Il y a quelques années seulement que la fabrique anglaise fermait à la fabrique américaine tous les marchés extérieurs et que, malgré des droits d'entrée excessifs, elle jetait sur le marché américain d'immenses quantités de cotonnades. Maintenant la fabrique américaine, non-seulement satisfait presque entièrement les besoins du consommateur indigène, mais encore elle lutte avec les manufactures du Lancashire sur les marchés de l'Orient et de l'Amérique du Sud, plaçant même certains de ses produits dans les grandes villes anglaises. Ce mouvement trouve un appui dans les sentiments du peuple américain ; il dispose de publications spéciales et le gouvernement lui vient en aide, en faisant recueillir par ses agents diplomatiques ou consulaires toutes les informations qui peuvent être utiles aux fabricants.

« Parmi les causes qui expliquent ce nouvel état de choses, il semble qu'il faille classer, en première ligne, les progrès marqués qu'ont faits les Américains dans leurs procédés de fabrication. Ils ont ainsi notablement réduit leurs frais de production, et c'est ce qui ressort très-nettement de la comparaison des quantités de coton respectivement fabriquées par un ouvrier anglais et un ouvrier américain. En 1853, un tisseur anglais fabriquait 825 yards (754^{m},05) de marchandise par semaine de 60 heures, tandis que, en 1878, le nombre d'heures de travail étant tombé à 57, il en fabriquait 925 (845^{m},45), soit une augmentation de 23 pour 100, due à l'amélioration des procédés de fabrication. En 1865, au Massachussetts, 24 151 personnes produisaient 175 000 000 yards de cotonnades (159 950 000 mètres), et, dix ans plus tard, 60 176 ouvriers en produisaient 874 000 000 (798 836 000 mètres), soit une augmentation de 500 pour 100. Assurément, la différence entre 23 pour 100, d'une part, et 500 pour 100 de l'autre, n'est pas la mesure exacte des progrès de la fabrication américaine

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

comparés à ceux de la fabrique anglaise, parce que la première avait des distances à rattraper; mais il reste évident que les progrès de l'une ont été plus rapides que ceux de l'autre, et le fait est de nature à jeter une vive lumière sur les changements survenus dans la position relative des deux pays quant à l'industrie cotonnière.

« Il n'y a pas bien longtemps encore que les Américains faisaient venir du Royaume-Uni tout l'outillage de leurs fabriques de coton. Aujourd'hui, ils fabriquent eux-mêmes tous ces appareils et ils affirment qu'ils leur reviennent moins cher, fonctionnent d'une façon plus économique et exigent, à égalité de production, moins de force motrice. Sous le rapport du coût comparatif de la main-d'œuvre en Angleterre et en Amérique, si les données que l'on possède ne suffisent pas à résoudre entièrement la question, elles ne laissent pas de l'éclairer d'une manière partielle. Ainsi, il ressort d'un recensement fait, en 1875, dans le Massachussetts, pour les *cotton-mills*, que la main-d'œuvre américaine, calculée par heure de travail, coûterait environ 20 pour 100 de plus en Amérique qu'en Angleterre.

« Les Américains vantent volontiers leurs ouvriers; ils réclament pour eux la supériorité sous le triple rapport de l'intelligence, de la précision et de la promptitude de manipulation. Ici encore, les données manquent et force est bien de se contenter de quelques aperçus généraux. Il est certain, par exemple, qu'au Massachussetts, dont la population est de 1 651 000 personnes, les bibliothèques publiques mettent en circulation 8 000 000 de volumes contre 151 000 seulement dans telle ville écossaise de 146 000 habitants, dont la condition intellectuelle est tout au moins égale à celle de n'importe quelle ville anglaise de même importance. Au Massachussetts, il circule donc 5 volumes par tête d'habitant et 1 seulement dans la Grande-Bretagne. Les ouvriers du Massachussetts habitent des logements composés généralement de quatre pièces qui se louent 500 francs par an, et il y en a les 23 centièmes de logés dans des maisonnettes à eux. Ils dépensent annuellement près de 2 235 francs pour eux et leurs familles, qui comptent en moyenne 4,08 personnes. On manque de détails aussi certains sur la manière de vivre des ouvriers anglais; mais on ne sait que trop bien, sans que la statistique s'en mêle, qu'ils lisent moins, qu'ils sont plus mal logés, qu'ils sont plus chargés de famille et qu'ils dépensent moins pour l'entretien de celle-ci; en un mot, que leur position sociale ne favorise pas autant que de l'autre côté de l'Atlantique, le développement, soit de l'intelligence, soit de l'habileté professionnelle.

« Enfin, si les Américains sont naturellement doués d'un génie inventif dont, sous le coup de la nécessité, ils ont su tirer un admirable parti, leur législation s'est bien gardée d'en entraver l'essor. Chez eux, pour une somme de 150 à 200 francs, tout inventeur se sent assuré d'une protection complète, tandis que, en Angleterre, il lui faut débourser jusqu'à 500 francs pour obtenir un brevet d'invention (1) qui, en fin

(1) Le rédacteur de l'*Économiste français* fait erreur; le brevet anglais est bien plus cher; le prix de 500 francs n'est que celui de la patente provisoire. (M.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de compte, se trouve n'être souvent entre ses mains qu'un morceau de papier et rien de plus. Aussi, aux États-Unis, chacun a-t-il l'esprit tourné vers des inventions nouvelles, qu'il sait assurées d'avance de la faveur du public et à l'aide desquelles il espère personnellement s'enrichir.

L'article du *Times* résume ainsi les considérations qu'il a développées :

« Le coût de la main-d'œuvre, en Amérique, semble l'emporter de 20 pour 100 sur le même coût en Angleterre, ce qui veut dire que les prix eux-mêmes sont plus élevés de 5 pour 100, la main-d'œuvre représentant le quart du produit. Qu'on y ajoute l'intérêt plus élevé du capital, des frais de transport plus considérables, le charbon à moins bon compte au Massachussetts que dans le Lancashire, et on aura énuméré les désavantages de la fabrique du coton aux États-Unis. Mais ils sont compensés par un transport moins coûteux de la matière première, par une économie supérieure dans l'emploi de l'outillage, par cette circonstance que les soixante-centièmes des usines du Massachussetts emploient la force motrice de l'eau, par l'intelligence, enfin, et la dextérité des ouvriers américains.

« Jusqu'à quel point ces avantages et ces désavantages se compensent-ils, et de quel côté la balance incline-t-elle définitivement? Sans examiner la chose par le détail, l'écrivain du *Times* est conduit par une étude personnelle à conclure que, en somme, les Américains produisent à meilleur compte que les Anglais les sortes de cotonnades qu'ils fabriquent d'ores et déjà. Il répète en terminant ce qu'il a donné à entendre dès le début de son étude, à savoir que l'exportation des cotonnades anglaises aux États-Unis, loin d'être destinée à un relèvement prochain, semble bien plutôt menacée d'une diminution progressive, au point de se réduire finalement à un petit nombre d'articles d'une qualité exceptionnelle. Il affirme de nouveau également que la production des cotonnades américaines est suffisamment rémunératrice pour encourager leur expédition au dehors; il avise les fabricants, ses compatriotes, de secouer la torpeur dont ils semblent avoir été saisis à la suite de leurs premiers succès; il leur conseille de perfectionner leur outillage, dans lequel ils ont un peu laissé la routine s'introduire. Les Américains leur ont donné à cet égard un exemple très-bon à suivre. Ils se sont ingéniés à simplifier leur outillage mécanique, à rendre leur main-d'œuvre plus économique, et comme l'intelligence de leurs ouvriers l'emportait déjà sur celle des ouvriers anglais, ils sont promptement devenus, pour l'industrie cotonnière du Royaume-Uni, des concurrents très-redoutables.

(M.) (*L'Économiste français*).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Des falsifications de la cire et des moyens de les découvrir. — La cire d'abeilles est, comme tous les articles de commerce, sujette à des falsifications nombreuses, de différents caractères, mais rarement dangereuses. Sa densité varie entre 0,960 et 0,970 ; quelquefois, cependant, elle n'est que de 0,945 lorsqu'il s'agit de cire très-vieille et très-sèche ou bien de cire provenant de jeunes abeilles. Une densité plus forte accuse la présence de matières étrangères, telles que sulfate de baryte, brique pilée, soufre, eau, cire japonaise ou acide stéarique ; une densité moins forte révèle une addition de paraffine ou de suif de mouton.

La température de fusion de la cire n'a d'autre importance que celle de faire présumer l'existence du suif ou de la paraffine. Cette température, pour une bonne cire blanche, varie de 65 à 70 degrés C. Une addition de 12 pour 100 de suif fait fondre le produit à 63 degrés ; un mélange par parties égales de cire blanche et de cire japonaise fond de 63 à 64 degrés ; avec les mêmes proportions de cire blanche et d'acide stéarique, la fusion a lieu de 64 à 65 degrés. Une bonne cire jaune fond entre 60 et 65 degrés.

Les falsificateurs emploient ordinairement, pour blanchir la cire, de la crème de tartre, de l'alun, du borax, de l'arsenic ou de la cire végétale.

La présence d'une forte proportion de paraffine se décèle facilement à tout œil exercé, car le gâteau de cire ainsi adultérée a un aspect d'un luisant particulier, et son centre accuse une sensible dépression ; en même temps, la surface est généralement polie à la périphérie, tandis que dans la cire pure, elle est, au contraire, quelque peu rugueuse. La première présente au toucher la douceur du savon et glisse entre les doigts, tandis que la seconde y adhère et se laisse plus facilement pétrir. La cire, à 15 pour 100 de paraffine, a une pesanteur spécifique de 0,945. La présence de ce corps étranger, surtout quand la proportion en est forte, est facile à constater. Voici comment on opère : on introduit dans une éprouvette 30 à 40 grains (1,90 à 2,60 grammes) de la cire suspectée, on verse un peu d'acide sulfurique concentré et on chauffe en ayant soin, toutefois, de ne pas trop pousser la température dans la crainte de perdre, à l'état de vapeur, une certaine proportion de paraffine. Sous l'action de l'acide, la cire pure est complétement carbonisée, tandis que la paraffine n'est nullement attaquée et flotte sur le liquide.

Lorsqu'on suppose la présence de l'oxyde ou du carbonate de plomb, de l'amidon, du soufre, du sulfate de baryte, du gypse, etc., il faut faire dissoudre la cire dans du chloroforme ; si le produit est pur, la solution doit être complète et doit donner une liqueur claire. L'opération se fait en traitant à chaud un gramme environ de cire par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

5 grammes de chloroforme. Si, après refroidissement, la liqueur est trouble, on peut être sûr de la présence d'une substance résineuse; si elle est d'apparence laiteuse et si on remarque sur les parois de l'éprouvette quelques globules transparents, c'est qu'il y a quelque peu de cire végétale américaine. Lorsqu'il y a dépôt, la liqueur est décantée et le dépôt est lavé une fois ou deux avec du chloroforme, puis avec un peu d'alcool; après quoi, on en fait l'examen chimique pour déterminer s'il se compose d'amidon, de sulfate de baryte, etc.

S'il s'agit d'acide stéarique, on traite également par le chloroforme et on verse brusquement, dans 2 grammes de la solution, 12 à 15 grammes d'eau de chaux. En présence de l'acide, il se forme un savon de chaux qui se décèle sous forme de petites branches granulées, tandis que lorsqu'il n'y a que de la cire pure, la solution de chloroforme reste séparée de l'eau de chaux à l'état d'émulsion blanche. Pour séparer l'acide stéarique, il suffit de faire digérer dans une solution diluée de carbonate de soude à une température à laquelle la cire entre en fusion.

On falsifie aussi la cire avec de la résine et de la poix blanche qui la rendent plus lourde et plus visqueuse. Pour découvrir ces matières, on prend un petit morceau de la substance et on le fait bouillir dans un mélange de 1 partie d'eau et 2 parties d'alcool à 90, puis on laisse refroidir. Quand la liqueur est froide, on la décante ou on la filtre, si elle n'est pas claire, et on ajoute une égale quantité d'eau. S'il y a de la résine ou de la poix blanche, le mélange devient laiteux.

Lorsqu'on soupçonne de la cire végétale, on fait dissoudre 0,5 gramme de borax dans 6 à 8 centimètres cubes d'eau; puis on y fait bouillir de 0,3 à 0,4 gramme du produit suspecté, en agitant de temps en temps. Si la cire est falsifiée, la liqueur prend une consistance sirupeuse ou gélatineuse même après repos, tandis que si la cire est pure, la liqueur est blanche et transparente.

La présence du suif en forte proportion s'accuse facilement à la vue et au toucher; en plus petite quantité, on la découvre par l'odeur âcre des vapeurs que dégage le produit quand on le fait chauffer dans une éprouvette ou sur une cuiller.

(*Journal of applied science.*)

Les mines d'opale de Dubrick (Hongrie). — Ces mines sont situées sur le versant oriental des monts Labanka, non loin de Dubrick, et les travaux s'étendent à une distance de près de un mille et demi (environ 2,5 kilomètres). On exploite là une sorte de lave trachitique désignée sous le nom d'Andésite, dans les interstices de laquelle on trouve l'opale et l'hyalite, auxquelles elle sert de gangue. L'élément feldspathique de la roche est en majeure partie à l'état métamorphique, c'est-à-dire transformé partie en kaolin et partie en opale. Le précieux minéral ne constitue pas de veines, mais seulement des noyaux ou géodes, en sorte qu'il n'est pas rare de voir le mineur travailler longtemps avant d'en rencontrer; il en résulte que le produit annuel des mines est très-variable et dépend beaucoup du hasard.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Bien que l'opale irisée ait seule une valeur commerciale, il n'est pas sans intérêt, au point de vue minéralogique, de dire qu'on trouve en abondance, dans les mines de Dubrick, toutes les variétés connues, telles que l'opale laiteuse, l'opale cireuse et l'opale de feu; cette dernière s'y rencontre souvent en belles stalactites. La formation de l'opale, qu'on attribue à des infiltrations d'eau contenant de la silice en solution, est ici démontrée d'une manière indubitable.

Les opales de belles dimensions deviennent rares, dit-on; il est de fait que, depuis nombre d'années, les mines n'en ont pas fourni d'aussi grosses qu'une noisette. Celles dont parle Pline, passent pour provenir des mines mêmes de Dubrick. Il existe à Kaschau un vieux manuscrit de l'an 1400 qui relate que, dans les montagnes de Cservenicza, 300 mineurs étaient occupés à la recherche de la précieuse gemme. Jadis, on croyait que l'opale noble ne venait que de l'Orient; c'est là une erreur qui provient de ce que cette pierre était d'abord apportée de Hongrie à Constantinople, d'où elle revenait en Occident par la voie de la Hollande.

Au début, les mines de Dubrick, qui sont très-anciennes, étaient exploitées par des particuliers; mais, depuis 1788, elles sont la propriété du gouvernement, qui en tire un revenu annuel d'environ 1 200 livres (30 000 fr.).

(*Ibid.*)

Sur l'étain de l'île de Billiton (Inde). — L'île de Billiton, qui fait partie des possessions néerlandaises dans l'Archipel Indien, renferme de riches mines d'étain situées sur un territoire divisé en quatre districts. La richesse du sol varie beaucoup dans chacun de ces districts, et c'est la partie orientale, nommée Mangar, qui produit le plus de minerai.

Le minerai d'étain se trouve, pour ainsi dire, à la surface du sol; la plus grande profondeur n'excédant pas 8 mètres, tous les travaux sont à ciel ouvert. Il y a une centaine d'exploitations, qui sont presque partout creusées dans le lit des rivières ou sur les bords; l'eau de ces rivières est détournée par des canaux vers les emplacements, où le minerai subit une préparation mécanique. Les différents travaux d'exploitation sont confiés à des mineurs chinois.

Presque toutes les mines ont un fourneau plus ou moins grand, où l'étain est séparé des scories au moyen du charbon de bois. Après une première fonte, les scories retiennent plus ou moins d'étain, ce qui nécessite une seconde et même une troisième fusion.

Pour le commerce et l'industrie, le métal est moulé sous forme de blocs pesant environ 32 kilog. et contenant plus de 99,50 pour 100 d'étain (1).

---

(1) Ces détails sont empruntés au catalogue publié par la Commission royale des Pays-Bas, à l'occasion de l'Exposition universelle de 1878; l'auteur ne dit pas quelle est l'espèce de minerai

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La production annuelle d'étain s'est accrue en vingt ans d'une manière notable. De 1000 picols qu'elle était en 1854 (le picol vaut 61k,500), elle s'est élevée, en 1874, à plus de 62 000. Le prix de vente a beaucoup varié dans ces dernières années ; ainsi, en 1872-73, il était en moyenne de 186 fr. 96 le picol (soit 304 fr. les 100 kilog.) et quatre ans après, il tombait à 93 fr. 59 (soit 152 fr. 15).

La société anonyme qui exploite l'île de Billiton, sous la haute protection du prince Henri des Pays-Bas, a exercé une influence des plus favorables sur la condition de l'île et de ses habitants. La population indigène s'est accrue du double depuis 1860 ; la culture du riz s'est développée ; le commerce avec les îles voisines, et surtout avec Singapore, s'est étendu d'une manière considérable. Les habitants des côtes et les Secca's, qui naissent, vivent et meurent à bord de leurs pirogues, ne se livrent plus à la piraterie comme autrefois ; menant une vie aussi rangée que laborieuse, ils sont employés au chargement et au déchargement des navires, ainsi qu'aux transports des marchandises et de l'étain, dont le marché est à Batavia.

(*Extrait du catalogue des Pays-Bas*).

Les fabriques d'allumettes chimiques en Suède.—En 1842, il n'y avait à Stockholm que deux fabricants d'allumettes chimiques, mais à partir de cette époque, cette industrie commença à se développer dans la capitale de la Suède et dans quelques villes de province. C'est à M. Lundstrom qu'est due la première grande fabrique dont la création, à Jonkoping, date de 1845, et dont les développements successifs ont pris une importance telle, que ses produits sont aujourd'hui répandus partout et surtout contrefaits à l'étranger.

Tout le monde connaît les allumettes de sûreté qui ne prennent feu que sur le frottoir de la boîte ou sur un frottoir spécial, et dont l'invention, due à M. Lundstrom, date de 1852. C'est surtout ce genre d'allumettes qu'on prépare à Jonkoping, et la production en augmente tous les jours ; car, le nombre de boîtes qui était, en 1870, de 84 millions, s'est élevé à près de 200 millions en 1875, représentant une valeur de 4 millions de francs environ. Le nombre d'ouvriers occupés à cette fabrication est de 1 800, dont la moitié à peu près travaille à domicile à la confection des boîtes destinées à contenir les allumettes. Les quatre cinquièmes à peu près de la production sont exportés en Chine et au Japon.

Bien que l'usine de Jonkoping soit toujours restée la plus considérable du pays, il s'en est successivement établi beaucoup d'autres qui fabriquent tous les genres d'allumettes avec ou sans phosphore et qui fournissent également à l'exportation.

(*Journal of applied science*).

---

d'étain qu'on exploite, mais il est probable qu'il s'agit là de l'oxyde d'étain dont la réduction est des plus faciles. (M.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sur les établissements métallurgiques de Nijnétaguilsk (Russie), appartenant à M. Demidoff. — Les établissements de Nijnétaguilsk font partie du district de Werkhotourié, dans le gouvernement de Perm; ils sont situés sur les versants est et ouest de la chaîne des monts Ourals, où ils occupent une étendue de 697 312 hectares, dont près de 600 sont couverts de forêts. Au nombre de onze, dont la fondation du premier remonte à 1725 et celui du dernier à 1873, ces établissements comprennent les opérations suivantes :

1° L'extraction de l'or et du platine; 2° l'extraction du cuivre; 3° la fonte du minerai et l'élaboration du cuivre; 4° le laminage du cuivre en feuilles; 5° l'extraction des minerais de fer; 6° la fusion de ces minerais et l'élaboration de la fonte; 7° la transformation de la fonte en fer brut dans des fours Siemens-Martin et dans des fours à puddler; 8° la transformation du fer brut en fer en barres et en fer assorti, ainsi qu'en rails et en tôle pour toitures et pour chaudières; 9° la préparation de l'acier cémenté en barres et de l'acier assorti pour ressorts; 10° la confection du matériel des chemins de fer; 11° la construction et la réparation des machines et chaudières à vapeur.

Les forêts fournissent annuellement assez de combustible pour fabriquer près de 1 147 tonnes de cuivre et 27 846 de fer et acier; ces chiffres se divisent comme suit :

	Kilog.
Cuivre en saumons	982 800
Cuivre en feuilles	163 800
Fer en barres	409 000
Fer assorti	7 371 000
Rails	11 466 000
Tôle pour toitures	4 095 000
Tôle forte pour chaudières	982 800
Tôle mince pour chaudières	1 146 600
Tôle pour blindage	163 800
Tôles pour pelles, etc.	1 638 000
Acier cémenté en barres	491 400
Acier assorti pour ressorts	81 900

De plus, on produit 1 140 kilog. de platine et une petite quantité d'or presque insignifiante, car, dans ces derniers temps, elle n'a guère été que de 49 kilog. par an.

Le matériel et les moyens de fabrication sont considérables, comme on peut en juger par l'énumération suivante. On compte en effet :

D'une part 10 hauts fourneaux, 11 cubilots, 14 fours à puddler, 7 fours à cémenter, 16 fourneaux pour cuivre, 64 fours à flamme pour l'affinage du cuivre, 2 convertisseurs Bessemer d'une capacité de 5 tonnes chacun, 31 feux d'affinerie et 164 feux de forge.

D'autre part, 15 soufflerie hydrauliques et 6 à vapeur, 4 ventilateurs, 6 laminoirs hydrauliques et à vapeur pour fers marchands, 15 trains de laminoirs, 6 monte-charges, 6 pompes d'épuisement, 2 scies à bois avec fendeurs, 17 cisailles, 5 scies

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

circulaires, 1 presse à poinçonner les rails, 2 concasseurs pour minerais, tous les appareils d'une fonderie Bessemer, 7 marteaux cingleurs hydrauliques et à vapeur, 22 marteaux de forge, 9 marteaux à lustrer les tôles et 9 à étendre les plaques, 3 marteaux-pilons et 10 marteaux à queue, enfin 116 machines-outils à travailler les métaux.

Les moteurs hydrauliques et à vapeur, au nombre de 139, représentent une force totale de 5 422 chevaux. Le total des ouvriers employés est d'environ 12 000, habitant pour la plupart des villages dépendant de la propriété.

Les minerais de cuivre, de fer et de manganèse sont exploités dans la propriété même. La principale mine de cuivre est celle de Roudiansk, ouverte en 1814, et qui dans ces derniers temps a fourni, annuellement, de 35 à 50 000 tonnes de minerai. La mine de fer qui alimente les usines de Nijnétaguilsk est celle de Vysokogorskoï, dont le rendement annuel varie de 50 à 60 000 tonnes.

On trouve également dans la propriété l'argile, le sable, la chaux et le quartz nécessaires ; cependant une partie de l'argile réfractaire de qualité supérieure est tirée de deux districts voisins.

(*Catalogue de la section Russe à l'Exposition de* 1878).

Sur l'élève du bétail dans la République Argentine. — Jadis, les indigènes n'avaient d'autre animal domestique que le Lama, apprivoisé depuis des siècles dans les régions andines, et quelques palmipèdes et échassiers qu'ils abandonnèrent bientôt pour ne s'occuper que des animaux importés d'Europe, plus faciles à soigner et plus utiles que les leurs. Le cheval fut importé par Mendoza en 1536 ; la chèvre et le mouton vinrent du Pérou en 1550 ; le bœuf fut amené du littoral brésilien à l'Assomption, en 1553. De ces trois époques datent les millions de bestiaux qui couvrent les plaines de la Plata depuis trois siècles, et qui ont rendu cette contrée si célèbre par son énorme production chevaline, ovine et bovine.

La nature salée des terrains de la Pampa et de la plaine argentine paraît avoir contribué puissamment à cette prodigieuse multiplication ; car là où la terre n'est pas salée, comme aux Missions occidentales par exemple, les animaux domestiques réussissent moins bien. Les premiers animaux furent expédiés d'Espagne et principalement de l'Andalousie ; aussi bœufs et chevaux ont-ils conservé leur caractère d'origine. Le climat, d'ailleurs fort analogue, a peu influé sur eux ; leur taille n'y varie qu'en raison directe de la quantité et de la qualité du pâturage. Dans ces dernières années, on a introduit beaucoup de reproducteurs des meilleures races européennes, mais la masse des bestiaux, bœufs, chevaux et ânes, est restée ce qu'elle était depuis l'origine, c'est-à-dire très-belle. Toutefois, les moutons espagnols avaient dégénéré et, d'ailleurs, en 1825, on ne leur accordait aucun soin ; mais, depuis cette époque, on a introduit des béliers-mérinos de Rambouillet et de Saxe, et l'on ne s'occupe plus guère que de la nouvelle race métisse que l'on raffine sans cesse. L'élève du mouton commence même à se substituer à celle du bœuf, parce qu'elle est plus lucrative par suite de la grande

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

valeur des laines et de la faveur dont elles jouissent sur les marchés d'outre-mer. Les chèvres donnent de bons produits dans le massif central et au pied des Andes ; on y maroquine même leurs peaux. Le porc est élevé partout, ainsi que les autres animaux domestiques.

On évalue à 15 millions le nombre de têtes de gros bétail, dont sont peuplées les provinces argentines, celui des chevaux à 4 millions et celui des bêtes ovines à 80 millions.

Il n'existe plus actuellement de bétail sauvage dans toute l'étendue du bassin de la Plata ; tout est domestiqué, parqué dans de vastes terrains, dont l'étendue se fractionne sans cesse par suite du morcellement des propriétés. On ne voit plus que rarement de ces grandes *estancias* ou fermes de 20 à 50 lieues de superficie ; celles de 10 lieues sont déjà rares. Ces établissements vont se réduisant chaque jour, parce que le nombre des propriétaires terriens augmente sans cesse et que l'élève du mouton ne réclame pas d'aussi vastes espaces que celle du bœuf. On calcule qu'une lieue carrée de bon pâturage naturel peut nourrir 2 000 têtes de gros bétail avec le nombre de chevaux, de mules et d'ânes nécessaires à une bonne exploitation. La même surface de terrain nourrit facilement 12 000 moutons. Le prix des terres a donc considérablement augmenté ; en beaucoup d'endroits, il est décuple de ce qu'il était il y a vingt ans. Ce prix même se modifie avec une telle rapidité qu'il est impossible d'en fixer la moyenne. Hors de la région pampéenne, les pâturages, beaucoup moins bons, ne peuvent alimenter, à surface égale, que quelques centaines de têtes ; aussi, ces terrains sont-ils bien moins chers ; les seuls qui aient un haut prix sont les prairies susceptibles d'irrigation.

Cette grande production de bétail n'avait d'abord pour but que l'alimentation. Dans la campagne, on ne vivait que de viande, le pain étant inconnu. En second lieu, venait le commerce du cuir ; beaucoup d'animaux n'étaient abattus que pour leur peau. Enfin, plus tard, on prépara de la viande salée et séchée dite *tasajo* et *charque* qui fut expédiée au Brésil et à Cuba. Dans ces derniers temps, on a essayé de faire des préparations et des conserves destinées aux marchés de l'Europe.

C'est dans de grands établissements dits *saladeros* que l'on abat, depuis un demi-siècle, les animaux provenant de la Pampa. Ces usines se sont améliorées avec le temps et laissent aujourd'hui peu de chose à désirer sous le rapport de l'installation économique. On y abat les bœufs pendant l'été, du mois de décembre à mai. Quelques-uns de ces établissements tuent ainsi 60 000 animaux par an et le nombre total dépasse un million. On y abat aussi des juments, dont la chair est utilisée pour faire de l'huile et dont les cuirs, comme ceux du bœuf, sont salés ou séchés. Le chiffre de la production est très-irrégulier, selon les années. Les cuirs des animaux, tués dans l'intérieur pour la consommation, sont séchés et dirigés par voies ferrées ou par caravanes de charrettes vers le littoral, d'où ils sont expédiés en Europe. Les laines sont préparées dans les fermes, d'où elles arrivent avec les peaux et les cuirs secs. Il en est de même

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des dépouilles de la race caprine, fournies presque exclusivement par les provinces de San-Luis, Cordova et Santiago del Estero.

L'élève de la race caprine est abandonnée à la petite propriété; toutefois, quelques propriétaires viennent d'introduire les chèvres d'Angora et de Cachemire; c'est une industrie nouvelle qui ne fait que commencer et dont l'avenir paraît assuré. Le porc est élevé en grand dans les *saladeros*; on l'y nourrit de débris d'animaux et de viande de juments abattues pour le cuir et l'huile. Sa chair est alors désagréable et il faut le nourrir plusieurs mois au maïs pour lui rendre la saveur naturelle.

Dans la République Argentine, c'est l'agriculture qui fournit le plus à l'exportation. Les quantités exportées, de **1867** à **1876**, ont été :

Laines.	**794 607 000**	kilog.
Peaux de moutons.	**257 197 000**	—
Cuirs de bœuf secs.	**17 746 000**	(unités).
Cuirs de bœuf salés.	**7 085 000**	—
Viande salée.	**312 462 000**	kilog.
Suifs et graisses.	**390 716 000**	—

(*Catalogue de la République Argentine à l'Exposition de* **1878**).

L'industrie de la ganterie en Autriche. — L'industrie de la ganterie en Autriche a fait de grand progrès dans ces quinze dernières années, depuis l'introduction des machines à découper et des machines à coudre, en sorte que, aujourd'hui, pendant que les fabriques de Paris, de Grenoble et de Bruxelles sont les premières sur les marchés de l'Europe pour leurs gants de peaux de chevreau, celles de Vienne et de Prague priment les autres pour leurs gants de peau d'agneau.

L'industrie des gants est représentée, à Vienne, par **220** établissements occupant environ **600** ouvriers et à Prague par **100**, représentant une population de **300** personnes. Dans ces dix dernières années, le chiffre de l'exportation a été en moyenne de **500** quintaux métriques.

Outre ces deux centres importants, il y a encore quelques petites fabriques disséminées dans les régions montagneuses de la Bohême, où la fabrication s'y trouve extrêmement divisée.

(M.) (*Journal of applied science*).

PARIS. — IMPRIMERIE DE Mme Ve BOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON, 5. — 1879.
JULES TREMBLAY, gendre et successeur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

78e année. Troisième série, tome VI. Mars 1879.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

COMITÉ DES ARTS ÉCONOMIQUES.

RAPPORT *de* M. LE COMTE DU MONCEL, *sur la* PILE A BIOXYDE DE MANGANÈSE ET CHLORURE DE ZINC, *de* M. GAIFFE, *constructeur*, *rue Saint-André-des-Arts*, 40, *à Paris*.

Tout le monde connaît les avantages des piles à peroxyde de manganèse et sel ammoniac de M. Leclanché, qui peuvent fonctionner des années entières sans qu'on s'en occupe; ces avantages ont été si grands, qu'elles se sont vite répandues et sont employées aujourd'hui presque universellement dans les applications électriques qui n'exigent pas une grande puissance électrique.

On pouvait néanmoins reprocher aux premiers modèles de ces piles, qu'une fois usées on ne pouvait les remettre en action par une nouvelle charge. Une fois le bioxyde de manganèse épuisé, elles étaient hors de service, et il fallait les remplacer. Dans les applications médicales, cet inconvénient était assez grave, à cause des liaisons complexes qui sont généralement établies entre ces éléments et un commutateur qui leur est adjoint, lequel permet de grouper les différents éléments comme il convient, pour s'appliquer aux différents cas dans lesquels on se trouve placé. Il était donc à désirer qu'on pût disposer une pile de ce genre, de manière que les éléments puissent se charger aisément comme les autres piles, et c'est ce qu'a réalisé M. Gaiffe, au moyen de la disposition qu'il vous a présentée.

Dans cette disposition, le bioxyde de manganèse est déposé dans plusieurs trous profonds, creusés dans le charbon cylindrique qui fournit l'électrode

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

négative, et qui remplit en même temps les fonctions de vase poreux. Ce charbon est trempé dans une solution de chlorure de zinc, qui sert de liquide excitateur, et un bâton de zinc amalgamé constitue l'électrode positive, celle qui, par conséquent, fournit le pôle négatif. Il faut que la solution de chlorure de zinc contienne de 15 à 20 pour cent de sel de zinc, et que ce sel soit exempt de plomb et aussi neutre que possible. Pour assurer un bon contact entre le charbon et le bioxyde de manganèse, il est nécessaire d'introduire celui-ci partie par partie, en le tassant chaque fois avant d'en ajouter une nouvelle quantité. Il faut aussi que le manganèse soit aiguillé et en grains; celui qui est en poudre est très-inférieur.

La force électro-motrice de cet élément représente un couple et demi de Daniell. Sa constance est relativement grande, et il se polarise lentement; cette polarisation disparaît, du reste, presque complétement avec le repos, même lorsque l'élément a été surmené.

Cet élément, comme celui de M. Leclanché, ne s'use pas quand le circuit est ouvert, puisque la faible solution de chlorure de zinc n'a d'action ni sur le manganèse ni sur le zinc. D'un autre côté, les sels doubles ne sont pas à craindre, puisque les éléments nécessaires à leur formation n'existent pas dans le couple; enfin, l'évaporation du liquide excitateur est diminuée de beaucoup par l'avidité du chlorure de zinc pour l'eau. Ce qui est intéressant dans le fonctionnement de cette pile, c'est que l'oxyde de zinc, au lieu de rester adhérent au zinc, tombe à l'état pulvérulent au fond du vase qui contient le liquide excitateur, et au fur et à mesure de sa formation. Les oxychlorures qui peuvent se former n'exercent, d'ailleurs, aucune action de nature à augmenter la résistance du couple.

Bien que M. Gaiffe ait établi cette pile pour les usages médicaux, il en a fait plusieurs modèles applicables à différents autres usages : l'un de 125 millimètres de hauteur, qui est destiné aux batteries médicales portatives; un autre de 150 millimètres, destiné aux grandes batteries médicales et aux sonneries électriques; un troisième de 185 millimètres, pour les usages télégraphiques; et enfin un quatrième de 225 millimètres, pour les applications électriques qui exigent le fonctionnement simultané de plusieurs appareils.

Bien que le nouveau modèle des piles de M. Leclanché réalise, de son côté, les avantages dont il vient d'être question, le comité des arts mécaniques pense que la nouvelle pile de M. Gaiffe est un heureux complément de la fabrication des appareils électro-médicaux que cet habile artiste construit d'une manière si remaquable, et, en conséquence, il vous prie, Messieurs, de décider que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des remercîments soient adressés à M. Gaiffe, pour son intéressante communication, et que le présent rapport soit inséré au *Bulletin*.

Signé : DU MONCEL, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 27 décembre 1878.

BIBLIOGRAPHIE TECHNOLOGIQUE.

RAPPORT *fait par* M. SCHUTZENBERGER, *au nom du comité des arts chimiques, sur l'ouvrage intitulé :* CONDITIONNEMENT, TITRAGE ET DÉCREUSAGE DE LA SOIE, *présenté par* M. J. PERSOZ.

Messieurs, le livre que J. Persoz a fait paraître il y a quelques mois, et dont votre comité des arts chimiques m'a confié l'analyse et le compte rendu, remplit une des meilleures conditions de succès pour tout ouvrage technologique ; il est écrit dans l'atelier même où se font les opérations décrites par celui qui les dirige et qui les suit journellement.

Sous le titre un peu trop modeste d'*Essai sur le conditionnement*, l'auteur a enrichi notre bibliographie technologie d'un véritable traité *ex professo* sur des questions généralement peu connues.

Les trois premiers chapitres, que l'on peut envisager comme préliminaires et servant d'introduction au corps de l'ouvrage, sont consacrés à l'historique de la soie, à l'étude détaillée et très-complète de ses propriétés physiques et chimiques. M. Persoz aurait pu les faire suivre, sans inconvénient, du chapitre VIII traitant des caractères des principales fibres textiles, laine, lin, chanvre, jute, ainsi que des procédés d'analyse qualitative et quantitative des mélanges de textiles, chapitre qui se trouve relégué comme appendice à la fin du livre.

Les divers essais que le commerce et l'industrie peuvent réclamer pour la sécurité des transactions et le choix rationnel de la marchandise appropriée à tel ou tel but, forment la base de l'ouvrage et constituent un ensemble très-important que l'auteur développe en savant et en praticien consommé.

Personne, mieux que M. J. Persoz, ne pouvait entreprendre et mener à bonne fin une œuvre semblable ; l'auteur a, pour ainsi dire, été élevé dans le milieu de la condition des soies de Paris, par son père, savant éminent, qui a su lui inspirer, comme à beaucoup de ses élèves, le goût des études scientifiques et de leurs applications à l'industrie.

Le chapitre IV, intitulé conditionnement, définit d'abord le but de cette

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

opération et son utilité. On y trouve un aperçu historique très-complet et très-intéressant sur l'origine des conditions de soie privées et officielles. L'auteur passe ensuite en revue et décrit les divers appareils usités, en indiquant les avantages et les inconvénients de chacun d'eux. Il développe avec soin la pratique du conditionnement, fournit la solution raisonnée des problèmes qui s'y rattachent et fait ressortir ses effets sur la fibre grége ou la fibre décreusée et son influence sur les transactions commerciales.

Le chapitre V, aussi étendu que le précédent (107 pages), est consacré au titrage. L'un des caractères les plus essentiels à connaître dans un fil, c'est la grosseur. Cette donnée permet au fabricant de calculer la quantité de matière première qu'il doit employer pour produire tel résultat désiré. Pour arriver à ce but, la mesure du diamètre est insuffisante à cause de l'irrégularité du fil et de sa forme imparfaitement cylindrique. On doit donc déterminer, sur une certaine masse du fil, le rapport du poids à la longueur, soit en mesurant la longueur correspondante à un poids connu et constant, soit en pesant une longueur connue et constante. C'est ce dernier procédé qui s'applique plus spécialement à la soie et porte le nom de *titrage*.

En France, on a adopté comme titre légal le poids en grammes de 500 mètres de fil et l'on a proposé d'adopter le poids moyen en décimètres de 20 échevettes de 50 mètres chacune, c'est-à-dire le poids en grammes de 1 000 mètres de fil ; c'est ce titre qui constitue le numéro. L'unité d'évaluation ayant varié à diverses époques et d'un pays à l'autre, M. Persoz a cru utile de faire suivre son travail d'une table de conversion donnant, en regard du titre légal, les numéros anciens, afin de faciliter les transactions. Cette table avait été, en grande partie, dressée par M. Oury.

On trouve, en outre, comme données complémentaires :

1° La nomenclature des principaux types de soies ;

2° Les caractères généraux des soies grèges les plus répandues ;

3° La description et l'usage des sérimètres ou appareils destinés à mesurer la ténacité et l'élasticité des fils de soie, ainsi que celle du compteur d'apprêt, grâce auquel on peut mesurer le degré de torsion du fil.

Dans le chapitre VI, l'auteur traite du décreusage et du blanchiment de la soie, en passant en revue tous les procédés usités dans les centres industriels les plus importants. Ces opérations rentrent, en effet, dans le cadre d'une condition complète. L'expérience montre que la soie peut éprouver des pertes au décreusage, variant de 17 à 40 pour 100 et même davantage. Une différence aussi considérable ne dérive pas d'une variation naturelle. Les soies pures donnent une perte allant de 17 à 25 pour 100, selon le pays d'ori-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gine; mais la charge que l'on donne volontairement au moyen de gélatine, de colle de poisson ou d'eau de chrysalide, au moment de l'ouvraison, modifie ces rapports. De là, découle la nécessité de déterminer, par un essai efficace, la perte au décreusage.

Le chapitre VII s'occupe du conditionnement et du titrage de diverses fibres, laine, lin, chanvre et jute.

Les divers sujets, abordés dans cet ouvrage, y sont traités avec méthode et avec tous les détails et les développements que comporte une publication consciencieuse. Votre comité des arts chimiques est d'avis qu'il est appelé à rendre des services sérieux à l'industrie des fibres textiles; il vous propose donc de remercier M. J. Persoz de son importante publication et d'autoriser l'insertion du présent rapport dans votre *Bulletin*.

Approuvé en séance, le 29 *novembre* 1878.

Signé : SCHÜTZENBERGER, *rapporteur.*

INSTRUMENTS DE PRÉCISION.

RAPPORT *fait par* M. SEBERT, *au nom du comité des arts économiques, sur le* RAPPORTEUR *de* M. GRANDJEAN, *capitaine d'artillerie.*

Messieurs, dans certaines opérations de lever topographique, on fait usage d'une boussole à limbe circulaire d'assez grandes dimensions, sur laquelle on lit des orientations que l'on reporte ensuite sur la feuille de dessin.

M. Grandjean, capitaine d'artillerie, a eu l'idée d'employer comme rapporteur un anneau gradué pouvant se placer sur la boussole même. Il a pu ainsi éviter même la lecture des angles lorsqu'on ne veut pas prendre note des orientations obtenues, car il suffit de marquer, d'un trait de crayon, ces orientations sur le limbe-rapporteur pour les reporter directement ensuite sur la planchette de lever.

Un point de centre, porté par un appendice radial, permet de placer le rapporteur dans la position voulue sur le dessin; sa ligne 0-180 marque la direction des visées; une saillie latente, en forme de règle, présentant un décimètre divisé en millimètres, forme une échelle métrique annexée à l'appareil; en outre, la graduation du limbe est faite de 0 à 360°, de façon à éviter les additions ou soustractions qu'on est obligé de faire quand on emploie le rapporteur complémentaire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce rapporteur avait été mis en service dans les batteries d'artillerie avant l'adoption du nouveau modèle de boussole perfectionné dû à notre collègue M. le colonel Goulier.

La simplification réalisée par M. Grandjean, dans le mode d'emploi d'un appareil usuel, pouvant être mise à profit par les personnes qui font usage de la boussole pour les levers topographiques, et qui n'ont pas besoin de la précision qu'on peut obtenir avec le rapporteur complémentaire, votre comité des arts économiques vous propose de remercier cet officier de sa communication et d'ordonner l'insertion du présent rapport au *Bulletin*.

Signé : SEBERT, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 27 *décembre* 1878.

AGRICULTURE.

SUR DE NOUVEAUX SILOS POUR LA CONSERVATION DES GRAINS, PAR M. BELLA, MEMBRE DU CONSEIL (1).

Un savant, trop tôt enlevé à l'industrie, M. Doyère, a eu l'heureuse idée d'appliquer, en France, le principe de l'ensilage des grains, qui a donné des résultats importants en Afrique.

Il comprit qu'il fallait modifier les silos des Arabes, de manière à mettre les céréales à l'abri de l'humidité du sol, beaucoup plus grande dans nos contrées que dans les pays chauds, afin d'éviter les altérations qui se produisent déjà sur une trop grande échelle en Algérie et qui, chez nous, occasionneraient des pertes trop fortes.

Il revêtit ses silos de feuilles de tôle de fer de manière à obtenir des réservoirs imperméables, séparés de l'air extérieur par deux trous d'homme, placés l'un au-dessus du silo, pour l'empli, l'autre en bas, pour la vidange.

Il enfouit ces réservoirs dans le sol, afin que leur contenu fût à l'abri non-seulement de l'air, de l'humidité et des risques d'incendie, mais aussi des variations atmosphériques.

Ce qui est certain, c'est que l'expérience a complétement justifié les idées de M. Doyère, et que les trop rares établissements qui ont introduit ces appa-

(1) Séance du 27 décembre 1878.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

reils n'ont eu qu'à s'en louer. On y a vu des blés, attaqués par l'alucite et le charançon, s'y comporter d'une manière satisfaisante, et on a acquis la conviction que les grains s'y peuvent conserver d'une manière plus économique qu'on n'avait pu l'obtenir jusqu'alors.

Pourquoi donc le silo-Doyère ne s'est-il pas vulgarisé et n'a-t-il pas remplacé les anciens greniers ordinaires, non-seulement dans les grands entrepôts, mais même dans les exploitations rurales ordinaires ? Cela tient, suivant nous, à ce que les silos, tels que M. Doyère les a construits, ne présentent pas toute la facilité voulue pour la vidange des grains qu'ils contiennent; à ce qu'ils nécessitent des déblais de terrain considérables qui sont fort coûteux dans les villes, et à ce que, par leur forme cylindrique, ils utilisent mal des emplacements coûteux.

Nous avons pensé que si nous remplacions les cylindres par des chambres rectangulaires juxtaposées, ne pénétrant que de quelques mètres au-dessous du niveau du sol, et s'élevant jusqu'au premier étage, les locaux se trouveraient mieux utilisés, que la construction serait moins coûteuse et, surtout, que le service de ces silos serait beaucoup plus facile, sans que les grains s'y conservassent moins bien.

Nous avons donc fait construire dix chambres en tôle rivée et juxtaposées, de telle sorte que les parois intermédiaires fussent communes à deux chambres contiguës, devant contenir chacune 2 200 hectolitres, soit 22 000 hectolitres en tout. Le fond de ces chambres a été disposé de manière à servir de trémie, et, au fond de cette trémie on a disposé un trou d'homme fermant avec soin, fonctionnant comme un robinet et pouvant verser le grain directement dans les sacs.

Le plafond, en dessus, est en forme de voûte, afin d'avoir la rigidité nécessaire pour porter des approvisionnements de fourrages et cette rigidité est accrue par des voûtes en plâtras, recouverts d'asphalte, afin d'atténuer les refroidissements pendant l'hiver.

L'empli de ces silos se fait par des trous d'homme fermant hermétiquement au moyen de joints en caoutchouc et commandés, de même que ceux de la vidange, par des cadenas de sûreté à deux clefs.

Dans ces conditions, le grain emmagasiné, suffisamment sec, est à l'abri de toute altération, de dangers de feu et de toute déprédation.

Des avoines, qui y ont séjourné pendant deux années, en ont été retirées fraîches, luisantes, de bon goût et de bon poids, n'ayant rien perdu ni par les insectes, ni par l'évaporation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les thermomètres qu'on y a plongés tous les mois, ont montré constamment une température de 14° environ, alors que la température de l'air extérieur variait de 5° à 30°.

Mais ces investigations, ont eu un inconvénient : lorsqu'on a ouvert les silos par des temps froids et humides, la petite partie de grains mise directement en contact avec l'air extérieur, refroidie par lui et imprégnée d'humidité, a servi de condensateur à la vapeur d'eau contenue dans la masse, et 50 litres environ de grains se sont altérés.

On a pu même mettre ces chambres d'avoine en vidange pendant des mois entiers pour subvenir à la consommation journalière des chevaux, sans qu'il se soit produit d'altération dans le grain restant chaque jour en contact avec l'air extérieur par le robinet de vidange, et traversé par une quantité d'air égale en volume à la quantité de grain enlevé, c'est-à-dire 40 hectolitres environ ; cette aération n'a pas produit une altération sensible.

Nous avons poussé cette application des silos hermétiques plus loin encore ; nous l'avons adaptée, à titre d'essai, à d'anciens greniers situés à un deuxième étage et devant, par conséquent, subir toutes les variations de la température extérieure. Les avoines, qui y ont été enfermées au printemps 1878, ont été examinées en août au moment des plus grandes chaleurs, lorsque, dans les greniers voisins, le thermomètre marquait 26° en moyenne. La température de la masse variait de 21° à 24° ; mais l'avoine ne montrait aucune trace d'altération et a été déclarée en parfait état.

Mais, à la fin de novembre, lorsqu'on devait croire, à cause de l'abaissement de la température, que l'essai avait complétement réussi, il s'est produit un fait analogue à celui qui avait produit une altération auprès d'un trou d'homme des premiers silos : un nouvel employé a enlevé les fourrages qui recouvraient le plancher des chambres, sans avoir soin de les remplacer par des menues pailles ; il y eut refroidissement, condensation sur la paroi froide d'une quantité de vapeur d'eau, suffisante pour faire germer la couche supérieure, mais sans avoir d'action fâcheuse sur la couche inférieure.

Pour éviter les petits inconvénients qui se produisent, il suffit de laisser couverts de fourrages, ou d'une faible couche de menues pailles, les planchers qui recouvrent les silos, et de mettre, entre les tôles et la maçonnerie, un paillasson. Mais, pour s'assurer contre les négligences du magasinier et pour plus de précaution, on peut placer un certain nombre de condensateurs qui écouleraient au dehors, au travers d'une fermeture hydraulique, analogue à celle des appareils Mothes, les eaux produites par la condensation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En tous cas, il faut absolument n'enfermer dans ces silos que des grains bien récoltés et suffisamment secs.

Ce système de silos a le grand avantage d'utiliser parfaitement les sols et sous-sols de bâtiments et d'être d'un fonctionnement très-facile au moyen de monte-sacs mus par un manége. Il convient donc parfaitement à des magasins généraux, dans lesquels une ou plusieurs chambres seraient attribuées à chaque déposant; des cadenas à deux clefs fermeraient ces chambres où les céréales seraient à l'abri de tous risques et n'exigeraient aucune manutention, si bien qu'elles y constitueraient des gages excellents pour les emprunts dont leurs possesseurs auraient besoin, et ils pourraient donner lieu à des warrants d'autant mieux garantis que ce mode de magasinage, supprimant toute espèce de manutention, éviterait ainsi les frais qui déprécient les dépôts de grains. Il a en outre l'avantage très-grand de ne pas laisser la céréale perdre de son poids et de sa matière par la respiration du grain, qui transforme la matière carbonée en acide carbonique ou par les insectes qui s'en nourrissent. Il résulte, en effet, des observations faites par M. Velter, ingénieur de l'Ecole centrale des arts et manufactures, que, de ces diverses causes, résulte un déchet d'environ 5 pour 100 par an.

Ces résultats peuvent être d'autant plus avantageusement réalisés que ces silos sont relativement peu coûteux, c'est-à-dire que leur construction coûte moins par mètre cube de grain, que celle des greniers ordinaires solidement établis.

En comparant les prix de revient, par hectolitre d'avoine, de la construction de nos divers greniers, nous trouvons :

	Fr.
Greniers ordinaires solidement construits dans Paris. .	6,50
Silos neufs en fer.	5,50
Chambres de fer au deuxième étage.	1,15

Ces différences considérables s'expliquent par la perte d'espace ou de capacité qui résulte de la disposition des greniers ordinaires, sur lesquels on ne peut guère mettre que des couches de grains de 0^m80 à 1^m20 d'épaisseur et de la place qu'il faut laisser libre pour les pelletages et tararages.

Si on transforme ces greniers en silos, on triple et quadruple immédiatement la quantité de grains qu'ils peuvent contenir.

Ce qui est certain, c'est que les résultats donnés par ce système de silos, depuis sept années, ont engagé à en construire d'autres dans des conditions

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

analogues et que bientôt on pourra y emmagasiner 100 000 quintaux de grains.

En résumé, on peut, sans inconvénients graves, se départir de la précaution coûteuse que M. Doyère a prise d'enterrer les silos, pour les mettre à l'abri des variations atmosphériques; on peut même, avec certaines précautions, quadrupler la capacité des greniers ordinaires solidement construits, en les transformant en chambres de tôle imperméables et réaliser ainsi, avec une faible dépense par hectolitre enmagasiné, les grands avantages qui résultent de la conservation des grains (convenablement récoltés) en vases clos et imperméables.

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1878.

RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX SUR L'INDUSTRIE ET L'AGRICULTURE DE LA BELGIQUE (1).

Industrie.

Le territoire de la Belgique est d'environ 3 millions d'hectares; sa population s'élève à plus de 5 300 000 habitants. Grâce au large développement donné, depuis trente ans surtout, à toutes les voies de communication, aux chemins de fer, canaux, rivières rendues navigables, routes provinciales et communales, chemins vicinaux; grâce à l'instruction spéciale donnée à toutes les classes de la population, dans les universités, les écoles spéciales et les écoles industrielles pour former des ingénieurs, des manufacturiers, des directeurs d'usine, et des ouvriers actifs et intelligents; grâce à l'abaissement successif des tarifs douaniers qui a permis à toutes les classes de travailleurs de se procurer les matières premières de leur industrie dans les meilleures conditions de qualité et de bon marché, l'industrie générale de la Belgique n'a pas cessé de s'avancer dans la voie du progrès.

Le chiffre de ses importations et exportations était, en 1850, de 500 millions de francs; en 1860, il atteignait 850 millions; il dépasse aujourd'hui 2 milliards 500 millions.

Ce chiffre se décompose comme suit:

Les marchandises belges exportées 1 milliard 50 millions, les marchandises étran-

(1) Plusieurs des nations étrangères qui ont concouru à l'Exposition universelle de 1878 ayant publié des catalogues faits avec grand soin, la commission du *Bulletin* a décidé qu'elle en publierait les détails les plus intéressants. (R.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gères mises en consommation 1 milliard 450 millions, et il est à remarquer que, depuis 25 ans, cet excédant des importations sur les exportations n'a pas cessé de se manifester, augmentant ainsi chaque année la richesse publique.

Houille. — La houille est, dit-on, le pain de l'industrie, la machine à vapeur en est l'âme.

La production houillère de la Belgique était, en 1860, de 9 millions de tonnes; elle atteint 15 millions aujourd'hui. L'extraction de la houille, l'aérage et l'épuisement des eaux sont opérés par 1 800 machines à vapeur représentant plus de 100 mille chevaux de force.

Il y a aujourd'hui, en Belgique, 12 650 machines à vapeur, machines motrices fixes et mobiles, représentant 540 mille chevaux de force; et il n'est pas inutile d'ajouter que ces machines qui consommaient, il y a dix à quinze ans, 3 à 3 1/2 kilog. de charbon par heure et par force de cheval, consomment aujourd'hui *un* kilog. au plus, grâce à l'excellente construction de ces engins et aux perfectionnements apportés dans leur constitution.

Les charbons sont libres à l'entrée en Belgique.

Minerai de fer. — Les exploitations libres de minerais de fer (minerai lavé) s'élèvent à environ 360 mille tonneaux; à ce chiffre, il convient d'ajouter 700 mille tonneaux importés librement de l'étranger, pour alimenter la fabrication du fer qui en consomme aujourd'hui un million et demi de tonneaux pour livrer à l'industrie et au commerce, en fonte de moulage et d'affinage, une valeur de plus de 40 millions de francs.

Pierres. — La Belgique produit des pierres de taille, des marbres, la chaux pour la construction, des pavés, des meules pour une valeur totale de plus de 40 millions de francs.

Machines. — La Belgique construit toutes les machines destinées à la locomotion sur terre et sur mer, à la transformation de la matière pour tous les genres de manufactures; elle en exporte pour une valeur de 50 millions de francs.

Les machines locomotives de Seraing, de Bruxelles, de Liége, de Couillet, de Tubize, etc., roulent sur toutes les voies ferrées de l'Europe.

Les ateliers de matériel des chemins de fer, Compagnie belge (Evrard), à Bruxelles, Société de la Dyle, à Louvain, Société métallurgique et charbonnière, de Nivelles, etc., fournissent des voitures de 1re, 2e et 3me classes, des wagons-lits et autres, pour l'intérieur du pays et les voies ferrées de l'étranger.

Les constructeurs-mécaniciens de Gand, Tirlemont, Liége, Charleroi, Bruxelles (banlieue), etc., livrent à l'intérieur et à l'étranger les machines motrices et les appareils de fabrication les plus perfectionnés.

Armes. — Liége est le centre de la fabrication des armes. Ses canons de fusil soumis à la garantie du banc d'épreuve, sous la surveillance du gouvernement, sont recherchés partout. Ses revolvers fabriqués à la mécanique, et dont les prix varient

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de 5 francs jusqu'à 100 francs, ses fusils de chasse, de tous les systèmes, sont recherchés sur les marchés étrangers autant que dans l'intérieur du pays.

Fer. — La fabrication du fer occupe plus de 40 000 ouvriers, et sa production totale atteint une valeur de 270 millions de francs.

Les fabriques de fer et d'acier de Seraing, d'Angleur, de la Providence à Marchienne, de Couillet, de Châtelineau, de Charleroi, etc., transportent les rails et les poutrelles en fer de leurs usines dans toutes les parties du monde. Les tôles fines en fer de la maison Delloye-Mathieu, de Huy, ont une grande renommée et s'exportent principalement en Russie pour la couverture des ateliers et des habitations. Les tôles de chaudières, celles pour ponts, les longerons et les larges plats de la maison Gillieaux, de Charleroi, et de M. J. Goffin, à Clabecq, jouissent à juste titre de la meilleure réputation.

Les clous forgés et les pointes de Paris sont encore un article de grand commerce.

La quincaillerie, la poterie en fer vernie et émaillée, les articles de ménage, occupent un grand nombre d'ouvriers.

L'acier industriel, principalement l'acier Bessemer, a pris place dans la fabrication métallurgique. La production en était, dès 1875, de 47 à 50 mille tonneaux d'une valeur de 15 millions de francs.

Zinc. — Le zinc est encore la matière première d'une industrie considérable. Les usines de la *Vieille* et de la *Nouvelle-Montagne* sont renommées pour la qualité supérieure de leurs produits. Ces établissements, qui occupent plus de 3 000 ouvriers, produisent en moyenne 75 mille tonneaux annuellement, pour une valeur de 45 millions de francs.

Verres. — La Belgique a de nombreuses fabriques de verres en tous genres et toutes dimensions.

Les 70 établissements qui s'occupent de cette grande industrie procurent un très-haut salaire à plus de 12 mille ouvriers. Le chiffre de la production atteint 45 millions de francs. Les trois quarts des verres à vitres, glaces et gobeleteries sont exportés principalement en Angleterre et en Amérique, et presque partout en Europe.

Charleroi, Jumet, Roux, Namur, Gosselies, sont les principaux centres de cette importante industrie,

Céramique. — Les terres réfractaires d'Andenne, les faïences et les porcelaines de La Louvière (Kéramis), de Tournai, Mons et Bruxelles, rivalisent avec les produits céramiques de France et d'Angleterre.

La fabrication des carreaux unis, coloriés, carreaux mosaïques et autres pour pavage, a pris une extension considérable.

Laine. — La laine, le lin et le coton sont encore les bases d'un grand commerce et la matière première d'industries très-importantes.

La Belgique reçoit annuellement pour plus de 150 millions de francs de laine de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Buenos-Ayres, de l'Australie, du Cap, etc.; ces laines sont lavées et désuintées dans un grand nombre d'établissements à Anvers et à Verviers.

Vingt millions de kilogrammes de ces laines, dont le lavage a doublé et au delà la valeur, sont exportés; 30 millions de kilogrammes sont livrés aux filateurs et aux fabricants de drap et d'étoffes en tous genres à Verviers, Dison, Ensival, Pepinster, etc. Les fils cardés de Verviers sont exportés principalement en Angleterre pour une valeur de 45 à 60 millions de francs.

Les fils de laine cardée de Belgique jouissent d'une grande réputation sur tous les marchés extérieurs.

Draps et étoffes. — Les draps de Verviers, comme bon article courant, alimentent le marché intérieur et sont exportés pour une valeur de plus de 30 millions.

Les étoffes légères, mérinos, cachemires, paramatas, se fabriquent à Bruxelles, Dinant, Roulers, Saint-Nicolas.

Les étoffes lourdes, baies, frises et flanelles en rouge et en bleu pour la classe ouvrière et la marine, les couvertures de laine jusqu'aux qualités les plus finies, complètent toute la série des articles de laine et se fabriquent à Bruxelles et à Duffel;

Les châles de laine à Saint-Nicolas;

Les étoffes mélangées pour pantalon à Mouscron et à Courtrai.

Lin. — Le lin est une des grandes industries de la Belgique, sinon la première; les toiles des Flandres ou toile de Hollande sont connues depuis nombre d'années.

La Belgique produit le plus beau lin. Elle en exporte chaque année pour 60 à 80 millions de francs. Ses filatures jouissent d'une grande renommée; les fils de la Lys sont recherchés partout pour leurs qualités supérieures, et sont la matière première des toiles les plus solides; et pendant que tous les pays d'Europe défendent l'importation des fils de lin par des droits protecteurs de 10 à 20 pour 100, les fils étrangers d'Angleterre, d'Allemagne et de France, etc. entrent librement en Belgique, circonstance qui permet à nos fabricants de toile de choisir la matière première de leur industrie, les fils de lin, là où ils les trouvent à bas prix et de bonne qualité. Courtrai, Iseghem, Roulers, Gand et Bruxelles (banlieue), sont les principaux centres de l'industrie toilière; et malgré les droits exagérés qui en paralysent presque partout l'importation, la Belgique exporte encore pour plus de 20 millions de toiles écrues et blanches.

Coton. — Gand est le centre de l'industrie du coton. Ses filatures mettent en œuvre, chaque année, à peu près vingt millions de kilog. de coton d'Amérique et des Indes orientales.

Ses fabricants de tissus en tous genres importent, en outre, d'Angleterre principalement, au delà de 500 000 kilog. de fils de coton, lesquels sont convertis en tissus blancs, teints et imprimés, en étoffes à pantalons, qui s'exportent en quantité de 3 à 3 1/2 millions de kilogrammes.

Dentelles. — Les dentelles de Bruxelles et de Malines, les valenciennes de Bruges

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et d'Ypres, les dentelles noires de Grammont, fournissent du travail à cent mille ouvrières et sont recherchées dans toutes les capitales du monde.

Le réseau de Bruxelles pour la dentelle d'application est acheté par les fabricants belges et étrangers comme ce qui représente le mieux, sous le rapport de la finesse et de la perfection de la treille, l'ancienne dentelle unie faite au fuseau.

Passementerie. — Les produits de la passementerie peuvent soutenir le parallèle avec les similaires étrangers. La passementerie d'or et d'argent, pour vêtements civils et militaires, se recommande surtout par la bonne qualité de ses produits.

Papeterie. — La fabrication du papier a reçu depuis vingt-cinq ans des perfectionnements notables, et la Belgique n'est pas restée étrangère aux progrès qui se sont réalisés. Les industriels peuvent fabriquer à la mécanique, et par conséquent livrer au commerce à meilleur marché que beaucoup d'autres pays, plusieurs espèces de papier que naguère ils ne pouvaient faire qu'à la forme ; tels sont les papiers à lithographier, les papiers à dessiner, le carton blanc, le papier pour cartes, etc.

Plusieurs provinces possèdent d'importantes fabriques de papier.

Nivelles se pose en première ligne. Dix machines à fabriquer le papier continu y fonctionnent et travaillent en partie pour l'exportation. On peut évaluer qu'un tiers de la production totale du pays suffit pour les besoins de sa consommation ; les deux autres tiers s'exportent principalement en Angleterre.

La ville de Turnhout est le siége de la fabrication des papiers de fantaisie, marbrés, racinés, coloriés, etc.

Les papeteries de MM. Godin frères, situées à Huy, sont les plus vastes du pays; ce sont de véritables modèles d'organisation, de tenue et de fabrication.

Pâte de paille. — Depuis la disette des chiffons, la plupart des fabricants de papiers emploient la pâte de paille ; plusieurs usines ont été montées en vue d'alimenter les fabriques de papiers. La Société De Naeyer, à Willebroeck (Anvers), possède d'importants ateliers, et livre aux fabricants de grandes quantités de pâtes. Visé possède également une importante fabrique, et sa production augmente annuellement.

Photographie. — La photographie fait de grands progrès depuis quelques années en Belgique. Autrefois les photographes belges s'appliquaient uniquement au genre des portraits, dont l'exploitation commerciale peut être la plus fructueuse, mais qui avait le moins de prix sous le rapport de l'art des applications utiles. Actuellement la Belgique n'a plus rien à envier à ses voisins; de grands ateliers, uniquement destinés à la reproduction des œuvres d'art, sont établis à Bruxelles, sous la direction d'un ingénieur compétent, M. de Blochouse.

Instruments de musique. — Il y a une trentaine d'années, l'infériorité de la Belgique dans la fabrication des instruments de musique était manifeste. Aujourd'hui, elle possède d'importantes usines, dans lesquelles on confectionne tous les instruments possibles.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'industrie des pianos a fait, à Bruxelles surtout, des progrès marquants, et elle peut soutenir la concurrence des meilleures fabriques de Londres et de Paris. Il en est de même pour les instruments à vent, en bois et en cuivre, dont la réputation est aussi bien établie à l'intérieur qu'à l'étranger.

Meubles de luxe. — La Belgique ne compte qu'un petit nombre d'ateliers qui soient en mesure de fournir à la consommation somptuaire des objets d'ameublement ; ce fait s'explique par le manque de débouchés, mais il n'en est pas de même des produits d'un usage courant. La solidité et le bon marché de ces produits leur assurent un débit facile et de plus en plus étendu, tant à l'intérieur du pays que sur les marchés étrangers.

Coutellerie. — Depuis longtemps déjà, cette industrie a son siége dans la province de Namur. Elle jouit d'une réputation méritée, surtout pour ses articles courants.

Horlogerie. — L'horlogerie de précision n'est pas florissante en Belgique ; le pays manque des ressources voulues pour se livrer avec succès à cette fabrication, mais l'horlogerie commune constitue depuis longtemps une branche de l'industrie belge.

Appareils de chauffage et d'éclairage. — La poêlerie est dans une situation très-prospère, elle est constamment en progrès. Les fabricants ne se sont pas contentés d'y appliquer des ornements de bon goût et d'en faire des meubles de luxe, mais ils en ont disposé les diverses parties, d'après les principes d'une combustion économique et suivant les données exactes de la science. Plusieurs des ateliers sont devenus de véritables usines, qui donnent à la poêlerie une importance toute nouvelle.

Parfumerie. — La fabrication du savon de parfumerie et de toilette a pris une sérieuse importance en Belgique, et ses produits sont expédiés en grande quantité à l'étranger. Bruxelles et Anvers trouvent dans cette fabrication un aliment puissant d'activité pour leurs établissements. La production peut en être évaluée à 4 millions annuellement.

Tabletterie. — La tabletterie a peu d'importance en Belgique. Spa seul a une réputation bien méritée pour ses ouvrages.

Maroquinerie. — Quant aux objets de maroquinerie, leurs produits sont estimés ; mais ils ne sauraient lutter, sinon pour les articles d'un usage courant, avec les similaires de l'étranger et notamment de Paris et de Londres.

La brosserie se fabrique en Belgique dans différentes localités, parmi lesquelles il faut citer : Gand, Anvers, Liége, Roulers et Vilvorde.

La bonneterie s'est localisée à Tournai, où elle occupe un grand nombre d'ouvriers.

Ganterie. — La fabrication des gants a pris depuis quelque temps un essor des plus remarquables. La ganterie de Bruxelles peut rivaliser très-avantageusement avec les produits français. Aussi l'Amérique et l'Angleterre en reçoivent-ils de nombreux envois, admis en concurrence avec ceux des meilleures maisons de Paris.

Corsets. — Plusieurs fabriques sont établies à Bruxelles pour la fabrication des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

corsets à la mécanique; Lokeren possède également un établissement important et bien outillé pour cette branche de l'industrie. Les produits de ces fabriques sont estimés et se vendent à bas prix.

Chapellerie. — Le chapeau de soie est fabriqué uniquement pour l'intérieur du pays; mais les chapeaux de feutre, par contre, s'expédient en grande quantité vers les marchés transatlantiques par Anvers ou Hambourg.

La fabrication des tresses et chapeaux de paille qui s'exerce dans les provinces de Limbourg et de Liége, y fait l'objet d'une exploitation très importante. La plupart des pays voisins sont, en effet, tributaires de la Belgique et ses exportations s'étendent même aux pays d'outre-mer.

Cordonnerie. — Plusieurs maisons trouvent dans le trafic de la cordonnerie des débouchés avantageux. Les pays d'outre-mer, où la main-d'œuvre est chère, sont les marchés principaux.

Joaillerie. — Le polissage et la taille du diamant font l'objet d'une industrie importante à Anvers.

Bois. — Au point de vue de la perfection du travail des bois par les machines, la Belgique n'a rien à envier aux autres nations; l'application des procédés mécaniques a eu pour résultat de contribuer puissamment à la diminution du prix de vente des produits, et de les mettre ainsi à la portée du plus grand nombre, ce qui constitue le progrès industriel.

Huiles végétales. — Des fabriques d'huiles végétales existent dans presque toutes les provinces de la Belgique; mais les centres principaux de cette industrie sont Anvers, la Flandre occidentale et le Brabant. On peut estimer à 2 millions de francs la main-d'œuvre payée aux ouvriers qui travaillent dans cette branche de l'industrie.

Produits chimiques. — 1° *Bougies.* Les procédés d'extraction d'une foule de matières nouvelles ont donné un grand élan à l'industrie des bougies. Elle se trouve en Belgique dans une situation très-florissante due à la grande économie qui a présidé à l'organisation de ses principales usines, à la perfection apportée aux procédés de fabrication et aux taux relativement bas des salaires.

Bruxelles, Anvers et Gand sont les centres principaux de cette branche d'industrie.

2° *Savons.* — Les savons mous et les savons durs non parfumés ne se fabriquent généralement que pour la consommation intérieure. Il en est autrement pour les savons parfumés, dont la vente peut être évaluée annuellement de 3 500 000 à 4 millions de francs.

Vernis. — Il existe plusieurs fabriques dans le pays, qui produisent différentes espèces de vernis pour la carrosserie, la menuiserie, la reliure, etc.

Huiles et graisses industrielles. — Le débit de ces huiles est considérable, mais limité à la consommation intérieure.

Huiles et graisses minérales. — La Belgique possède plusieurs fabriques qui pro-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

duisent les huiles minérales par la distillation des tourbes, des schistes bitumineux, des houilles, etc. Une partie des produits est exportée en Prusse, en France, en Suède, en Espagne.

Noir animal. — Plusieurs industriels belges s'occupent de la carbonisation des os qui, par la pulvérisation, produisent le noir d'ivoire ou le noir animal. L'exportation de ces produits, très-estimés à l'étranger, atteint un chiffre très-élevé.

Colles. — Quoique les fabricants soient arrivés à un grand degré de perfection dans la fabrication des colles, les produits ne peuvent guère entrer en Allemagne, où ils sont frappés d'un droit d'entrée très-élevé. La fabrique la plus importante est située à Vilvorde.

Acides, alcalis, sels. — La production de l'acide sulfurique, du sulfate de soude, du sel de soude, du chlorure de chaux, etc., a pris en Belgique un tel développement que, eu égard à la population, aucun autre pays ne lui est supérieur.

Quoique toutes les provinces possèdent des usines où se fabriquent les produits chimiques, la province de Namur est celle où la production est la plus active et où elle a lieu sur la plus vaste échelle.

Couleurs et teintures. — La *céruse ou carbonate de plomb* (blanc de plomb) et le blanc de zinc s'exportent en grandes quantités.

Le *blanc de zinc* surtout a pris, en Belgique, un très-grand développement. La Société de la Vielle-Montagne produit plus du tiers de tout le blanc de zinc qui entre dans la consommation ; cette quantité dépasse le chiffre de deux millions de kilog.

Le *bleu d'outremer* est préparé avec perfection dans le pays.

La fabrication de l'*azur* et la préparation du *bleu de Prusse* n'ont rien à envier à l'industrie étrangère.

Le *jaune de chrome* est fabriqué avec succès.

Le *minium* se consomme à l'intérieur du pays.

Amidonneries. — La Belgique possède d'importantes fabriques d'amidon, qui livrent à la consommation d'énormes quantités de ces produits.

Caoutchouc. — Depuis une dizaine d'années, la fabrication du caoutchouc a pris en Belgique une extension excessivement rapide. C'est de toutes les matières celle dont on fait le plus d'applications, et à laquelle on fait subir le plus de transformations. C'est surtout par suite de la vulcanisation du caoutchouc que cette industrie a pris un développement aussi inattendu. En 1862, la Belgique ne possédait qu'une seule fabrique ; depuis cette époque, six fabriques nouvelles se sont établies et livrent à l'intérieur du pays et à l'exportation leurs produits, qui sont, du reste, très-appréciés. Les exportations se dirigent principalement vers la France, l'Allemagne, la Hollande, l'Angleterre, la Suisse et l'Italie.

Cuirs et peaux. — La tannerie belge jouit d'une réputation justement méritée. Les fabriques si renommées de Stavelot, doivent leur prospérité aux propriétaires, qui sont pour la plupart restés fidèles aux anciennes et bonnes méthodes de tannage,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et qui font préférer leurs produits à ceux de l'étranger. La Belgique exporte en vert la plupart de ses veaux et cuirs légers, et tanne beaucoup de cuirs étrangers.

Corroirie. — Les progrès de la corroirie ont marché de front avec ceux de la tannerie; aussi cette industrie est-elle dans un état très-florissant.

La fabrication des dos pour cardes constitue la principale branche de la corroirie de Liége.

Carrosserie. — La carrosserie est une des industries principales de Bruxelles. Les récompenses obtenues aux différentes expositions, où nos industriels ont exposé leurs voitures, ont suffisamment démontré que sous le rapport de l'élégance, de la solidité, de la légèreté, Bruxelles pouvait lutter avec Londres et Paris, dont les produits sont justement renommés.

Bruxelles compte, à elle seule, une douzaine de fabriques importantes de voitures. Les exportations se montent à trois millions de francs. Ce chiffre prouve suffisamment combien ces produits sont appréciés à l'étranger. L'Espagne, la France, l'Italie, la Russie, etc., s'adressent aux carrossiers belges, et malgré le prix excessif des transports, l'exportation a une part importante dans le placement des voitures fabriquées en Belgique.

Bourrelerie, sellerie. — La sellerie belge est en voie de progrès; ses principaux débouchés sont l'Allemagne, la Hollande, le Brésil et les États-Unis.

La bourrelerie ne travaille que pour le marché intérieur.

Agriculture.

Administration de l'agriculture.

L'administration de l'agriculture ressortit au ministère de l'intérieur.

Une direction générale centralise toutes les affaires qui se rapportent aux intérêts agricoles.

Il y a en Belgique un conseil supérieur et des commissions provinciales d'agriculture.

Le conseil supérieur se compose de deux délégués, choisis annuellement par chacune des commissions provinciales d'agriculture et de membres nommés par le roi en dehors de ces colléges.

Le nombre de ces derniers ne peut dépasser la moitié de ceux qui sont délégués par les commissions provinciales d'agriculture.

Le conseil donne son avis sur toutes les affaires qui lui sont soumises par le gouvernement; il discute, au point de vue de l'intérêt général, les vœux émis par les commissions d'agriculture et il délibère sur toutes les propositions faites par ses membres ou par les commissions provinciales d'agriculture.

Il est publié, chaque année, un bulletin du conseil supérieur. La collection de ces bulletins renferme déjà 30 volumes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les commissions provinciales d'agriculture sont composées d'un membre pour chaque district agricole, d'un médecin vétérinaire et d'un secrétaire.

Les districts agricoles sont au nombre de 118, répartis entre les neuf provinces.

Les membres des commissions provinciales sont nommés par le roi, sur une liste de deux candidats présentés pour chaque district par les comices agricoles et, à leur défaut, par les sociétés ou les sections de sociétés d'agriculture agréées. On peut donc dire qu'elles sont l'émanation directe des associations agricoles,

Les commissions provinciales d'agriculture s'occupent de tout ce qui peut contribuer à l'amélioration et au progrès de l'industrie agricole dans leur province. Elles font connaître au gouvernement les vœux qu'elles croient devoir émettre à cet égard. Elles donnent au gouvernement les avis et les renseignements qui leur sont demandés. Elles concourent à l'exécution de toutes les mesures décrétées pour encourager ou protéger les différentes branches de l'agriculture, etc. Elles adressent chaque année, avant la fin du mois de février, au gouverneur de la province, un rapport sur l'état de l'agriculture : ce rapport fait connaître, entre autres, les produits de la dernière récolte et les résultats de l'exécution des lois et règlements relatifs à l'agriculture.

Il y a, pour chaque district agricole, un comité ou une section d'une société d'agriculture, agréée par le gouvernement.

Afin de donner plus d'importance à leurs travaux, et de leur imprimer un plus grand degré d'utilité, les comités des provinces d'Anvers, Brabant, Flandre orientale, Liége, Limbourg, Luxembourg et Namur se sont constitués en associations provinciales.

Ces sociétés publient chacune un journal hebdomadaire, distribué à leurs membres respectifs.

Les diverses sociétés agricoles du royaume comptent près de 17,000 membres.

Outre les comités et les sociétés agricoles qui fonctionnent dans chaque province, il existe encore un grand nombre de sociétés libres d'agriculture.

Les sociétés d'horticulture sont également nombreuses. On en compte environ 50, dont 25 forment une fédération sous les auspices du gouvernement.

Cette fédération ne porte aucune atteinte à l'autonomie et à l'indépendance individuelle des sociétés.

Elle a pour but de favoriser les progrès des diverses branches de l'horticulture, par des mesures dont l'exécution intéresse toutes les sociétés horticoles du pays, et parmi lesquelles sont comprises en première ligne : les réunions périodiques et régulières des délégués de ces associations ; un recueil, centre commun des travaux de toutes les sociétés ; l'organisation de congrès horticoles et de concours sur des questions d'horticulture. Quinze volumes de bulletins ont été publiés ; deux congrès ont eu lieu.

Enseignement agricole.

Il y a, en Belgique, une école de médecine vétérinaire à Cureghem-lez-Bruxelles,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un institut agricole à Gembloux, province de Namur, et deux écoles pratiques d'horticulture, dont l'une à Vilvorde et l'autre à Gand.

Il y a, en outre, une école d'arboriculture et d'horticulture, établie à Tournai, par la commune, avec le concours de l'État, de la province et de la Société d'horticulture de cette ville.

La loi sur l'enseignement agricole stipule que des conférences publiques peuvent être organisées sur différents points du pays.

Ces conférences sont actuellement établies dans plus de 150 localités.

On y traite toutes les matières relatives à l'agriculture, l'horticulture, l'arboriculture fruitière et forestière, la botanique, la zootechnie, la maréchalerie.

Aperçu statistique des cultures.

L'étendue cadastrale de la Belgique est de 2 945 516 hectares 30 ares 91 centiares et l'étendue exploitée de 2 633 753 hectares, dont voici à peu près la répartition d'après la statistique de 1866.

Céréales et farineux	367 135,36
Plantes légumineuses	37 903 »
Plantes industrielles y compris les betteraves à sucre	115 308,36
Racines et fourrages artificiels	377 767,42
Prairies permanentes et vergers	365 805,05
Jachères	53 891,72
Jardins légumiers	37 329,66
Bruyères et terrains vagues	262 477,33
Pépinières, oseraies, bois, forêts, etc	446 130,01
Total	2 063 747,91

Il résulte de ces chiffres que plus d'un million d'hectares est consacré à la culture des grains farineux et des légumineuses, tandis que le tiers est réservé aux racines, aux fourrages artificiels et aux prairies. Les plantes industrielles n'y figurent qu'en proportions relativement faibles. Ces différences tendent à s'effacer de plus en plus, par suite des conditions économiques faites aux cultivateurs. C'est ainsi que la culture des plantes industrielles et des fourrages devient plus considérable.

Subdivision des exploitations.

Les chiffres ci-après indiquent quel était, en 1866, le nombre des exploitations classées d'après leur importance.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

	NOMBRE D'EXPLOITATIONS	
	En exploitation directe.	En location.
De 50 ares et moins.	145 883	166 407
De 51 ares à 2 hectares. . . .	84 046	131 573
De 2 à 5 hectares.	46 021	64 842
De 5 à 20 hectares.	36 051	47 595
De 20 à 40 hectares.	5 330	8 619
De 40 hectares et plus.	3 640	4 004
	320 971	423 046

L'étendue exploitée à titre de propriété et en location se subdivise comme il suit :

A titre de propriété.	1 339 795
En location.	1 323 958
	2 663 753

Ces surfaces étaient occupées en 1866 par :

Propriétaires ou usufruitiers.	320 971
Locataires.	423 036
	744 007

Ainsi sur 100 exploitants, il y a 43 propriétaires et 57 locataires.

Valeur vénale et prix de location des terres.

La valeur vénale des terres s'élevait, en moyenne, en 1856, à 3 171 francs par hectare pour tout le pays. Le recensement de 1866 porte ce chiffre à 4 173 francs, ce qui constitue une augmentation de 1 002 francs ou de 31,59 pour 100 par hectare.

Le prix moyen des baux qui, en 1856, était de 82 francs par hectare s'élevait en 1866 à 108 francs, soit une augmentation de 32 pour 100.

Voici par régions agricoles, d'après la constitution géologique du sol, la valeur vénale et la valeur locative des terres, avec l'indication de l'intérêt du capital et de la densité de la population :

	Valeur vénale moyenne par hectare.	Prix moyen de location.	Intérêt du capital foncier.	Habitants par 100 hectares.
	Fr.	Fr.	Fr.	—
Région limoneuse.	5 540	127	2,29	202
— sablo-limoneuse.	5 524	145	2,62	252
— sablonneuse, zone des Flandres. . . .	5 087	112	2,20	274
— condrusienne, zone du pays de Herve.	4 585	139	3,06	270
— poldérienne.	4 438	125	2,80	109
— sablonneuse, zone de la Campine. . .	4 203	126	3 »	127
— condrusienne proprement dite. . . .	3 233	83	2,56	136
— luxembourgeoise.	1 747	56	3,20	71
— ardennaise.	1 737	55	3,18	39
Moyenne.	4 173	108	2,76	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il ressort des chiffres ci-dessus que les capitaux placés dans l'agriculture rapporteraient en moyenne, en 1866, francs 2,76, sans compter, bien entendu, la plus-value que la culture fait acquérir au domaine agricole et qui doit s'ajouter à l'intérêt.

Produit des principales récoltes, comparé avec les besoins du pays.

La production moyenne de la Belgique est, par année :

Pour les céréales et farines de.	24 997 290	hectolitres.
— les légumineuses de.	714 328	»
— les pommes de terre.	35 650 686	»
Soit en tout. . . .	61 362 304 (1)	»

L'excédant des importations sur les exportations est, en moyenne, par année :

Pour le froment de.	1 597 730	hectolitres.
— le seigle de.	306 199	»
— les autres grains de.	1 392 129	»
— les farines de.	579 745	»
— les pommes de terre.	356 161	»
Total.	4 231 964 (1)	»

En ajoutant ce chiffre à celui de la production, on obtient un total de 65 594 268 hectolitres, qui représente la consommation moyenne et annuelle de la Belgique en céréales, légumineuses et pommes de terre.

Quant à la consommation annuelle en grains comestibles (froment, seigle, méteil et épeautre), elle s'établit de la manière suivante :

Production moyenne par année en froment, seigle, méteil et épeautre.	14 682 733	hectolitres.
A ce chiffre il faut ajouter les importations moyennes des grains ci-dessus et des farines.	2 483 674	»
Total.	17 166 407	»

dont il faut déduire les quantités suivantes :

1° Pour les semences. .	1 357 240	hectol.	
2° Pour les brasseries et les distilleries. . .	849 000	»	
		2 206 240	hectolitres.
Reste.	14 960 167	»	

(1) Ces chiffres sont établis pour une période de 10 années.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dont la valeur en froment équivaut à 14 569 964 hectolitres consommés annuellement pour la nourriture des habitants, ce qui donne par tête 2 hectolitres 95 litres.

Animaux domestiques.

La Belgique comptait, en 1856, 283 163 chevaux, soit 58 chevaux par 1 000 habitants et 15 chevaux par 100 hectares productifs.

La population bovine s'élevait à la même époque à 1 242 445 têtes, ce qui correspond à 465 têtes par 1 000 hectares cultivés.

L'élevage des bêtes bovines est en décroissance par suite de la suppression de la vaine pâture, du morcellement de la propriété et de la dépréciation des laines produites dans le pays.

En 1866, on ne comptait plus en Belgique que 583 485 bêtes ovines, soit 220 têtes par 100 hectares exploités.

La Belgique est un des pays de l'Europe qui élève le plus grand nombre de bêtes porcines ; le chiffre s'élevait à 632 301 en 1866, soit 237 par 1 000 hectares exploités.

MANUFACTURES NATIONALES.

LES TABACS FRANÇAIS A L'EXPOSITION UNIVERSELLE, PAR M. ÉMILE ALGLAVE.

Près de l'entrée du Champ de Mars, à la gauche du visiteur qui vient du pont d'Iéna, un pavillon spécial contenait l'exposition collective de l'Administration des manufactures de l'État qui fabrique les tabacs français.

La destination de ce pavillon était nettement accusée du dehors : les pieds de tabac cultivés autour de la porte d'entrée, et reproduits en pleine floraison sur les panneaux de faïence décorative qui en ornaient les deux côtés, lui constituaient une enseigne vivante et voyante. Simple et légère, comme il convient à son caractère provisoire, la construction, sans affecter la forme d'un chalet, en rappelait le style décoratif par ses panneaux de bois découpé et par ses fenêtres à petits carreaux, sertis dans un encadrement métallique.

I.

A l'intérieur, un large couloir central, régnant dans toute la longueur du pavillon, le séparait en quatre compartiments distincts.

En entrant, à droite, on voyait une grande collection de modèles, à échelle réduite, en général au cinquième, des principaux outils et appareils mécaniques à l'aide desquels s'effectue la fabrication des tabacs, outils dont la plupart ont été inventés ou perfectionnés par les ingénieurs des manufactures de l'État.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le premier qui nous a frappé est un système complet de râpage mécanique à vapeur, emprunté à la manufacture de Châteauroux. Le tabac est jeté en feuilles dans un gueulard placé à l'étage supérieur, et il sort en bas en poudre tamisée et triée, toute prête pour les priseurs; pendant tout le cours de l'opération, il voyage mécaniquement, de droite à gauche ou de haut en bas, dans des conduits rigoureusement fermés qui empêchent l'évaporation de l'arome, l'invasion de la poussière et les altérations de tout genre qu'entraînent fatalement le contact manuel et l'influence de l'air. La manufacture de Châteauroux possède vingt-quatre moulins semblables qui peuvent produire chaque jour, en dix heures de travail, 6 000 kilogrammes de tabac à priser.

L'installation de chacun de ces râpages mécaniques coûte 160 000 francs et il remplace 200 moulins à bras, qui, à 60 francs l'un, ne coûteraient que 12 000 francs. Mais, pour fabriquer un million de kilogrammes de tabac à priser, les 200 moulins à bras exigeaient 125 000 francs de salaires, tandis que le râpage mécanique demande seulement 4 500 francs de main-d'œuvre et 4 800 francs de charbon. En admettant que la machine doive payer son amortissement tout entier en dix ans, on voit que le râpage mécanique coûte 30 000 francs et le râpage à la main 130 000 francs. Grâce à ces ingénieuses machines, construites sur les plans du directeur général, M. Rolland, on fabrique aujourd'hui pour 7 centimes un kilogramme de tabac à priser, conservant tout l'arome que lui enlevaient autrefois en partie les mains des ouvriers.

Au côté gauche de la porte, quelques-uns des appareils fonctionnaient en vraie grandeur. Servis par des ouvrières de la manufacture du quai d'Orsay, ils constituaient un petit atelier qu'actionnait une machine à eau oscillante.

Cet atelier, marchant sous les yeux du public, a obtenu un véritable succès d'enthousiasme : une triple haie de curieux en défendait presque toujours l'abord, se pressant pour voir les machine intelligentes rouler les cigarettes, paqueter le tabac à fumer, et vérifier avec une précision mathématique le poids des paquets confectionnés. L'affluence des visiteurs a fait regretter que ces machines n'aient pas été installées de telle sorte qu'on pût faire le tour du compartiment qui leur était réservé, au lieu d'être réduit à le longer sur une seule face.

Deux équipes confectionnent les paquets de tabac caporal de 40 grammes. Il faut pour cela trois ouvrières : à gauche, l'*enveloppeuse* ou *vigneteuse*, qui, sur deux tiges quadrangulaires servant de moules, ploie le papier brunâtre et y applique la bande blanche imprimée, en le laissant ouvert par un côté; à droite, la *peseuse*, avec une balance romaine, qui jette dans une double palette demi-cylindrique deux pesées de tabac; au milieu, la *paqueteuse*, qui place dans une forme creuse, en les renversant, les deux enveloppes préparées, y laisse glisser le tabac de la double palette, et tire ensuite à elle le balancier de la machine qui les ferme. Tous ces mouvements se succèdent sans interruption, de sorte qu'au bout de la journée la trinité travailleuse a fabriqué jusqu'à 4 000 paquets et souvent plus. Cent kilogrammes de tabac représentent 2 500 paquets pour lesquels on donne 2 fr. 40 à la paqueteuse, 1 fr. 90 à la

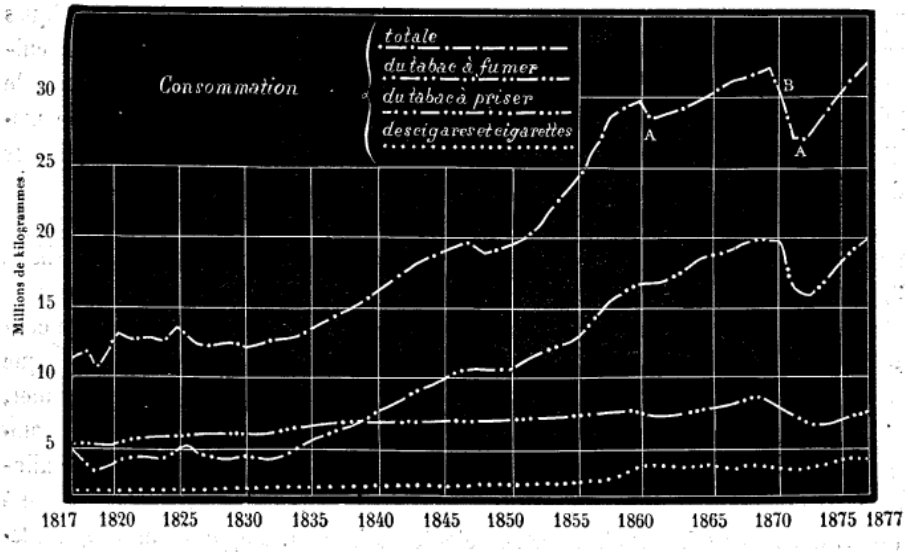
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

peseuse, et autant à l'enveloppeuse. La première peut donc gagner 3 fr. 50 à 4 francs par jour ; mais les deux autres ont de la peine à s'élever jusqu'à 3 francs. Encore faut-il déduire les malfaçons, c'est-à-dire les paquets trop légers ou trop lourds qui ne leur sont pas comptés ; lorsque leur nombre dépasse une certaine proportion, on inflige même une amende aux coupables.

Tout à côté, la vérification se faisait à l'aide d'une machine nouvelle fort curieuse, fondée sur les mêmes principes que le trébuchet employé à la vérification des pièces d'or dans les hôtels des Monnaies. Cette machine ne laisse passer que les paquets compris entre certaines limites d'erreur, soit en moins, soit en plus, et elle rejette automatiquement, d'un côté les paquets trop lourds, de l'autre les paquets trop légers.

TABLEAU I.

Consommation annuelle du tabac en France, de 1817 *à* 1877.



A. — Elévations successives des prix de vente des tabacs fabriqués en 1860 et 1872.
B. — Réduction dans la consommation due à l'invasion et à la perte de l'Alsace-Lorraine, en 1870-1871.

Un peu plus loin on fabriquait à la main des cigarettes du tabac oriental le plus cher, le Giubeck ; l'ouvrière n'a pas d'autre instrument qu'une petite carte fixée par un de ses bords et sur laquelle elle applique le papier de la cigarette pour ne pas le froisser en roulant. Elle s'en tire assez vite pour faire de 850 à 900 cigarettes dans la journée, parfois jusqu'à 1 000. Comme c'est une fabrication de luxe qui doit être très-soignée, elle est payée cher : 4 francs le mille. Les cigarettes ordinaires ne sont payées que 2 fr. 30 le mille et se fabriquent avec l'assistance d'un tout petit appareil, dans lequel une bonne ouvrière peut en rouler 1 000 à 1 200 par jour.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mais la grande curiosité de cette salle, c'étaient les machines fabriquant les cigarettes de toutes pièces sans que l'ouvrière ait autre chose à faire que de régler le glissage du tabac dans une large rainure horizontale qui l'introduit dans la machine. La Régie ne possède encore que vingt-sept machines de ce genre. Elles fournissent 1 000 cigarettes à l'heure, c'est-à-dire autant qu'une ouvrière ordinaire en une journée. La façon n'est plus payée que 40 centimes le mille, au lieu de 2 fr. 30, ce qui n'empêche pas l'ouvrière de gagner davantage. La plus habile est arrivée une fois à en faire 15 000 dans sa journée, ce qui lui a valu 6 francs. Mais la machine est évidemment sujette à des temps d'arrêt ou même à des accidents qui diminuent ces chiffres, fixés d'ailleurs à titre provisoire.

II.

En avançant de quelques pas dans le couloir, on rencontrait deux nouveaux compartiments, symétriques des précédents. Dans l'un, à côté des produits chimiques extraits du tabac, figuraient les appareils qui servent aux études de chimie dont la culture et la fabrication sont l'objet dans le laboratoire de l'école des manufactures de l'État. L'autre contenait la collection des tabacs en feuilles employés comme matières premières dans la fabrication, et celle des produits offerts aux consommateurs dans les débits ordinaires ou les bureaux de vente directe.

Enfin, des documents statistiques, des cartes, des représentations graphiques, qui tapissaient les murs du pavillon, permettaient de mesurer les progrès successifs et l'importance actuelle de la fabrication et de la consommation des tabacs en France.

Le premier de ces tableaux indique, au moyen de courbes, la marche de la consommation annuelle de 1817 à 1877, tant pour l'ensemble des tabacs fabriqués que pour chacune des principales variétés de produits, tabac à priser, tabac à fumer, cigares et cigarettes. On y constate que, dans l'intervalle de soixante ans, la consommation totale annuelle a passé de moins de 12 millions à plus de 32 millions de kilogrammes; celle du tabac à fumer s'est élevée de 4 à 20 millions; celle du tabac à priser, que l'on serait porté à croire en voie de diminution, a éprouvé une augmentation très-sensible (de 5 millions 700 mille kilog. à 7 millions); enfin, celle des cigares et cigarettes, complétement insignifiante à l'origine, atteint aujourd'hui 4 millions de kilogrammes.

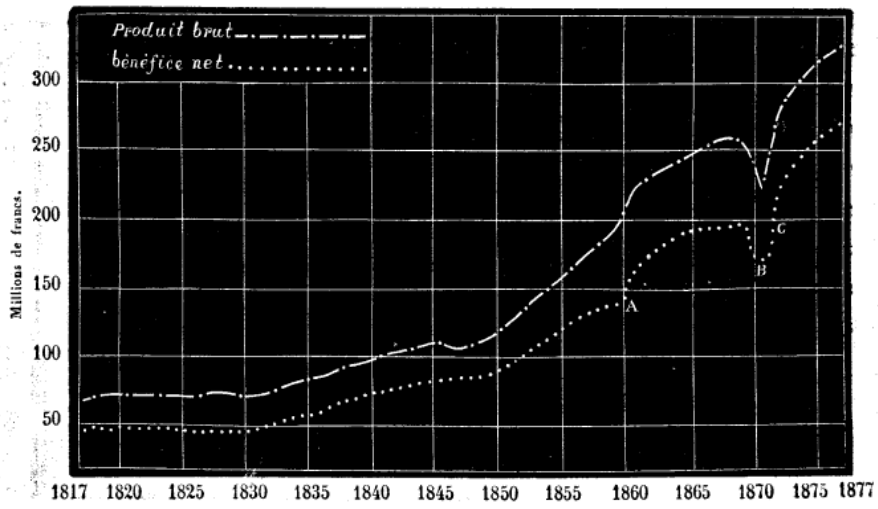
Le progrès de la consommation a été particulièrement rapide pour le tabac à fumer, les cigares et les cigarettes. Il est d'ailleurs loin d'avoir suivi une marche continue : le tableau montre que, très-lent pendant la Restauration et les premières années qui l'ont suivie, il ne s'est accentué qu'à partir de 1833, et surtout à partir de 1850; les quantités annuellement vendues n'ont doublé qu'en 1854 et sont aujourd'hui presque le triple de celles de 1817. Toutefois, la progression a été interrompue à diverses reprises : même en négligeant les troubles apportés à la consommation en 1870-1871,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on constate une diminution temporaire de **1861** à **1864**, une seconde diminution de **1872** à **1875**, année à partir de laquelle la consommation, en tenant compte des modifications apportées au territoire, est redevenue supérieure à celle de **1869**. Ces deux exceptions à la loi générale ont une seule et même cause : l'élévation, à deux reprises différentes, en **1860** et en **1872**, des prix de vente des tabacs fabriqués, élévation qui devait avoir pour effet inévitable de ralentir momentanément la consommation. Du reste, celle-ci n'a pas tardé à reprendre chaque fois son essor, et elle dépasse de nouveau aujourd'hui le chiffre le plus élevé qu'elle avait atteint avant la dernière augmentation des prix. C'est ce que nous avions prévu alors en demandant

TABLEAU II.

Produit brut de l'impôt et bénéfice net de l'état pour chaque année, de 1817 *à* 1877.



A. — Élévations des prix de vente des tabacs fabriqués en 1860.
B. — Guerre, invasion et réduction du territoire en 1870-1871.
C. — Élévation des prix de vente des tabacs fabriqués en 1872.

cette augmentation, nécessaire pour arriver à l'équilibre du budget sans établir de nouveaux impôts funestes à l'industrie, comme on en a déjà trop en France.

Les résultats fiscaux de l'exploitation du monopole des tabacs pendant la même période sont figurés sur un second tableau. Deux courbes indiquent, l'une, la marche du produit brut annuel, passé de 63 millions à près de 330 millions de francs; l'autre, celle du bénéfice net annuel, qui s'est élevé de 39 millions à près de 270 millions (Tableau II).

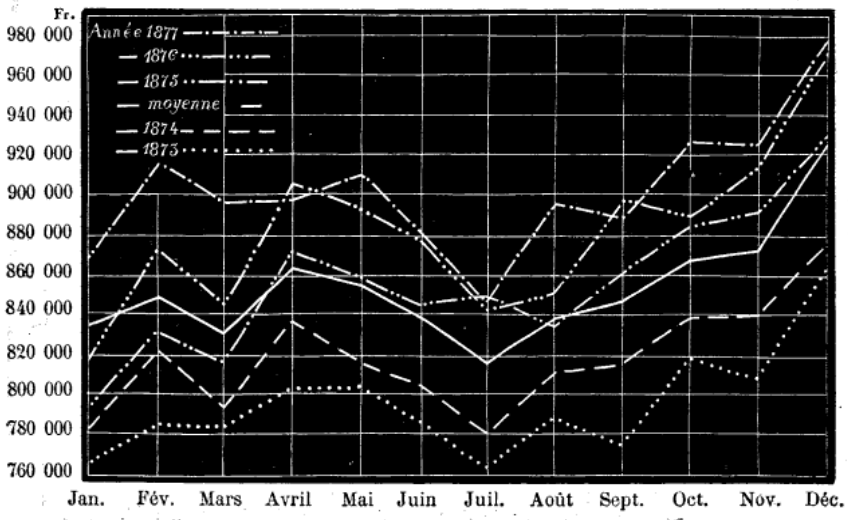
Ces courbes, qui suivent le plus souvent la même loi que celle des quantités vendues, s'en écartent toutes les fois qu'il y a eu élévation des prix de vente; ces éléva-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tions, tout en diminuant les quantités ont accru dans une proportion exceptionnellement rapide le produit brut et le bénéfice net; elles ont donc été favorables aux intérêts du Trésor, qui perçoit aujourd'hui par l'impôt sur le tabac, net de tous frais, près du dixième des ressources du budget annuel de la France. On voit d'ailleurs que, depuis 1817, les recettes brutes ont doublé en 1851, triplé en 1860, quadruplé en 1868, et plus que quintuplé en 1877. Quant au bénéfice net, son accroissement a été plus rapide encore, puisqu'il a doublé en 1844, triplé en 1856, quadruplé en 1861, quintuplé en 1869, sextuplé en 1873, et qu'il est aujourd'hui près de sept fois plus considérable qu'en 1817.

TABLEAU III.

Consommation moyenne journalière, en argent, de chaque mois, pour chacune des années de 1873 à 1877 et pour l'année moyenne.



La comparaison des deux courbes montre enfin que les dépenses se sont accrues dans une proportion bien moins rapide que le bénéfice net. Malgré la dépréciation de l'argent, qui a eu pour conséquences la hausse des salaires et le renchérissement des matières premières, malgré le développement exceptionnel dans ces dernières années de la consommation des cigares et des cigarettes, dont la fabrication est plus coûteuse que celle du tabac en poudre ou du tabac à fumer, le prix de revient moyen du kilogramme fabriqué est inférieur aujourd'hui à ce qu'il etait à l'origine du monopole, grâce aux économies qu'a permis de réaliser l'application d'appareils mécaniques perfectionnés à la plupart des mains-d'œuvre.

D'autres renseignements, également intéressants, sont représentés sous une forme qu'on a cherché à rendre parlante aux yeux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un troisième tableau indique, toujours au moyen de courbes, la consommation moyenne journalière de chaque mois pendant chacune des cinq premières années, et en déduit la variation de la consommation avec les saisons pour l'année moyenne. Ce tableau est fort curieux.

On voit ainsi, ce qu'il eût été assurément difficile de prévoir à l'avance, que le mois de décembre est le plus fort, avec un produit journalier en argent de plus de 920 000 francs, celui de juillet le plus faible avec un produit de moins de 820 000 francs; qu'en outre, il existe un maximum et un minimum secondaires, l'un en mars avec une recette de 830 000 francs, l'autre en avril avec une recette de plus de 860 000 fr.; et qu'enfin cette loi paraît à peu près constante, malgré les écarts de détail qui son inévitables, en raison des circonstances particulières qui peuvent influer d'une année à l'autre sur la consommation.

Dans le même pavillon, on pouvait voir aussi représentés graphiquement les résultats de nombreuses observations entreprises en beaucoup d'endroits sur la végétation du tabac, pour préciser le moment le plus favorable à la récolte ; on y pouvait suivre le développement superficiel de chaque feuille d'un pied de tabac, depuis l'époque de l'écimage (enlèvement du bourgeon terminal pour forcer la séve à nourrir les feuilles conservées), jusqu'à celle de la maturité. Pour chaque journée de la période d'observations, qui s'étend du 27 juillet au 28 août 1877, le tableau indique la température, l'état du ciel, la hauteur de la pluie tombée, la direction et la force du vent. Plus loin, des cartes donnaient la répartition de la production du tabac en Algérie, en distinguant les cultures des Arabes de celles des colons.

Deux cartes de France, placées en face l'une de l'autre, faisaient ressortir, au moyen de teintes conventionnelles plus ou moins foncées, la répartition par département, d'après le chiffre de la population et les quantités de tabacs vendues en 1877, de la consommation individuelle et du taux moyen individuel de l'impôt payé par les consommateurs. La première varie de moins 300 grammes à 1 250 grammes ; la seconde, de moins de 1 fr. 50 à 15 francs. Mais ce serait une erreur de croire que ces variations sont toujours proportionnelles. Ici encore, l'examen comparatif des cartes révèle une situation au premier abord inattendue. Certains départements, tels que le Nord, le Pas-de-Calais, la Meurthe-et-Moselle, etc., occupent les premiers rangs au point de vue de l'importance, en poids, de la consommation, et n'égalent même pas le département moyen au point de vue de l'impôt payé par tête. C'est que leur situation près de la frontière de pays dans lesquels la fabrication et la vente des tabacs sont libres, donne à leurs habitants le privilége d'acheter des tabacs à prix réduits, que la régie fabrique et vend pour lutter plus efficacement contre les importations frauduleuses.

III.

Les noms des vingt-neuf magasins, ceux des dix-neuf manufactures des tabacs, étaient

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

inscrits sur des tableaux, donnant en outre, pour chaque manufacture, le nombre des ouvriers et ouvrières, ainsi que l'importance annuelle de la fabrication. Ce dernier tableau, que nous reproduisons, montre que, en moyenne, chaque manufacture fabrique plus de 1 500 000 kilog. et emploie plus de 1 000 ouvriers, la plupart du sexe féminin; la confection des cigares et des cigarettes, qui occupe la plus grande partie de ce personnel, exige surtout de l'adresse et de l'agilité, aptitudes essentiellement féminines.

Manufactures des tabacs.

ÉTABLISSEMENTS.	DÉPARTEMENTS.	NOMBRE D'OUVRIERS. Hommes.	Femmes.	TOTAL.	PRODUCTION ANNUELLE en kilogr.
Bordeaux	Gironde	95	1 548	1 643	1 530 000
Châteauroux	Indre	96	1 590	1 686	2 748 000
Dieppe	Seine-Inférieure	72	1 239	1 311	1 272 000
Le Havre	Seine-Inférieure	75	566	641	1 751 000
Lille	Nord	176	1 034	1 210	6 329 000
Lyon	Rhône	152	725	877	2 711 000
Marseille	Bouches-du-Rhône	116	1 356	1 472	1 583 000
Morlaix	Finistère	125	1 641	1 766	2 724 000
Nancy	Meurthe-et-Moselle	74	941	1 015	1 751 000
Nantes	Loire-Inférieure	109	1 679	1 788	2 414 000
Nice	Alpes-Maritimes	22	776	798	167 000
Paris (G. C.)	Seine	263	1 912	2 175	5 652 000
Paris (Reuilly)	Seine	25	917	942	123 000
Tonneins	Lot-et-Garonne	95	1 159	1 254	1 374 000
Toulouse	Haute-Garonne	106	1 772	1 878	2 653 000
TOTAUX		1 601	18 855	20 456	34 782 000
ÉTABLISSEMENTS EN FORMATION.					
Dijon	Côte-d'Or	6	222	228	49 000
Le Mans	Sarthe	15	557	572	89 000
Pantin	Seine	12	552	564	81 000
Riom	Puy-de-Dôme	25	583	608	119 000
TOTAUX		58	1 914	1 972	338 000
TOTAUX GÉNÉRAUX		1 659	20 769	22 428	35 120 000

Les manufactures de Nice et de Paris (Reuilly) ne font que des cigares, de même que les établissements en formation.

On a enfin résumé, toujours sous la même forme de tableaux statistiques, les résultats les plus récents des principales institutions établies en faveur du personnel ouvrier : participation de ce personnel à la caisse des retraites pour la vieillesse, écoles ouvertes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans les manufactures, tant pour les enfants que pour les adultes. Voici deux tableaux qui indiquent la situation des écoles d'enfants et d'adultes :

Écoles pour les enfants au-dessous de quinze ans (1).

Durée du cours. . . . . 4 heures.

Manufactures.	Nombre d'élèves.
Dieppe.	51
Le Havre.	17
Lille.	103
Nancy.	42
Nantes.	91
Nice.	32
Paris (Gros-Caillou).	32
Tonneins.	32
Total.	400

Les autres manufactures n'emploient pas d'enfants au-dessous de quinze ans.

Écoles du soir. — Cours du soir.

Durée du cours. . . . . 1 heure.

Manufactures.	Nombre d'élèves.
Bordeaux.	147
Châteauroux.	166
Dieppe.	137
Le Hâvre.	186
Lille.	163
Marseille.	106
Morlaix.	602
Nancy.	121
Nantes.	193
Nice.	106
Paris (Gros-Caillou).	156
Paris (Reuilly).	37
Riom.	132
Tonneins.	172
Toulouse.	672
Total.	3 096

(1) M. le directeur général Rolland veille, avec une sollicitude des plus louables, à l'exécution de la loi du 19 mai 1874 dans tous les établissements placés sous sa haute direction. (R.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le manque absolu de local disponible a rendu impossible l'ouverture d'une école à la manufacture de Lyon. Les ouvriers illettrés des deux sexes suivent des cours du soir dans les écoles publiques.

Enfin, un autre tableau, que nous reproduisons également ici (Tableau IV), permet

TABLEAU IV.

Versements effectués par les préposés et ouvriers des manufactures de l'État à la caisse des retraites pour la vieillesse.

		1876.	1877.	DIFFÉRENCE POUR LA DERNIÈRE ANNÉE. En plus.	En moins.
Nombre des agents des manufactures de l'État au nom desquels des versements ont été effectués dans l'année.		17 740	18 267	527	»
Versements annuels effectués.		450 857f »	488 714f »	37 857f »	»
Moyenne par agent.		25f36	26f75	1f39	»
Montant des gages et salaires.		12 006 589f »	13 083 401f65	1 076 812f65	»
Retenues opérées sur les gages et salaires.		461 227f90	496 805f61	35 577f71	»
Taux pour 100 des retenues.		3f84	3f78	»	0f06
Nombre total de livrets délivrés depuis 1862.		30 712	32 515	1 803	»
Montant total des versements inscrits sur ces livrets.		4 947 129f »	5 435 999f »	488 870f »	»
Nombre de livrets restant au 5 mars.		17 405	18 038	633	»
Montant total des versements inscrits sur ces livrets.		3 659 981f »	3 907 189f »	247 208f »	»
Versement total moyen par livret.		210f28	216f60	6f32	»
Nombre d'agents dont les pensions ont été liquidées.	la dernière année.	52	81	29	»
	depuis 1862.	535	616	81	»
Montant des pensions liquidées.	la dernière année.	(1) 3 287f »	4 903f »	1 616f »	»
	depuis 1862.	(1) 18 549f »	(1) 23 452f »	4 903f »	»
Taux moyen individuel des pensions liquidées.	la dernière année.	55f21	60f53	5f32	»
	depuis 1862.	33f89	37f45	3f56	»

(1) Y compris une pension de 416 francs, provenant d'un versement volontaire et que l'on n'a pas fait entrer en ligne de compte dans le calcul des taux moyens individuels.

de suivre le mouvement de l'épargne dans la population ouvrière des manufactures de tabacs.

On voit que plus de 18 000 ouvriers et ouvrières des tabacs versent à la caisse des retraites pour la vieillesse; que ces versements, inaugurés en 1862, payés en réalité par l'Administration qui a augmenté les salaires en conséquence, atteignent 500 000 fr. par an. Ils procureront dans l'avenir aux déposants, après trente ans de service, une retraite égale aux deux tiers environ de leur salaire. Quant aux écoles des manufactures, elles comprennent 400 élèves de demi-temps ayant moins de quinze ans, et plus de 3 000 élèves adultes suivant les cours, pendant une heure, après leur travail quotidien.

Il eût été intéressant de mettre également en évidence les résultats des mesures

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

prises par l'Administration pour assurer l'hygiène et la sécurité des ouvriers pendant leur travail, pour favoriser le développement de sociétés de secours mutuels, pour fonder des bibliothèques, des crèches, des salles d'asile, etc., résultat qu'on est réduit à chercher dans le gros volume de la dernière enquête parlementaire sur l'exploitation du monopole des tabacs.

Cette lacune n'est pas, d'ailleurs, la seule que nous ayons à signaler. L'Administration a eu, évidemment, pour but d'initier les visiteurs aux principales questions que soulève la vaste exploitation industrielle dont la gestion lui est confiée. Cartes, courbes, tableaux statistiques, collections de matières premières, de produits fabriqués, d'appareils de laboratoire, de modèles des machines employées dans ses ateliers, et même de machines en fonctionnement normal, elle a multiplié l'exhibition de tout ce qu'elle a jugé de nature à intéresser le public, et, cependant, cette exhibition eût été très-utilement complétée en quelques points. On y eût vu, avec intérêt, les plans de quelques-unes des manufactures les plus récemment construites et ceux des principaux appareils mécaniques employés dans la fabrication. Pour ceux-ci, les modèles exposés ne permettaient pas toujours de se rendre suffisamment compte de leurs organes intérieurs et des conditions de leur marche.

Quant aux manufactures de tabacs, il eût été de l'intérêt et en quelque sorte du devoir de l'Administration de montrer que les grandes usines construites par ses ingénieurs ne ressemblent pas du tout à l'assemblage incohérent des bâtiments qui fait de la manufacture du quai d'Orsay le plus arriéré et le plus mal agencé de ses congénères. Si la place manquait sur les murs, rien n'empêchait d'exposer ces plans dans des vitrines mobiles tournantes, analogues à celle qui contient un herbier des principales variétés de tabacs en feuilles.

IV.

Matières premières et produits, tabacs en feuilles et tabacs fabriqués, placés dans des vitrines, permettaient de comparer le point de départ et le point d'arrivée des diverses fabrications. Pour les matières premières, le monde entier est mis à contribution : à côté des feuilles de France et d'Algérie, étaient exposées celles de la Havane, de Sumatra, de Java, du Brésil, qui serviront à fabriquer les cigares exotiques ; celles des États-Unis, Virginie, Kentucky, Ohio, Maryland ; celles de l'Inde, de la Hongrie et du Levant. Toutes les qualités y étaient représentées, depuis les feuilles communes de l'Inde, achetées pour le tabac de troupe et ne valant pas plus de 50 francs les 100 kilog., jusqu'aux crus tout à fait exceptionnels de Giubeck dans le Levant, et de la Vuelta Abajo dans l'île de Cuba, dont la valeur est cinquante fois plus considérable, — c'est le château-Yquem à côté de la piquette de Suresnes. Chaque espèce sera employée dans les fabrications suivant sa nature ; les crus doux, légers, combustibles et aromatiques entreront dans la composition des tabacs à fumer ; ceux qui sont forts, gras,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

corsés et riches en nicotine seront réservés pour le tabac à priser ou à mâcher.

En France, la culture du tabac est autorisée, soit à titre définitif, soit à titre d'essai, dans dix-neuf départements. Les uns, tels que le Nord, le Lot, l'Ille-et-Vilaine, produisent des feuilles destinées au tabac à priser; les autres, tels que le Pas-de-Calais, la Meurthe-et-Moselle, la Dordogne, l'Isère, la Savoie, etc., cultivent spécialement en vue de la fabrication des tabacs à fumer et des cigares. Sur les spécimens des produits de chacune de ces cultures locales étaient placées des étiquettes indiquant, pour 1877, le nombre des planteurs du département, celui des hectares plantés en tabacs, et le produit en kilogrammes de la récolte. On pouvait constater ainsi que les centres principaux de culture sont le Lot-et-Garonne, la Dordogne, le Lot, le Pas-de-Calais, le Nord, l'Ille-et-Vilaine et la Gironde.

En comprenant l'Algérie, qui est française, les tabacs indigènes achetés par l'État en 1877 montent à 15 000 000 de kilogrammes, cultivés par 35 000 planteurs, sur une étendue de 14 000 hectares, et qui ont été payés environ 12 000 000 de francs. Les achats que l'Administration fait au commerce, de tabacs en feuilles exotiques nécessaires à ses fabrications et de cigares de la Havane ou de Manille, montent à une somme encore plus élevée.

Cette collection de matières premières était complétée par quelques spécimens des différents modes d'emballage employés pour les tabacs en feuilles : balles de tabacs de France, boucauts de Virginie et de Maryland, surons de Java, tercios de la Havane, etc.

Quant à la variété des produits mis sous les yeux du public et sollicitant le consommateur sous les formes les plus diverses, ce serait entreprendre une tâche impossible que d'essayer de la décrire ou seulement de la dénombrer : cigares de toutes les qualités, de toutes les formes et de tous les prix, depuis le vulgaire cinq centimes jusqu'au cigare exceptionnel de la Havane qu'on paie 1 fr. 50 dans les bureaux de vente directe; cigarettes de toute provenance et de tout module, en Giubeck, en Levant, en caporal supérieur ou ordinaire, jockeys, élégantes, russes, hongroises, etc.; tabacs à fumer parcourant tous les degrés de l'échelle des qualités et des prix, depuis le Giubeck à 45 francs jusqu'au tabac de troupe à 1 fr. 50 le kilog.; rôles, carottes, tabac en poudre de toute nuance, jaune, rouge, noir, Espagne, Portugal, Amersfort, Virginie; tabacs en paquets, en boîtes, en flacons; il y en avait pour tous les goûts et à la portée de toutes les bourses.

Et pourtant, ce serait une erreur de croire que cette variété, en quelque sorte infinie, contribue pour une forte part au développement de la consommation. Celle-ci est presque insignifiante en dehors des produits de vente courante. Mais l'Administration a le devoir, en raison même du monopole dont elle jouit, de satisfaire les goûts et les préférences de tout consommateur, ce qui l'oblige à s'approvisionner de toute variété de tabac fabriqué trouvant des acheteurs, quelque faible qu'en soit le nombre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

V.

On était de prime abord étonné de voir le quart de l'exposition des manufactures de l'État consacré à des produits chimiques et à des appareils de laboratoire. Un peu de réflexion faisait cesser cet étonnement. Toute industrie relève, à des degrés divers, de la chimie et de la mécanique ; le rôle de la chimie y devient considérable quand elle met en œuvre une matière organique, comme le tabac, dont la composition varie pendant la série des manutentions. Les études, poursuivies depuis bientôt trente ans au laboratoire de l'École des manufactures de l'État par son savant directeur M. Schlœsing, à l'aide de méthodes d'analyse et d'appareils qui lui sont propres, devaient donc produire et ont produit, en effet, des résultats très-utiles pour la culture et la fabrication des diverses espèces de tabac.

Comme plante, le tabac possède une composition chimique éminemment complexe : outre une base particulière, la nicotine, qui constitue sa force, et une ou plusieurs huiles essentielles mal définies, qui constituent son arome, on en extrait des acides malique, citrique, pectique, acétique, des résines, du ligneux, de l'acide nitrique, du chlore, de la chaux, de la potasse, de l'ammoniaque, etc.

Mais il faut savoir que les tabacs de divers crus, ou plantés dans des sols différents, sont loin d'avoir la même composition : leur richesse en nicotine peut varier d'un et demi à neuf pour cent ; leurs cendres peuvent contenir de zéro à quatre pour cent de carbonate de potasse. Or, un tabac n'est plus fumable, par suite de sa force exagérée, quand il renferme plus de trois pour cent de nicotine ; il est incombustible quand ses cendres ne contiennent pas ou ne contiennent que trop peu de carbonate de potasse. Les qualités essentielles d'un tabac à fumer sont donc, indépendamment de l'arome, d'être pauvre en nicotine et riche en carbonate de potasse. Au contraire, la présence du carbonate de potasse est sans importance pour le tabac à priser, tandis qu'il doit être riche en nicotine, destinée, comme les autres principes azotés, à se transformer partiellement, pendant les fermentations, en ammoniaque qui donne le montant recherché des priseurs.

Il faut donc varier les procédés de culture, modifier par des engrais ou des amendements appropriés la composition chimique du sol, suivant la destination que devra recevoir la récolte du tabac entre les mains du fabricant.

On ne s'est pas contenté de mettre en lumière la composition du tabac; ses principes immédiats organiques ont été isolés, préparés à l'état de pureté et dosés, au moyen d'appareils d'épuisement par l'éther, l'alcool, etc. ; le chlore, l'acide carbonique, l'acide nitrique, la potasse, l'ammoniaque, ont été également dosés. La proportion des cendres a été déterminée exactement dans les tabacs des différentes provenances ; on a démontré par l'expérience que le carbonate de potasse contenu dans les cendres mesure la combustibilité du tabac, comme la nicotine des feuilles en mesure la force ; on a fait ainsi ressortir l'importance, au point de vue industriel, du dosage de ces deux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

éléments, et l'on a imaginé pour ces dosages des méthodes simples et pratiques qui permettent de les confier à des personnes non familiarisées avec les manipulations chimiques. Un fumeur automatique, permettant de faire passer, à des intervalles réguliers, un courant d'air intermittent à travers un cigare, a été imaginé et sert à vérifier pratiquement le degré de combustibilité des feuilles entrant dans la composition du cigare.

Des recherches non moins utiles ont été poursuivies sur la fabrication proprement dite. Le tabac à priser, lorsqu'il est livré à la consommation, possède une odeur ammoniacale, indice d'une réaction alcaline. Les matières qui le constituent étaient acides au moment de leur mise en fabrication; leur composition chimique éprouve donc d'importantes modifications dans l'intervalle. Sous l'influence d'une double fermentation, d'abord en masses, puis en cases, prolongée pendant près de deux ans, des sels organiques se décomposent, des principes volatils se dégagent, la réaction acide perd de son intensité, disparaît et finit par devenir alcaline. Ces différentes phases de la fermentation ont été étudiées avec soin, les modifications chimiques qu'elles font éprouver au tabac ont été déterminées, les gaz qui se produisent ont été recueillis et analysés au moyen de l'eudiomètre qui figurait à l'Exposition avec ses accessoires, cuve à mercure, appareil de Bunsen pour produire l'hydrogène pur, le gaz tonnant, etc. Le fabricant a été doté ainsi du moyen de régler à volonté et d'arrêter au moment voulu la marche des fermentations successives du tabac.

Depuis longtemps, on lavait les feuilles pour cigares à cinq centimes afin de diminuer leur force, d'uniformiser le goût du mélange, et d'augmenter la combustibilité. Effectué d'abord à l'eau pure, puis dans des jus étendus qui provenaient d'opérations précédentes, ce lavage avait donné à la consommation des cigares un essor exceptionnellement rapide (de 1854 à 1856, elle avait augmenté de 75 pour 100 dans le court espace de trois ans); mais, comme tout procédé empirique, il ne donnait pas des résultats constants : les tabacs lavés, tantôt restaient trop forts ou trop peu combustibles, tantôt perdaient presque tout leur arome; d'un autre côté, les jus, qui contenaient beaucoup de matières utilisables, étaient presque complétement perdus. Ces inconvénients ont aujourd'hui disparu.

A la suite d'une longue série d'expériences entreprises au laboratoire de l'École des tabacs, l'ancienne méthode a été remplacée par un procédé d'épuisement méthodique que l'opérateur peut arrêter au moment convenable, procédé consistant essentiellement à faire suivre aux tabacs et aux jus des marches inverses dans les cuves où ils se trouvent en contact. Comme conclusion de ces expériences, il fut démontré que les conditions à réaliser, pour que les résultats de chaque opération soient toujours identiques, pouvaient être obtenues sans difficulté dans une installation industrielle; qu'on pouvait ainsi, en produisant dix fois moins de jus que dans l'ancien procédé, ce qui facilitait son utilisation dans les autres fabrications, améliorer la qualité des cigares, rendus plus aromatiques sans être plus forts.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Comme il était facile de le prévoir, les recherches entreprises sur la culture du tabac ont conduit à des résultats d'un intérêt général pour l'agriculture. L'étude des sols a eu pour conséquence l'invention d'un procédé d'analyse mécanique et de nombreuses recherches sur la constitution des argiles, sur la coagulation des limons, sur la combustion de la matière humique, sur la nitrification par les ferments organisés. Pour compléter cette étude, les dissolutions contenues dans les sols ont dû être recueillies au moyen d'appareils de déplacement; d'autres appareils ont été combinés pour évaporer rapidement dans le vide les dissolutions contenant des principes organiques. L'atmosphère elle-même a dû être étudiée dans ses rapports avec la végétation. De là, toute une série de recherches sur l'assimilation de l'ammoniaque de l'air par le tabac, sur le dosage de l'ammoniaque de l'air, sur la question de l'absorption directe de l'azote par les plantes, sur le partage de l'ammoniaque entre l'air, les eaux terrestres et les sols, sur la circulation de l'ammoniaque à la surface du globe et sur d'autres sujets.

La série des appareils imaginés en vue de ces recherches constituait, avec celle des principes immédiats extraits du tabac, l'exposition du laboratoire des manufactures de l'État. On y avait joint quelques autres appareils, imaginés également à l'Ecole et permettant de résoudre expérimentalement plusieurs problèmes de chimie industrielle ; procédé de dosage commercial des nitrates; chalumeau à gaz d'éclairage; fourneau en magnésie; procédés de dosage de l'acide phosphorique, du soufre, de la silice, contenus dans les fers, fontes et aciers.

En raison de son caractère exclusivement scientifique, l'exposition du laboratoire des manufactures de l'Etat ne pouvait être appréciée à sa juste valeur que par un public très-restreint. On a cherché à en rendre l'intérêt pratique sensible pour la grande masse des visiteurs, en y faisant figurer, dans des tableaux, quelques-uns des résultats obtenus, tels que la proportion des principes organiques et de la nicotine contenus dans divers crus de tabacs en feuilles et diverses variétés de tabacs fabriqués. Voici plusieurs de ces tableaux :

Composition moyenne du tabac en feuilles.

Principes organiques.

Nicotine.	de	1,5	à	9	pour 100
Acides malique et citrique anhydres.		10	à	14	—
Acide oxalique.		1	à	2	—
Acide pectique.		5			—
Cellulose.		7	à	8	—
Corps résineux.		4	à	6	—
Matières azotées.		25			—

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Composition du tabac à priser.

Principes organiques.

Humidité	33	pour 100
Nicotine	2,5	—
Ammoniaque	0,5	—
Acide acétique	2,5	—
Acide oxalique	2	—
Acide malique et acide citrique	6	—
Résines et graisses	5	—
Ligneux	8	—

Taux de nicotine dans les produits fabriqués.

Tabac à fumer	de 1,8 à 2,5	pour 100
Cigares à 0 fr. 05	1,5 à 1,8	—
Cigares de la Havane	1,8 à 2,5	—
Tabac à priser	2 à 3	—

VI.

C'est peut-être à l'outillage mécanique des manufactures des tabacs que les perfectionnements les plus importants ont été apportés. On peut dire, sans exagération, que cet outillage a été entièrement transformé dans les trente dernières années. Le directeur général actuel, M. Rolland, a inauguré cette transformation et y a présidé personnellement pendant quinze années consécutives, en qualité d'ingénieur en chef chargé du service des constructions et des machines. Son exemple a été suivi par les collaborateurs qu'il avait formés, soit comme ingénieur en chef, soit comme professeur de mécanique appliquée à l'École des manufactures de l'État.

Il y avait ici une situation particulière. En raison même du monopole, les outils spéciaux à la fabrication des tabacs peuvent difficilement être étudiés, perfectionnés ou inventés par des mécaniciens ou des constructeurs du dehors. Aussi, de tous ceux qui figuraient, soit à échelle réduite, soit en vraie grandeur, à l'exposition collective de l'Administration, n'y en a-t-il qu'un seul, la machine à confectionner les cigarettes, qui soit dû entièrement à l'industrie privée. Cette machine, que le public pouvait voir tous les jours recevant, d'une part, le tabac haché, de l'autre une bande de papier pour cigarettes, coupant le tabac et le papier, enroulant ce dernier autour du tabac, le fermant à la longueur voulue, et ramenant la cigarette confectionnée dans une boîte qui se remplit automatiquement, est le résumé des perfectionnements successifs apportés à la fabrication mécanique des cigarettes depuis 1851, époque où le premier essai d'appareil a figuré à l'Exposition universelle de Londres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La consommation des cigarettes vendue par la Régie est restée insignifiante en France jusqu'en 1872; c'est donc hors de France qu'a dû tout naturellement se poursuivre l'étude des conditions à réaliser par un outil destiné à les confectionner mécaniquement. D'autre part, cet appareil étant breveté, les derniers perfectionnements dont il a été l'objet en France même, et qui ont permis de l'adopter dans la pratique, ont dû être étudiés et réalisés en dehors de l'Administration, jusqu'à l'époque toute récente où elle en a fait l'acquisition.

Actuellement, la machine confectionne 10 000 cigarettes par jour, et fait le même travail que dix ouvrières roulant les cigarettes à la main. Une mécanicienne et une aide suffisent à la desservir; l'économie résultant de son emploi est donc très-importante, comme nous l'avons dit tout à l'heure, même si l'on tient compte du prix d'achat et des frais d'entretien de l'appareil.

A côté des cigaretteuses, d'autres ouvrières, travaillant comme elles sous les yeux des visiteurs, desservaient des outils mécaniques paquetant le tabac à fumer et vérifiant le poids des paquets, outils que nous avons signalés déjà en entrant.

Le paquetage proprement dit exige le concours de trois ouvrières : l'une pèse le tabac, l'autre met en forme le papier d'enveloppe et colle la vignette, la troisième conduit la machine à paqueter. Le tabac est refoulé dans le paquet jusqu'à la dimension voulue à l'aide de la pression de l'eau, subtituée à l'effort qu'avait à exercer directement l'ouvrière. On a ainsi rendu facile pour des femmes un travail qui était pénible pour elles, et qui aurait été plus coûteux s'il avait été confié à des hommes.

La vérification du poids des paquets s'effectue automatiquement et avec une précision infaillible, par un appareil remarquablement ingénieux dont l'invention est toute récente. L'ouvrière n'a qu'à aligner les paquets dans une rigole, sur une courroie mobile; le mouvement de la courroie les entraîne un à un; une fourchette les reçoit et les dépose, horizontalement et sans force, sur le plateau d'une balance. Celle-ci trie les paquets en trois catégories : ceux qui ont le poids réglementaire, ceux qui sont trop légers, ceux qui sont trop lourds. Chaque catégorie suit un trajet différent et est reçue dans un panier spécial. On élimine ainsi tous les paquets qui ne sont pas compris entre les limites de poids réglées une fois pour toutes, condition essentielle pour que l'acheteur soit assuré que tout paquet contient son poids nominal, à moins de s'être desséché depuis sa confection, et pour que le fabricant lui-même ne coure pas le risque de livrer à la vente des paquets contenant une quantité de tabac exagérée.

Les paquets trop légers étant méthodiquement séparés des paquets trop lourds, on est renseigné sur le défaut prédominant de l'ouvrière peseuse dont la machine contrôle le travail, et l'on est en mesure de lui indiquer contre quelle tendance elle doit s'efforcer de lutter. On peut d'ailleurs contrôler la marche de la machine en y faisant passer de nouveau, après les avoir distingués par des marques spéciales, des paquets déjà triés par elle en bons, lourds ou légers; chaque série se retrouve, sans exception, après ce nouveau passage, dans le compartiment qui lui est affecté. Avec cet appareil,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dont l'emploi sera prochainement généralisé, une ouvrière vérifie par jour le poids de 12,000 paquets de 40 grammes.

Il n'était possible d'exposer en vraie grandeur et de faire marcher sous les yeux du public qu'un petit nombre d'outils mécaniques, choisis parmi ceux qui exigent une faible force et un emplacement peu considérable. Les autres étaient représentés à l'Exposition par une collection à peu près complète de leurs modèles, au tiers ou au cinquième, collection qui fait partie du matériel de l'École des manufactures de l'Etat et sert d'appareils de démonstration pour le cours de machines professé aux élèves.

Exécutés avec une grande précision dans les manufactures de tabacs elles-mêmes, de manière à pouvoir au besoin être mis en mouvement, ces modèles portaient des plaques en cuivre indiquant, pour chacun d'eux, l'établissement dans lequel il a été construit, l'usage et le rendement par heure de l'outil qu'il représente, avec le nom de l'ingénieur qui l'a inventé ou perfectionné. On y avait joint, en vraie grandeur, quelques pièces détachées, couteaux de hachoirs, porte-lames, robinets, etc., et quelques appareils destinés à des expériences, tels qu'un manomètre différentiel pour la mesure des faibles variations de pression et un appareil pour l'étude des tensions des courroies dans les transmissions de machines motrices.

Parmi les modèles exposés, une partie se rapportait à des machines d'un usage général dans l'industrie, et appropriées, moyennant des modifications plus ou moins importantes, à leur destination spéciale dans la fabrication des tabacs. C'est ainsi qu'on y remarquait différents systèmes de presses hydrauliques avec leurs accessoires, l'un pour l'emballage des tabacs en feuilles, l'autre pour la pression des carottes ; une essoreuse servant, comme dans les blanchisseries, à enlever la majeure partie de l'eau que conservent les feuilles sortant des cuves de lavage ; un tire-sac double avec frein, d'un système particulier, imaginé pour les manufactures des tabacs ; un laminoir, destiné à aplatir les côtes qui entrent dans la composition des tabacs de cantine : ces côtes, ainsi transformées en lanières, sont ensuite mélangées au hachage avec les feuilles, et l'aspect du produit se trouve notablement amélioré.

VII.

Le reste des modèles représentait des outils spéciaux à la fabrication des tabacs ; leur série permettait, en quelque sorte, de passer en revue l'ordre successif des manutentions.

Commençons donc par les feuilles brutes. Pour les trier suivant leur destination définitive, pour les hacher sans les réduire en débris, il faut les assouplir en les mouillant. Cette opération s'exécute aujourd'hui à l'aide d'un mouilleur mécanique : le tabac, introduit dans un cylindre horizontal en mouvement et retourné par des hélices intérieures au cylindre, reçoit une quantité d'eau proportionnée à son poids, versée en gouttelettes et injectée à l'aide d'une pompe dont le débit peut varier à volonté ; la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mouillade est moins coûteuse, plus rapide, plus régulière, et produit moins de débris que lorsqu'elle était faite à la main. Un mouillenr mécanique peut ajouter, par heure, 15 pour 100 d'eau à 1 000 kilog. de tabac en feuilles.

En quittant la mouillade, le tabac pour poudre est haché grossièrement, fermente en masses pendant cinq à six mois, est râpé, puis mouillé de nouveau avant de subir une seconde fermentation de près d'un an dans des cases en bois hermétiquement closes, et enfin tamisé avant son emballage. Hachage, râpage, tamisage et emballage s'effectuent mécaniquement,

Le hachoir pour poudre n'a reçu dans ces derniers temps que des perfectionnement de détail ; cet outil répond bien à sa destination et hache 800 kilog, par heure. Mais le râpage mécanique a été complétement transformé, et est devenu une main-d'œuvre entièrement automatique.

Ainsi qu'on pouvait le voir sur le modèle que nous avons signalé déjà, dans la salle de droite en entrant, les ouvriers de l'atelier n'ont plus autre chose à faire qu'à verser le tabac sortant des masses, et à emporter les sacs pleins de tabac râpé : distribuée par des vis sans fin aux moulins et de ceux-ci à une noria qui la jette par une planche battante sur un tamis à double fond, la matière se sépare au tamisage en deux parties : celle qui a traversé les mailles et est râpée au grain voulu est reçue dans un sac et emportée aux cases ; celle qui n'a pas pu les traverser tombe dans le double fond du tamis, est ramenée par une seconde noria à la vis supérieure qui la renvoie aux moulins, et ainsi de suite indéfiniment.

Pendant toute cette longue circulation, le tabac est maintenu à l'abri du contact de l'air et conserve tous ses principes aromatiques ; le râpé le plus fin ne se répand plus, comme par le passé, à l'état de poussière dans l'atelier ; on supprime ainsi une cause de déchet pour les matières, d'insalubrité pour les ouvriers. Quant aux résultats économiques, l'outillage actuel a permis de réduire les frais de main-d'œuvre du râpage à 50 centimes par 100 kilog. ; avec les anciens moulins à bras, ces frais s'élevaient de 12 à 15 francs. En tenant compte de la différence du prix de revient de premier établissement, l'économie annuelle dépasse 600 000 francs pour le râpage de la quantité totale de tabac à priser consommée en France.

Lorsqu'après mouillade et tamisage, le râpé a accompli sa seconde fermentation en cases, et qu'il est jugé en état d'être livré à la consommation, il est de nouveau tamisé et emballé mécaniquement. Les tonneaux qui le reçoivent tombant du tamis se meuvent sur une plaque tournante, tandis qu'un pilon, mobile verticalement, comprime successivement tous les points de leur surface. L'état pulvérulent de la matière rendrait impossible, pour cette opération, l'emploi d'une presse hydraulique. Toutes les couches sont ainsi très-régulièrement comprimées ; le travail est abrégé et s'exécute sans fatigue pour les ouvriers ; un appareil permettant l'emballage simultané dans deux tonneaux produit 1 200 kilog. par heure.

Si nous passons à la fabrication du tabac à fumer, nous retrouvons une série de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

modèles d'appareils tout aussi intéressants. Quoique, dans cette fabrication, on évite la fermentation de la matière avec le même soin qu'on la provoque dans celle du tabac à priser, on n'en est pas moins forcé de mouiller les feuilles avant de les hacher, sans quoi leur coupe serait irrégulière et produirait une proportion considérable de débris ; mais l'excès d'humidité, uniquement destiné à régulariser et faciliter le hachage, doit être enlevé aussitôt après cette opération : à la sortie des hachoirs de fin, le tabac passe donc dans les torréfacteurs, puis dans les séchoirs mécaniques.

Dans les hachoirs, le tabac, entraîné et comprimé entre deux toiles sans fin, dont l'avance est réglée suivant la finesse de la coupe qu'on veut obtenir, est coupé par un couteau à guillotine. Ces appareils, en usage depuis longtemps, ont reçu de nombreux perfectionnements qui ont rendu la coupe plus régulière, les frais d'achat et d'entretien moins considérables.

La torréfaction s'est faite d'abord sur des plaques chauffées à feu nu, plus tard sur des tables dans l'intérieur desquelles circulait un courant de vapeur. Le second système avait sur le premier l'avantage de ne pas griller le tabac ; mais le travail restait irrégulier, coûteux, et s'effectuait dans de déplorables conditions hygiéniques : penchés sur des plaques fortement chauffées, les ouvriers étaient plongés dans une atmosphère chargée de vapeurs nicotineuses, dont un violent courant d'air établi dans l'atelier ne les préservait que bien imparfaitement.

Aujourd'hui, le torréfacteur mécanique a supprimé tous ces inconvénients. Le tabac haché entre dans un cylindre tournant, analogue à celui qui mouille les feuilles ; il y est remué sur des hélices de l'entrée à la sortie et desséché par un courant d'air chaud, pénétrant dans le cylindre à la faveur d'une double enveloppe. Cet air est chauffé par un fourneau à coke dont la maçonnerie supporte en même temps le torréfacteur, et dont le tirage détermine le mouvement de l'air à travers le cylindre. Des dispositifs ingénieux permettent de régler à volonté le tirage de l'air, sa température, et la durée du passage du tabac dans le cylindre, c'est-à-dire tous les éléments qui peuvent influer sur la torréfaction.

Parmi ces divers éléments, la température a une importance toute spéciale, puisque, si elle s'élève trop, le tabac perd de son arome et acquiert un goût empyreumatique ; si elle reste trop basse, la matière est exposée à fermenter. Un thermo-régulateur permet de régler la combustion dans le foyer, de telle sorte que l'air chaud entrant dans le cylindre se maintienne, à deux ou trois degrés près, à la température qu'on aura jugée la plus convenable pour dessécher complétement le tabac sans lui faire perdre aucune de ses qualités.

Outre ces avantages multiples et précieux, on doit porter à l'actif des torréfacteurs une notable économie dans les frais de fabrication. Avec les anciens appareils, on dépensait plus à la fois comme main-d'œuvre et comme combustible ; en outre, 2 1/2 pour 100 de tabac étaient convertis en débris, c'est-à-dire à peu près complétement perdus. L'emploi du nouvel outil fait gagner plus de 500 000 francs par an.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A la sortie du torréfacteur, le tabac à fumer est refroidi en quelques minutes dans le sécheur mécanique, où il complète sa dessiccation et est purgé par une ventilation énergique des poussières qu'il renferme. Comme le torréfacteur, comme le mouilleur, le sécheur consiste essentiellement en un cylindre à hélice ; un ventilateur mécanique appelle l'air, qui suit une marche inverse de celle du tabac ; un grillage permet au courant d'air d'entraîner avec lui, hors de l'appareil, la poussière et les menus débris, qui sont recueillis dans une chambre où débouche la cheminée d'appel du ventilateur.

Le rendement du torréfacteur est de 500 kilogr., celui du sécheur de 1 000 kilogr. par heure.

Après un séjour en masse d'un mois à six semaines, pendant lequel son arome se développe, le tabac à fumer est paqueté dans les appareils que nous avons déjà décrits.

VIII.

La fabrication des cigares se fait presque entièrement à la main. En dehors des essoreuses, le seul outil mécanique qu'elle emploie consiste dans celui qui a été imaginé pour réaliser, dans une fabrication en grand, les conditions d'un lavage méthodique des feuilles, telles qu'elles avaient été déterminées par les recherches poursuivies au laboratoire de chimie.

A la suite de quelques tâtonnements, le problème a été résolu d'une manière très-satisfaisante au moyen d'une batterie de six cuves et d'un réservoir central, divisé en un nombre égal de compartiments qui sert à recueillir les jus ; la circulation des jus, substituée à celle du tabac, s'établit d'une cuve à l'autre par l'intermédiaire du réservoir qu'on amène, suivant les besoins, au moyen de la pression d'une colonne d'eau, au-dessus du niveau supérieur ou au dessous du niveau inférieur des cuves, de telle sorte que le transvasement des jus, à l'aide de conduits en caoutchouc munis d'obturateurs spéciaux, s'effectue automatiquement sous la seule action de la pesanteur.

On se serait attendu à voir cette collection d'appareils complétée par quelque machine à faire les cigares. Mais, bien que plusieurs de ces machines aient été essayées à diverses reprises dans les manufactures de l'État, aucune d'elles n'est sortie victorieuse de l'essai, et la confection à la main a dû être maintenue. Jusqu'à présent, les appareils expérimentés n'ont réalisé qu'une économie peu considérable dans les frais de main-d'œuvre, et ce faible avantage s'est trouvé plus que compensé par la production fréquente de cigares trop serrés, un organe mécanique ne pouvant avoir la délicatesse de tact des doigts de l'ouvrière.

En somme, et malgré les quelques lacunes que nous avons signalées, l'exposition de l'administration des manufactures de l'État offrait un vif intérêt. Touchant à tous les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

points d'une grande industrie monopolisée, elle permettait de constater que, malgré l'absence du stimulant de la libre concurrence, cette industrie est en voie de progrès marqué. On doit féliciter d'un tel résultat le corps d'ingénieurs qui la dirige, corps qui se recrute parmi les premiers élèves sortant de l'École polytechnique, et qui peut s'honorer d'avoir compté au nombre de ses membres une foule d'hommes de premier ordre et de notabilités. On nous permettra de citer, par exemple, l'illustre astronome Le Verrier, et le ministre qui présidait à l'Exposition universelle.

(*Revue scientifique.*)

MÉTALLURGIE SIDÉRURGIQUE.

DES FONTES DE DIVERSES QUALITÉS DE LA COMPAGNIE DES FONDERIES ET FORGES DE TERRE-NOIRE, ET DES EXPÉRIENCES FAITES PAR CETTE COMPAGNIE SUR LES ACIERS MARTELÉS ET LAMINÉS A DOSES VARIABLES DE CARBONE, DE MANGANÈSE OU DE PHOSPHORE.

La Compagnie des fonderies et forges de Terre-Noire, Lavoulte et Bességes, dont les établissements sont au premier rang de ceux du pays, tant par leur importance que par la spécialité et la supériorité des produits qu'ils fabriquent, avait, comme on sait, installé au Champ-de-Mars, en 1878, une exposition des plus intéressantes. Le catalogue extrêmement bien fait qu'elle a publié à cette occasion contient, entre autres renseignements curieux, le résultat de nombreuses recherches sur les fontes de diverses qualités, ainsi que le détail de plusieurs séries d'expériences sur les propriétés physiques des fontes, fers et aciers de toute espèce fabriqués dans ses différentes usines. Parmi ces renseignements, nous reproduirons quelques-uns de ceux qui ont trait aux fontes, puis ceux concernant les aciers à doses variables, soit de carbone, soit de manganèse, ainsi que les aciers spéciaux à doses variables de phosphore dont les nombreux échantillons étaient exposés et groupés avec art.

Fontes de diverses qualités à alliage de manganèse, de silicium, etc.

La Compagnie n'a pas cessé, depuis son origine (1822), de produire des fontes pour moulage et pour affinage ; cette production a été constamment croissante jusqu'en 1877 où elle s'est élevée au chiffre de 158 000 tonnes.

A partir de 1865, les développements de la fabrication de l'acier et la nécessité, chaque jour plus impérieuse, de fabriquer le métal fondu très-doux, amenèrent l'obligation d'étudier les moyens de produire, en France, les fontes manganésées qui étaient restées jusqu'alors le monopole à peu près exclusif du pays de Siegen pour les *spiegel*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à faible teneur en manganèse ; les alliages à teneur élevée étaient inconnus à cette époque.

Dès 1865, on employait dans les usines de la Compagnie de Terre-Noire, du ferro-manganèse à 25 pour 100 fabriqué par le procédé Henderson, en Angleterre, et un alliage à la teneur de 75 à 80 pour 100 de manganèse, fabriqué au creuset par le procédé de M. Oscar Prieger, aux environs de Cologne.

Le deux inventeurs, dont on vient de parler, ayant été obligés d'interrompre leur fabrication, la Compagnie de Terre-Noire devint propriétaire des brevets en France, et des études très-suivies furent faites dans ses usines pour arriver à produire industriellement et économiquement les alliages de manganèse à toutes les teneurs. Cette fabrication fut pratiquée, pendant plusieurs années, à l'aide du four Siemens-Martin, dans lequel on était arrivé à produire assez couramment le ferro-manganèse jusqu'aux teneurs les plus élevées.

En 1875, par suite de l'application des appareils à air chaud Siemens-Cowper, on put arriver à obtenir dans les hauts fourneaux les températures les plus élevées qu'il soit possible de produire dans les appareils métallurgiques. La fabrication des alliages de manganèse subit, dès lors, une importante modification au point de vue économique. Le haut fourneau, appareil réducteur par excellence, put être appliqué à la production du ferro-manganèse ; la réussite fut complète et la métallurgie du manganèse se trouvait désormais assise sur une base absolument stable.

Depuis lors, de nouvelles études, poursuivies dans les usines de la Compagnie de Terre-Noire, révélèrent la nécessité d'étendre la production des alliages métalliques de diverses natures. C'est ainsi qu'on se trouva amené à produire successivement : les alliages de fer-manganèse-silicium, les alliages de fer-manganèse-tungstène et les alliages de fer-manganèse-chrome.

Les alliages de silicium ont permis d'arriver à produire les aciers coulés sans soufflures, dont il n'est pas besoin de faire ressortir l'importance. Les autres alliages, notamment ceux au chrome et au tungstène, permettent d'obtenir des aciers de dureté et de ténacité exceptionnelles.

Tout un horizon nouveau est ouvert à la métallurgie de l'acier par la production de ces alliages métalliques ; un certain nombre de faits sont déjà connus et des études plus complètes amèneront certainement, dans l'avenir, des progrès sérieux dans ce sens.

Aciers martelés et laminés à doses variables de carbone.

Les aciers compris dans cette série sont destinés à démontrer les différences qui peuvent se produire dans les diverses propriétés physiques du métal, suivant que la *teneur en carbone* est plus ou moins considérable.

Pour arriver à ce résultat, il a été fait cinq coulées au four Siemens-Martin, dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lesquelles on s'est proposé de reproduire, autant que possible, l'identité absolue de tous les éléments, à l'exception du carbone dont la proportion a été augmentée à chaque coulée.

Le tableau suivant, résultant des analyses faites sur les aciers provenant des cinq coulées, indique comment cette partie du programme a été réalisée :

	CARBONE.	MANGANÈSE.	PHOSPHORE.	SILICIUM.	SOUFRE.
Coulée n° 59 teneur p. 100.	0,150	0,213	0,035	traces	traces
— n° 66 id.	0,490	0,200	0,070	»	»
— n° 70 id.	0,709	0,266	0,062	»	»
— n° 74 id.	0,875	0,250	0,055	»	»
— n° 82 id.	1,050	0,255	0,063	»	»

Sur les aciers ainsi constitués, il a été fait une série d'épreuves par la flexion, par le choc, par traction, par compression. Ces épreuves faites sur le métal pris dans son état naturel ou trempé, soit à l'huile, soit à l'eau, ont conduit aux observations suivantes :

1° Les épreuves par flexion font ressortir, d'une manière évidente, que le métal fondu, lorsqu'il ne contient que des doses très-minimes de carbone, donne, sous un effort de flexion, des flèches plus considérables que celles obtenues avec les meilleurs fers.

Cette faculté de fléchir n'exclut cependant pas une certaine raideur, et si l'on compare, sous la charge de 30 000 kilog., les flèches permanentes sur les barreaux de fer et sur ceux d'acier, on constate pour le fer 40 et 48 millimètres, alors que le métal fondu (coulée n° 59) donne seulement 9,8 millimètres.

Le métal fondu, lorsque la teneur en carbone ne dépasse pas 0,150 pour 100 est donc un véritable *fer fondu homogène*, bien supérieur en qualité à tous les autres fers connus.

2° Les épreuves par flexion font ressortir, en outre, que les propriétés élastiques du métal se développent en proportion directe des doses de carbone qu'il contient. Il suffit d'examiner attentivement le tableau des épreuves par flexion pour constater l'élévation progressive de la *limite d'élasticité* du métal dans des conditions telles que si, par exemple, on examine les flèches permanentes sous la charge de 40 000 kilog., on trouve :

Coulé n° 59.	104	millimètres.
— n° 66.	25,7	—
— n° 70.	14,8	—
— n° 74.	3,6	—
— n° 82.	1,0	—

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3° Les épreuves au choc confirment les résultats donnés par celles à la flexion, en ce qui concerne les facultés élastiques. Il faut ajouter que la *difficulté de fléchir* se traduit, pour les aciers à haute dose de carbone, en *fragilité au choc*.

4° Les épreuves par traction donnent des résultats très-concordants avec ceux des épreuves par flexion et par choc. L'échelle des limites d'élasticité, des résistances à la rupture et des allongements fait ressortir, de la manière la plus saillante, l'action du carbone dans les aciers :

	Limite d'élasticité. k.	Charge de rupture. k.	Allongement.
Coulée n° 59.	22,0	35,7	34 p. 100
— n° 66.	26,2	48,8	24 —
— n° 70.	31,6	68,0	15 —
— n° 74.	34,2	74,1	9,50 —
— n° 82.	39,2	86,1	4,50 —

5° Les épreuves par compression viennent donner une nouvelle confirmation des faits établis par les épreuves précédentes. On remarque, en effet, si l'on prend les deux termes extrêmes de la série des épreuves, que, pour une même charge de 32 000 kilog., supportée par un petit cylindre de 10 millimètres de hauteur et 10 millimètres de diamètre, l'épaisseur se réduit pour la coulée n° 59 à 2,87 millimètres et à 4,57 millimètres seulement pour la coulée n° 82.

6° Les effets de la trempe à l'huile et de la trempe à l'eau sont mis en lumière, d'une manière très-évidente, par les épreuves de traction, ainsi que par celles de compression.

Si l'on examine les limites d'élasticité, charges de rupture, allongements, on constate que les modifications apportées par la trempe sont d'autant plus grandes que la dose de carbone est plus considérable. On constate encore que la trempe à l'eau amène des modifications infiniment plus sensibles que celles résultant de la trempe à l'huile. Il faut remarquer enfin que, sous l'influence de certaines doses de carbone, la trempe à l'eau n'est plus possible dans de certaines conditions. Pour réussir cette trempe, il aurait fallu abaisser la température à un niveau qui ne permettait plus la comparaison entre les barrettes des différentes coulées.

7° Les effets de la trempe, sur les épreuves par flexion et par choc, ont été moins sensibles que sur les essais de traction et de compression. Il faut remarquer que les épreuves de flexion et de choc ont été faites sur des barreaux carrés de 100 millimètres de côté, et l'on comprendra aisément que la trempe doit avoir une action beaucoup moins sensible sur un barreau de cette dimension que sur une barrette de 14 ou 20 millimètres de diamètre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Aciers martelés et laminés à doses variables de manganèse.

Des expériences semblables aux précédentes ont été faites sur une autre série d'aciers à doses variables de manganèse et provenant également de cinq coulées. Le résultat des analyses de ces aciers est le suivant :

	MANGANÈSE.	CARBONE.	PHOSPHORE.	SILICIUM.	SOUFRE.
Coulée n° 26 teneur p. 100.	0,521	0,450	0,067	traces	traces
— n° 33 id.	1,060	0,467	0,072	»	»
— n° 30 id.	1,305	0,515	0,061	»	»
— n° 21 id.	2,008	0,560	0,058	»	»
— n° 17 id.	2,458	0,599	0,072	»	»

1° Pour les aciers à doses variables de manganèse, les épreuves ont démontré que l'augmentation de la teneur en manganèse fournit un effet analogue à celui produit par l'augmentation de la teneur en carbone : élévation de la limite d'élasticité, augmentation de la charge de rupture, diminution de l'allongement.

L'examen attentif des épreuves par flexion, par choc, par traction et par compression démontre que tous les faits sont concordants et se manifestent absolument dans le même sens.

2° Si l'on cherche à établir un point de comparaison entre les deux séries, *carburée* et *manganésée*, on trouve que le point de contact est entre les deux coulées n° 66 et n° 26, qui ont à peu près la même composition chimique et ne diffèrent que par la teneur en manganèse, ainsi que l'indiquent les analyses :

	N° 66.	N° 26.
Carbone.	0,490	0,450
Manganèse.	0,200	0,521
Phosphore.	0,070	0,067
Silicium.	traces	traces
Soufre.	traces	traces

Si donc on constate dans les épreuves faites sur ces deux coulées des différences sensibles, il faudra les attribuer au dosage plus élevé en manganèse dans la coulée n° 26.

3° Or, si l'on examine les résultats donnés par ces deux coulées, au point de vue des diverses épreuves par flexion, par choc et par compression, on constate sur tous les points : *élévation de la limite d'élasticité*, *augmentation de la charge de rupture*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quant à la *faculté d'allongement*, elle semble rester la même malgré l'élévation du point de rupture.

Les résultats des épreuves par traction, comparés sur ces deux coulées n° 66 et n° 26, donnent en effet :

	N° 66.	N° 26.
	k.	k.
Limite d'élasticité.	26,2	27,3
Charge de rupture.	48,8	54,0
Allongement p. 100.	24,0	24,2

Les essais par compression donnent sous la charge de 32 000 kilog. :

	N° 66.	N° 26.
Hauteur avant la compression. . . .	10,00 millim.	10,05 millim.
Hauteur après la compression. . . .	3,60 —	3,62 —
Rapport entre les deux hauteurs. . .	2,76	2,77

Il y a donc identité complète dans la faculté d'allongement.

4° En ce qui concerne les effets produits par la trempe, on constate que l'augmentation dans la teneur en manganèse accroît, dans une très-forte proportion, la faculté de trempe des aciers.

5° On constate pour la série manganésée, comme on a pu le faire pour la série précédente, que les effets de la trempe sur des barreaux carrés de 100 millimètres de coté sont infiniment moins sensibles que sur des barrettes de 14 et 20 millimètres de diamètre.

Aciers martelés et laminés à doses variables de phosphore.

Lorsque la fabrication de l'acier, en grande masse, par les procédés Bessemer et Siemens-Martin, commença à prendre un certain développement dans l'industrie, il était généralement admis que l'une des conditions essentielles de ces fabrications était de n'employer que des matières premières aussi pures que possible. On admettait surtout, et avec raison, que le phosphore était absolument incompatible avec l'acier et que des doses, même très-minimes, en altéraient profondément les propriétés physiques et diminuaient la malléabilité dans une proportion telle que le métal devenait très-difficile à travailler.

M. Bessemer avait fixé à *cinq dix-millièmes* (0,0005) le maximum de phosphore qu'il était possible d'admettre dans l'acier sans en altérer la qualité, et l'on peut admettre que cela est absolument vrai lorsqu'il s'agit d'acier contenant des doses de carbone supérieures à *cinq* ou *six millièmes*.

Cette action du phosphore sur les aciers fut l'objet d'études très-longues et très-sérieuses dans les usines de la Compagnie de Terre-Noire. L'emploi des alliages riches

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en manganèse donnait des moyens d'investigation inconnus jusqu'alors, et au commencement de l'année 1874 se trouvait mise en lumière la loi suivante :

On peut introduire du phosphore dans l'acier fondu, à la condition d'éliminer le carbone et moins l'acier contiendra de carbone, plus il pourra contenir de phosphore.

Cette loi est devenue aujourd'hui une vérité à peu près généralement admise. On est arrivé à employer couramment dans le four Siemens-Martin une certaine proportion de vieux rails phosphoreux pour produire les lingots destinés à la fabrication des rails d'acier, et il est tout à fait admis que l'on peut couramment obtenir des aciers très-malléables et de qualité suffisante pour rails, avec une proportion de phosphore de *vingt-cinq dix-millièmes*, c'est-à-dire cinq fois plus que le chiffre primitivement admis par M. Bessemer.

Trois coulées ont été faites en maintenant, autant que possible, le manganèse et le carbone à des doses invariables, le phosphore seul variant dans des proportions assez larges. Les analyses des aciers de ces trois coulées ont donné les résultats suivants :

	PHOSPHORE.	MANGANÈSE.	CARBONE.	SILICIUM.	SOUFRE.
Coulée n° 41 teneur p. 100.	0,247	0,746	0,310	traces	traces
— n° 35 id.	0,273	0,800	0,274	»	»
— n° 45 id.	0,398	0,693	0,310	»	»

1° Il semble résulter de la série des épreuves faites sur les coulées n^{os} 41, 35 et 45, que le phosphore introduit dans les aciers de bonne qualité n'altère pas sensiblement leurs propriétés physiques.

L'expérience acquise dans les usines de la Compagnie de Terre-Noire a démontré que l'*élimination du carbone* est une nécessité absolue, si l'on veut introduire du phosphore dans les aciers. Or, l'élimination du carbone ne peut être obtenue que par l'addition, dans l'opération, d'une certaine dose de ferro-manganèse riche, d'où il résulte que le manganèse doit tenir une certaine place dans les aciers phosphoreux.

Il résulte de là que les aciers à doses variables de phosphore sont surtout comparables aux aciers manganésés. Le point de jonction des deux séries paraît être sensiblement sur les deux coulées n^{os} 41 et 26 dont nous mettons les analyses en regard :

	N° 26.	N° 41.
Carbone.	0,450	0,310
Manganèse.	0,521	0,746
Phosphore.	0,067	0,273
Silicium.	traces	traces
Soufre.	traces	traces

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La teneur plus élevée en manganèse devant compenser à peu près ce qui manque en carbone.

2° La comparaison entre les résultats d'épreuves donnés par ces deux coulées, aux divers points de vue de la flexion, du choc, de la traction et de la compression, montre bien, en effet, qu'il y a une très-grande analogie entre ces deux corps.

On doit remarquer, toutefois, que la limite d'élasticité est plus élevée dans le métal phosphoreux, que par suite ce métal fléchit moins aux épreuves de flexion et de choc, et que, notamment à cette dernière épreuve, la limite de rupture se trouve à une hauteur moindre.

3° La coulée n° 45, dont la teneur en phosphore est sensiblement plus élevée, donne une limite d'élasticité supérieure à celle des coulées n°s 41 et 35; la charge de rupture est également plus élevée, sans que l'allongement diminue d'une manière sensible.

Cette coulée, éprouvée au choc, arrive à la limite de rupture à un point sensiblement inférieur, vérifiant ainsi l'observation ci-dessus.

On peut donc admettre que la présence du phosphore dans les aciers élève la limite d'élasticité, augmente la raideur et diminue sensiblement la résistance au choc.

4° Les épreuves faites après trempe à l'huile, indiquent que la présence du phosphore n'atténue pas sensiblement la faculté de trempe; les résultats comparatifs des deux coulées n° 41 et n° 26 semblent concluants à cet égard.

Les résultats donnés par la coulée n° 45 sembleraient indiquer qu'une augmentation dans la teneur en phosphore augmente les effets de la trempe.

5° Les essais par compression sur les aciers phophoreux font ressortir l'augmentation de dureté et sont, sous ce rapport, bien concordants avec les essais par flexion et par traction.

Les résultats des essais de compression, après trempe à l'huile, doivent être signalés comme très-remarquables. (M.).

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Sur les chemins de fer du Japon, par M. W. Furniss Potter. — On compte aujourd'hui au Japon 62,5 milles (un peu plus de 100 kilom.) de chemins de fer construits, 142,75 milles (229k,70) de tracés avec plans et devis terminés, enfin 455 milles (732 kilom.) en projet.

Les travaux de terrassement des lignes existantes comportent deux voies, tandis que les ponts n'en ont qu'une seule. Sur les lignes de Yeddo-Yokohama et Kobe-Osaka, on emploie des rails à double champignon, montés sur traverses, tandis que sur celle de Osaka-Kioto les rails n'ont qu'un seul champignon.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les ponts les plus grands ont 100 pieds d'ouverture (45m,30) ; la superstructure d'abord en bois, a été plus tard faite en fer ; elle repose sur des murs ou piliers en briques de 12 pieds (5m,40) d'épaisseur et d'une hauteur moyenne de 60 pieds (27m,20). Les premiers travaux, faits par les indigènes, accusent les connaissances encore primitives des ingénieurs du pays ; cependant ils sont très-habiles pour creuser les puits artésiens (1).

Les ouvriers sont très-intelligents, surtout les charpentiers, qui sont très-nombreux et d'une habileté vraiment remarquable. Le salaire des plus habiles est de 1 s. 8 d. par jour (2 fr. 05) ; celui des forgerons, de 1 s. 6 d. (1 fr. 85) ; celui des maçons, de 1 s. 5 d. (1 fr. 75) ; quant aux coolies qu'on emploie beaucoup, on ne les paie que 11 d. (1 fr. 10).

A l'exception du bois qui est très-abondant, les matériaux qu'on trouve dans le pays ne sont pas de très-bonne qualité ; ainsi on n'a rencontré encore aucun calcaire ayant des propriétés hydrauliques.

La principale difficulté que l'art de l'ingénieur rencontre au Japon, c'est l'endiguement des eaux. En effet, les lits des rivières sont presque tous à un niveau supérieur à celui des terres environnantes, en sorte que, dans quelques cas, on a fait passer les chemins de fer en dessous au moyen de tunnels ; cependant la traversée a lieu ordinairement par des ponts, auxquels on arrive par de fortes rampes établies au moyen de remblais considérables. Pendant les crues, les eaux coulent entre des digues d'une formidable hauteur qu'il a fallu nombre d'années pour établir.

Le trafic sur les chemins de fer existants est très-important et on estime que, sur les chemins projetés, celui des voyageurs pourra produire à lui seul un dividende de 7 pour 100. Quant au trafic des marchandises, on ne s'en est pas beaucoup occupé, à cause de la grande facilité qu'offrent les communications par eau.

Bien qu'il soit très-difficile d'obtenir des renseignements sur le coût des travaux, il ne paraît pas qu'ils soient faits dans des conditions économiques. Le développement des chemins de fer au Japon pourrait recevoir de l'essor des capitaux étrangers, si le gouvernement du pays ne s'était jusqu'ici opposé à toute immixtion de ce genre.

(*Journal of the Society of arts.*)

Système automatique d'extinction des incendies de théâtres. — MM. Lawes et Mac Lennan ont imaginé, pour l'extinction des incendies de théâtres ou autres bâtiments, un système automatique d'après lequel c'est le feu lui-même qui doit déterminer l'arrivée de l'eau destinée à l'éteindre. Voici en quelques mots quel est ce système :

Des tuyaux perforés, de forme et de dimensions variables suivant les lieux, sont

(1) On sait que le système de sondage à la corde nous vient des Chinois et Japonais. (M.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

installés d'une manière permanente en différents points du bâtiment à protéger, et en aussi grand nombre que le réclame l'étendue de ce bâtiment. Tous ces tuyaux, en communication les uns avec les autres, sont reliés par des tubes avec la conduite principale de la rue ou avec un réservoir placé au-dessus des constructions. Sur ces tubes sont placés des robinets, disposés de telle sorte que leur fermeture dépend d'une corde attachée à un levier. On comprend que si un incendie vient à se déclarer, dès que le feu atteindra les cordes, ces robinets s'ouvriront d'eux-mêmes et l'eau arrivant en abondance par les tuyaux perforés, sera injectée avec une force qui dépendra de la pression.

(*Ibid.*)

Production de la laine dans le monde entier.— Un journal américain estime à 4 ou 500 millions le nombre de moutons existant dans le monde entier, nombre dans lequel l'Angleterre et les États-Unis figurent chacun pour un chiffre de 36 millions. De 1801 à 1875, le produit de la tonte du Royaume-Uni s'est élevé de 94 millions à 325 millions de livres (42 580 000 à 147 200 000 kilogr.). En France l'augmentation a été presque aussi rapide. Aux États-Unis la tonte, d'abord faible au commencement du siècle, fournit aujourd'hui 200 millions de livres (90 600 000 kilog.), dont la Californie donne à elle seule le quart. La tonte brute totale du monde entier en 1877, a été estimée à 1 497 500 000 livres (678 367 500 kilog.), d'une valeur de 150 millions de dollars (769,5 millions de francs).

(*Ibid.*) (M.)

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 24 janvier 1879.

Présidence de M. le général Mengin-Lecreulx, censeur.

Correspondance. — M. *Chassagnot* (A. R.), imprimeur en taille douce, rue des Carmes, 24, à Paris; presse à essuyage mécanique. (Arts mécaniques.)

M. *Caron* (A.), avenue de Bellevue, 16, à Bois-Colombe (Seine); Mémoire dans lequel il expose qu'on pourrait obtenir du travail mécanique, presque sans frais, avec les produits de la décomposition de l'eau par le courant voltaïque. (Arts mécaniques.)

La Societé Vichtsche-Tramway-Maatschappe, à Utrecht (Hollande), envoie le programme et le cahier des charges d'un concours qu'elle ouvre dans le but de faire produire la meilleure machine de traction pour les tramways. Les prix se composeront, soit d'une commande de machines pour le premier prix, soit de sommes de 500, 250, 125 florins. (Arts mécaniques.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Maurel* (F.), faubourg Saint-Denis, 191, à Paris; petits appareils perfectionnés qui permettent d'accomplir, par soi-même, les soins de toilette nécessaire pour nettoyer, parfumer, teindre ou médicamenter les cheveux ou la barbe. (Arts économiques.)

M. *Anthoni* (G.), ingénieur-mécanicien, rue Fouquet, 38, à Levallois-Perret (Seine); réclamation de priorité sur l'emploi du caoutchouc vulcanisé, pour l'amortissement des vibrations et ébranlements causés par les marteaux mécaniques. (Commission spéciale.)

M. *Baruzzi* (A.), rue Bertrand, 26, à Paris, dépose un paquet cacheté contenant un Mémoire sur une matière propre à faire des moules pour la galvanoplastie et la typographie.

M. *Lavaud de Lestrade*, professeur de physique au séminaire de Clermont-Ferrand; procédé pour rendre plus précis le départ et la direction des fusées volantes dans la pyrotechnie. (Arts économiques.)

M. *Du Puy* (Charles), 4102, Spruce street, Philadelphia, U. S.; article imprimé, extrait du Franklin Institut, sur un procédé pour produire directement du fer ou de l'acier. (Arts chimiques.)

M. *André*, chaudronnier-mécanicien, boulevard Voltaire, 249, à Paris, demande le concours de la Société pour faire breveter un alimentateur de chaudières à eau chaude, avant l'expiration du délai de garantie accordée aux objets exposés en 1878. (Arts mécaniques.)

M. *Eon* fils, fabricant d'instruments de météorologie, rue des Boulangers, 13, à Paris; thermométrographe électrique. (Arts économiques.)

La Société anonyme des ateliers de menuiserie de Fécamp, rue de Madrid, 15, à Paris, qui a concouru pour le prix relatif au séchage des bois, annonce qu'elle a obtenu, à l'Exposition universelle, une médaille d'argent, qui est la seule récompense accordée à cette industrie. (Arts économiques.)

M. *Vacher*, propriétaire à Barzac (Gironde); appareil pour arrêter les chevaux emportés, qui consiste en des œillères qu'on ramène sur les yeux des chevaux pour les aveugler. (Agriculture.)

M. *Favre* (Charles), rue Saint-Maur, 178, à Paris, demande une première annuité de brevet pour un appareil d'arrosage portatif. (Arts économiques.)

M. *Proux* (Louis), mécanicien, à Vouillé (Vienne); tarare ventilateur pour nettoyer les grains. (Agriculture.)

M. *Lucet* (E. L.), ex-préparateur de chimie, chez M. *Doray*, pharmacien, correspondant de la Société, rue Caroline, 40, au Havre (Seine-Inférieure), envoie une étude sur quelques applications nouvelles dans les arts chimiques. Ce Mémoire a pour objet de concourir pour les prix proposés par la Société au sujet de l'emploi d'une matière minérale abondante, et de l'emploi des résidus de fabrique. (Renvoi au comité des arts chimiques.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Leurs* (F.), ingénieur-chimiste, à Cassel; *Guide pratique des fabricants de sucre*. Lille, *Danel*, 1879, grand in-8°. (Arts chimiques.)

Les moulins à farine à l'Exposition de 1878, par *Armengaud* aîné. Paris, 1878, brochure grand in-8°.

M. *Denis* (Th.), chef de culture au parc de la Tête-d'Or, jardin botanique de la ville de Lyon, propose, pour la destruction du phylloxera, l'emploi de la chaux mise au pied des ceps et des injections d'eau de chaux bouillante pour détruire les œufs pendant l'hiver. (Agriculture.)

M. *Bosin* (Alfred), d'Auchi-au-Bois (Pas-de-Calais), adresse une série d'articles de journaux où il traite de quelques questions relatives à la fabrication des huiles, du sucre, et à la distillation des alcools, ainsi qu'une étude sur les ascensions à grande hauteur. (Arts chimiques.)

MM. *Nusse* (Ernest) et *Périn* (Jules) : le *Travail des enfants dans l'arrachage de la betterave, les sucreries agricoles*. Paris, 1879, brochure grand in-8°.

M. *Péreire* (Isaac), la *Question religieuse*. Paris, 1878, in-8°.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Vacance dans le comité de l'agriculture*. — M. *Boitel* fait, au nom du comité de l'agriculture, un Rapport pour demander au Conseil de déclarer la vacance d'une place dans ce comité. La mort de M. *Huzard*, qui en était le doyen, a laissé un vide parmi ses membres que le comité désirerait voir combler.

Cette proposition, soumise à la décision du Conseil, est adoptée, et la vacance est déclarée.

La nomination d'un nouveau membre de ce comité aura lieu dans la prochaine séance du Conseil.

COMMUNICATIONS. — *Lumière électrique*. — *Diffusion*. — M. *Peligot*, l'un des secrétaires du Conseil, présente, au nom de M. *Clémandot*, le nouveau procédé qu'il emploie pour opérer la diffusion de la lumière et qu'il applique particulièrement à la lumière électrique.

Ce procédé repose essentiellement sur l'idée de se rapprocher, le plus possible, des moyens de diffusion naturels par lesquels la lumière solaire nous arrive en traversant les nuages. Pour obtenir ce résultat, M. *Clémandot* emploie des appareils en verre transparent à double enveloppe, et il garnit l'espace laissé libre entre elles par un coussin composé d'une matière translucide quelconque, mais particulièrement de verre filé ou ouate de verre, qui est floconneuse, nuageuse et, par sa ténuité et sa finesse, remplit parfaitement le rôle de nuages, de vapeurs. Au lieu d'envelopper le point lumineux par des boules opaques ou opalines qui sont ordinairement employées à cet usage, il le place dans l'enveloppe intérieure de cet appareil, et la perte de 45 pour 100, que produit l'absorption des boules opaques, est réduite à 25 pour 100, car il faut tenir compte de l'absence de toute ombre portée. Plusieurs appareils de ce système fonctionnent déjà depuis plusieurs jours dans les grands magasins du Louvre. (Renvoi au comité des arts économiques.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cristallerie artistique. — M. *Peligot* présente également à la Société, au nom de M. *Monot*, fabricant de cristaux, à Pantin, des spécimens de cristal coloré offrant plusieurs sortes de nouvelles décorations. Il fait remarquer un verre coloré en jaune par l'argent qui se prête à des effets d'ornementation remarquables; d'autres vases sont doublés ou même triplés en mettant à l'intérieur et à l'extérieur des couches de cristal très-minces, colorées à l'extérieur en bleu par le cobalt et intérieurement en vert par le cuivre. Lorsqu'on fait agir sur ces surfaces une flamme réductrice (du gaz de l'éclairage), le métal est réduit, et le verre présente des reflets métalliques éclatants. Parmi les objets présentés, se trouve une petite coupe cuivrée à l'intérieur par ce procédé, avec un éclat comparable à celui du cuivre rouge poli; deux autres vases ont été faits en verre triplé. L'intérieur est en verre jaune coloré dans la masse par l'argent, l'extérieur est bleu cobalt et craquelé; par la flamme réductrice, l'argent apparaît à l'intérieur avec son éclat métallique, ainsi que dans les craquelures de la couche extérieure. Une autre pièce, un serpent servant de serre-papier, présente une grande variété des mêmes effets, qui sont groupés avec beaucoup d'art, de manière à atteindre une grande variété d'imitation.

M. *Monot* présente aussi de l'*aventurine*, obtenue par la réduction du cuivre dans une masse de cristal au moyen du fer. Cette fabrication, qui était autrefois spéciale à Venise, est maintenant assez bien connue en France et exécutée couramment par plusieurs industriels. M. *Monot* est arrivé à la rendre manufacturière et il montre des coupes en verre coloré par l'aventurine.

Une autre classe d'objets de l'exposition de M. *Monot* mérite d'attirer l'attention de la Société : ce sont les cristaux taillés avec surfaces en relief dans le genre de la taille du cristal de roche. (Comité des arts chimiques.)

Déphosphoration de la fonte. — M. *Lowthian Bell*, correspondant de la Société, adresse une Note au sujet de l'étude sur la déphosphoration de la fonte de M. *Gruner*, publiée dans le cahier janvier 1879, p. 26. (Cette note paraîtra au *Bulletin*.)

Nomination de membres. — Sont nommés membres de la Société : M. *Favier* (A.), ancien officier du génie, avenue de Neuilly, 89, à Paris; M. *Tcherniac*, chimiste à Paris; M. *Proux* (Louis), mécanicien, à Vouillé; M. *Guiol*, professeur de mathématiques, à Marseille.

PARIS. — IMPRIMERIE DE Mme Ve BOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON, 5. — 1879
JULES TREMBLAY, gendre et successeur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

78e année. Troisième série, tome VI. Avril 1879.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ.

RAPPORT *fait par* M. ED. COLLIGNON, *au nom du comité des arts mécaniques, sur le* FREIN A EMBRAYAGE ÉLECTRIQUE, *de* M. AUGUSTE ACHARD, 60 *rue de Provence, à Paris.*

Messieurs, le frein à embrayage électrique de M. Auguste Achard vous est déjà connu. En 1867, la Société d'encouragement, sur le rapport de M. Tresca (1), accordait à M. Achard une médaille d'or pour cette belle application de l'électricité à l'enrayage des trains des chemins de fer. Cette distinction n'est pas la seule que l'inventeur ait obtenue; l'Académie des sciences, sur le rapport de M. Combes, lui avait déjà accordé en 1865 l'un des prix Montyon. Depuis lors, M. Achard n'a cessé de poursuivre la solution du grand problème qu'il avait entrepris de résoudre, et je viens aujourd'hui, au nom du comité des arts mécaniques, vous rendre compte des notables perfectionnements qu'il a réussi à introduire, depuis peu d'années, dans ses appareils primitifs.

Dans l'ancien frein Achard, un courant électrique continu parcourait constamment le fil métallique posé d'un bout à l'autre du train, et c'est en interrompant le courant que l'embrayage était produit. Le but de cette disposition était de provoquer l'arrêt automatique des roues, au moment où une rupture du train viendrait accidentellement à couper le circuit. L'expé-

(1) Voy. *Bulletin* de 1867, 2e série, t. XIV, p. 421.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rience a démontré qu'il est préférable d'employer le courant électrique à produire l'enrayage des roues, sauf à recourir à certaines dispositions particulières pour assurer le serrage immédiat des freins en cas de rupture de train, de déraillement, ou d'incendie. Grâce à cette modification radicale de son système primitif, M. Achard a pu, en introduisant dans ses piles quelques éléments de Planté, produire, pendant que l'appareil est au repos, une accumulation d'électricité qui trouve son emploi lorsqu'on veut opérer l'embrayage. Dans le train d'essai qui circule depuis plusieurs mois sur diverses sections du chemin du Nord, deux piles sont placées, l'une dans le fourgon de tête, l'autre dans le fourgon de queue. Elles se composent de quatre éléments Planté, chargés chacun par trois éléments au sulfate de cuivre. L'ensemble tient peu de place et passe pour ainsi dire inaperçu dans le fourgon. La pile de tête du train fonctionne seule à l'aller. Au retour, le train étant attelé par le fourgon d'arrière, c'est la seconde pile que l'on fait agir à l'exclusion de la première. Les manœuvres sont faites, soit par le chef de train, soit par le mécanicien.

Chaque voiture du train est munie d'un faux-essieu, attaché au châssis parallèlement à l'essieu du véhicule; ce faux-essieu porte deux rouleaux de friction, qui touchent constamment la surface extérieure de l'essieu, et transmettent ainsi au faux-essieu un mouvement de rotation emprunté aux roues de la voiture. Entre les deux rouleaux sont montés, toujours sur le même faux-essieu, deux manchons qui, dans la marche normale du train, demeurent fous sur leur axe commun; ces deux manchons sont séparés l'un de l'autre par un électro-aimant à quatre pôles, faisant corps avec le faux-essieu, et entraîné dans son mouvement de rotation sur lui-même. L'électro-aimant communique avec le réseau de fils métalliques qui courent dans toute l'étendue du train, et dans lesquels un simple mouvement de commutateur permet de lancer le courant de la pile. Aux manchons s'attachent des chaînes qui, soutenues par plusieurs poulies de renvoi, vont porter l'extrémité libre d'un grand levier qui commande le serrage des sabots.

Il résulte de cette description que l'électro-aimant, au lieu d'être, comme autrefois, au repos pendant la marche, est, au contraire, animé du mouvement même du faux-essieu; il est toujours prêt à agir dès que le courant vient à y pénétrer. La rapidité de la manœuvre augmente en conséquence, et le calage des roues peut être obtenu dans un train animé d'une grande vitesse en 1/3 de seconde. On s'est préoccupé avec raison des effets possibles d'une suppression aussi brusque de la rotation des roues; cependant l'expé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rience est loin d'avoir confirmé les craintes que ce choc avait inspiré à l'origine des essais. En réalité, la transmission du mouvement par simple adhérence entre la roue et le faux essieu, permet de légers glissements qui corrigent ce que l'arrêt absolu pourrait avoir de trop brusque, et dans les nombreux essais qui ont été fait depuis plusieurs années, on n'a jamais constaté de rupture de pièces provenant des chocs entre les diverses parties du système.

La transmission du courant à cet électro-aimant, qui est animé d'une si grande vitesse giratoire, a été l'une des questions les plus épineuses que M. Achard ait eu à traiter. Le courant va des fils tendus dans tout le train, à l'électro-aimant qui fait corps avec le faux essieu, par l'intermédiaire des paliers-graisseurs; l'électricité passe du palier en fonte, suspendu au châssis, au cylindre en cuivre rattaché par des coins en bois dur à l'arbre de l'électro-aimant, et, de là, à l'électro-aimant lui-même, à l'aide d'un câble métallique recouvert de gutta-percha. Le courant entre par un des paliers des faux essieux et ressort par l'autre, après avoir traversé l'électro-aimant.

Le chef de train veut-il serrer les freins, il lui suffira de presser un bouton ou de tirer sur une corde. Le courant est aussitôt établi. L'électro-aimant s'arme sous chaque voiture : il entraîne les deux manchons qui y adhèrent avec force; ceux-ci, en tournant, enroulent les chaînes à leur surface, les chaînes soulèvent le levier, et l'enrayage est obtenu. La manœuvre est simple, rapide, et l'on s'en sert dans le train d'essai pour produire les arrêts à chaque station. Pour désembrayer, on interrompt le courant. L'aimant, ramené à l'état inerte, abandonne les manchons, et le levier, cessant d'être soutenu par les chaînes, retombe en écartant les sabots des roues.

Pour cette opération du desserrage, M. Achard a eu à lutter avec bien des difficultés de détail. L'interruption du courant ne suffit pas pour faire cesser subitement l'adhérence entre les manchons et l'électro-aimant; il reste dans les pièces métalliques un magnétisme rémanent qui tend à maintenir le serrage quelques instants après que le courant a réellement cessé d'agir. Pour combattre un tel effet, on a songé à employer le courant inverse qui se produit dans le circuit au moment où l'on fait cesser le courant principal. Mais on a reconnu bien vite que ce correctif ne devait être employé qu'avec une extrême réserve, et des précautions ont été prises pour en affaiblir l'intensité. La rapidité du désembrayage est obtenue, en définitive, par l'augmentation du poids de la tête du grand levier, et par une inclinaison d'un dixième environ donnée aux chaînes qui le soutiennent, par rapport à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'axe des manchons sur lesquels elles viennent s'enrouler. Cette inclinaison est telle, que l'effort de la chaîne tend, par une de ses composantes, à arracher le manchon du plateau où le magnétisme le fait adhérer, ce qui suffit pour vaincre le faible reste de pouvoir attractif conservé par l'appareil.

Nous avons passé en revue, dans cette rapide analyse, les principales améliorations apportées par M. Achard à son embrayage électrique. Les nombreux essais auxquels on a procédé pendant les dernières années sur le chemin du Nord, ont confirmé pleinement les prévisions de l'inventeur, et permettent d'espérer que l'application de l'électricité à la manœuvre rapide des freins est entrée maintenant dans la voie des applications réellement pratiques. M. Achard, en poursuivant pendant une si longue période la solution d'un problème qui a découragé plus d'un inventeur, nous paraît avoir rendu à la science et à l'industrie un véritable service. Nous proposerons, en conséquence, Messieurs, de lui adresser des remercîments pour ses intéressantes communications, et de voter l'insertion au *Bulletin* du présent Rapport avec le dessin des nouveaux appareils.

Signé : Ed. Collignon, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 14 décembre 1877.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 93 REPRÉSENTANT LE FREIN A EMBRAYAGE ÉLECTRIQUE DE M. ACHARD.

Fig. 1. Vue de profil du châssis d'un wagon, auquel est appliqué le frein.

Fig. 2. Vue partielle en-dessus.

Fig. 3. Section, à une plus grande échelle, de l'électro-aimant chargé de mettre le frein en mouvement.

A, arbre ou faux essieu attaché au châssis parallèlement aux essieux du véhicule.

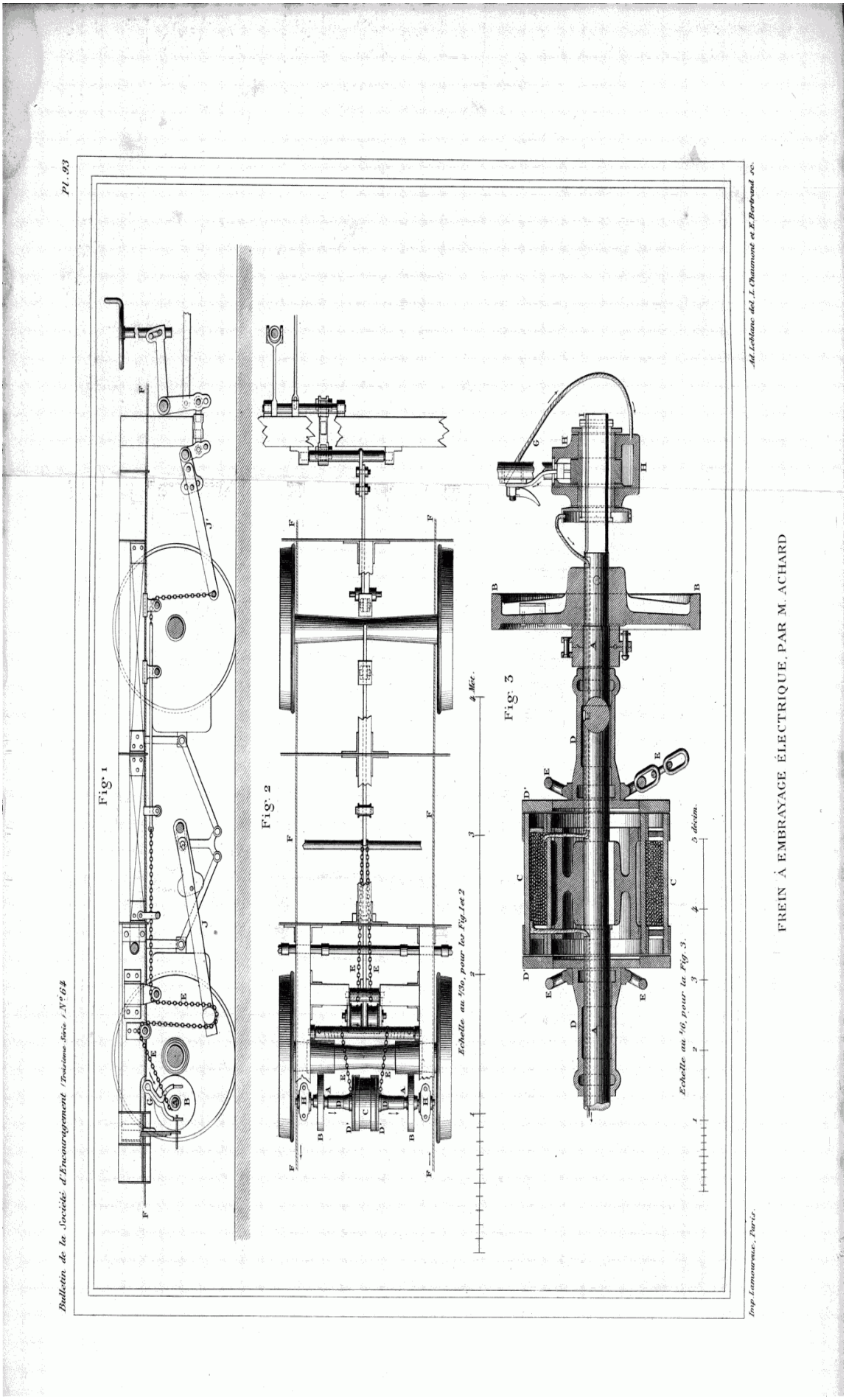
B, B, rouleaux de friction calés sur le faux essieu A, et lui communiquant le mouvement de rotation de l'essieu avec lequel ils sont constamment en contact.

C, électro-aimant faisant corps avec le faux essieu A, qui l'entraîne par conséquent dans son mouvement de rotation.

D D′, D D′, manchons avec plateaux montés fous sur le faux essieu A de chaque côté de l'électro-aimant C, et devenant solidaires de cet électro-aimant dès qu'on fait passer le courant de la pile.

E, E, chaînes attachées aux manchons D D′, D D′ et passant sur un rouleau et des poulies de renvoi pour aller actionner les leviers de commande des freins, dès que le courant est lancé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

F, F, câbles électriques isolés, établis à droite et à gauche tout le long du châssis pour aller porter le courant de la pile dans l'électro-aimant C.

G, dérivation du courant principal, allant à l'électro-aimant en passant d'un côté par le coussinet isolé H, et ressortant par le coussinet opposé.

I, coins en bois isolant le coussinet de l'arbre A (fig. 3).

J, J′, grands leviers actionnés par les chaînes E, dès qu'elles s'enroulent; ils sont soulevés et font appuyer les sabots sur les bandages des roues.

Expériences faites en **1877** *au chemin de fer du Nord sur les trains* **119** *et* **118**.

Train **119**. — Le train était composé de **12** véhicules dont **6** munis du frein, remorqués par la machine Crampton n° **10**, dont les quatre roues porteuses sont soumises à l'action du frein, ainsi que celles du tender. Les **6** véhicules munis du frein étaient divisés en deux groupes de **3** l'un en tête, l'autre en queue, actionnés simultanément, ainsi que la machine, par une seule manœuvre. Voici les résultats obtenus.

ARRÊTS.	VITESSE au moment du serrage.	INCLINAISON de la voie.		CHEMIN parcouru jusqu'à l'arrêt complet.	TEMPS mis à le parcourir.	OBSERVATIONS.
		Pentes.	Rampes.			
	k.	mm.	mm.	m.	secondes.	
Saint-Denis.....	65	»	»	227	21	Frein fait par le commutateur de la machine....
Pierrefitte.....	46	»	2,6	117	16	Frein fait par le commutateur du fourgon de tête.
Gonesse.....	42	»	»	101	15	Frein fait par le commutateur de la machine.... (Rails gras pour toute la durée de l'essai.)
Louvres (gare)..	30	»	1	65	12	Frein fait par le commutateur..... (Le disque à distance était à l'arrêt, a déclenché le commutateur de la machine et par suite appliqué les freins)
Luzarches.....	65	1	»	241	19	Frein fait par le commutateur.
Orry-la-ville....	84	1	»	405	34	Frein fait par le commutateur.
Disques. Chant.	82	5	»	450	»	Frein déclenché par le disque à l'arrêt.
Chantilly (gare).	»	»	»	»	»	Frein fait par le commut. du fourgon de queue.

Train **118**. — Le train **118** était composé de **13** véhicules dont **11** munis du frein, remorqués par la machine Crampton n° **10** se trouvant dans les mêmes conditions qu'au train **119**.

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARRÊTS.	VITESSE au moment du serrage.	INCLINAISON de la voie.		CHEMIN parcouru jusqu'à l'arrêt complet.	TEMPS mis à le parcourir.	OBSERVATIONS.	
		Pentes.	Rampes.				
	k.	mm.	mm.	m.	secondes		
Chantilly.....	37	»	1	61	10		Rails secs pour toute la durée de l'essai.—A Chantilly, il n'y avait que 11 véhicules et 11 freins; dans les autres gares, 13 véhicules et 11 freins. Le frein a toujours été appliqué au moyen du commutateur de la machine.
Orry-la-ville....	50	»	1	85	13	Emploi du sable.	
Luzarches.....	40	»	1	68	9		
Louvres.....	67	1	»	200	20		
Goussainville...	65	»	»	180	17		
Gonesse.....	73	»	»	215	21		
Pierrefitte.....	75	5 et 2,6	»	240	23		
Saint-Denis.....	68	»	»	162	17	Emploi du sable.	

Application du frein électrique au chemin de fer de l'Est.

Depuis le 1er août dernier, le rapide de Paris à Avricourt est muni de freins électriques fonctionnant tous les jours à la vitesse de 80 à 100 kilomètres à l'heure, sur un parcours de 410 kilom. On va voir, par le récit suivant d'un accident arrivé près de Lagny, comment, grâce au système de M. Achard, tout danger a été conjuré.

Le rapide marchait à grande vitesse, 75 à 80 kilomètres à l'heure, au moment où la rupture d'un bandage a fait dérailler le tender en face du talus à proximité de Lagny.

Les voitures, en vertu de la vitesse acquise, allaient se précipiter contre le tender et probablement rouler dans le talus, lorsque le mécanicien conservant tout son sang-froid a porté la main sur le cordon de serrage des freins électriques.

L'action électrique a été instantanée et le ralentissement tellement rapide, qu'il n'y a pas eu de tamponnement entre le premier fourgon et le tender déraillé.

Le train tout entier a pu ainsi être arrêté à une distance très-courte, sans qu'il se soit produit de réaction fâcheuse des véhicules les uns contre les autres.

Personne n'a été blessé, les voyageurs n'ont ressenti qu'une légère secousse et le matériel n'a subi que quelques avaries au tender.

Ce résultat est dû aux soins apportés par la Compagnie de l'Est à l'installation des freins à embrayage électrique.

Le rapide de Paris à Avricourt n'en a été muni qu'après une expérimentation de plusieurs mois sur trains omnibus et après les simplifications et améliorations qui en ont été la conséquence.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il est à remarquer que, sur ce train, deux freins seulement sont soumis à l'action électrique : le fourgon de tête et celui d'arrière.

Des conducteurs électriques portatifs très-simples les relient l'un à l'autre, et permettent d'opérer très-rapidement les intercalations et les retranchements de voitures, sans nuire à la transmission du courant électrique d'un bout du train à l'autre.

C'est ce qui a été établi d'une manière évidente au moment de l'affluence des voyageurs attirés par l'Exposition de 1878. La composition du train variait journellement de 10 à 20 véhicules par suite des additions obligées aux stations principales.

(M.)

COMITÉ DES ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. PIHET, *sur le* NOUVEAU MÉCANISME APPLIQUÉ AUX FERMETURES DE BOUTIQUES, *par* M. CHAVINIER, *rue Servandoni*, 10 *bis*.

Messieurs, la fermeture de beaucoup de magasins s'opère, vous le savez, par le moyen de lames de tôle, formant un rideau métallique, abaissées et relevées par des mécanismes divers.

Les uns se composent de deux vis verticales parallèles, agissant aux extrémités de la lame de tôle ; d'autres, de deux chaînes sans fin, placées dans les mêmes conditions.

Dans l'un et l'autre cas, un mécanisme particulier transmet son mouvement à un arbre horizontal, placé dans l'entablement.

L'on connaît encore, mais plus rarement appliqués, les appareils hydrauliques de M. Saint-Père (1), et l'enroulement des tôles plissées.

M. Chavinier vous a présenté un système qu'il applique aux rideaux métalliques ordinaires, et qui, à l'avantage d'une grande simplicité, joint celui de faire peu de dégâts dans la construction des devantures. Il consiste dans l'emploi d'une chaîne unique, agissant dans le plan de quatre roues, parallèle au plan de la devanture du magasin.

Un treuil placé à portée de la main, active une chaîne sans fin, verticale, soutenue en haut par une poulie de renvoi.

Un des bouts de la lame se fixe au brin intérieur de la chaîne ; l'autre bout se fixe à l'extrémité de la chaîne, passant sur deux poulies de renvoi, placées dans l'entablement, et revient se fixer au brin extérieur. De telle sorte

(1) Voy. *Bulletin* de 1873, 2me série, t. XX, p. 71.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que la mise en action de la chaîne sans fin élève ou abaisse bien parallèlement la lame de tôle, chargée d'entraîner les autres formant un rideau métallique.

Pour maintenir le système à une hauteur quelconque, sans crainte de voir le rideau s'abaisser par son propre poids, l'inventeur a introduit dans son treuil un coin excentrique, qui s'oppose de lui-même à cette descente.

En même temps, et par mesure de sûreté, il a ajouté la roue à rochet avec cliquet, dont on se sert dans tous les treuils.

Nous pensons que ce mécanisme simplifié peut avoir des applications fréquentes, et votre comité vous propose d'approuver son Rapport et de le publier au *Bulletin*, en y ajoutant les dessins nécessaires pour le bien comprendre.

Signé : PIHET, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 14 *juin* 1878.

LÉGENDE RELATIVE AU NOUVEAU MÉCANISME POUR FERMETURE DE BOUTIQUES, CONSTRUIT PAR M. CHAVINIER ET REPRÉSENTÉ PL. 94.

Fig. 1. Vue en élévation partielle du mécanisme, appliqué à une boutique et vu du dehors.

Fig. 2 et 3. Sections transversales.

Fig. 4. Section horizontale partielle, suivant la ligne I, II de la figure 1.

Fig. 5. Détail du mécanisme, vu en élévation partielle de l'intérieur de la boutique.

Fig. 6. Élévation partielle latérale du côté gauche de la figure 3.

Fig. 7. Élévation partielle latérale du côté droit de la figure 3.

Fig. 8. Vue en élévation du côté de la face intérieure de la manivelle et de l'encliquetage.

Les fig. 5, 6, 7 et 8 sont à une échelle plus grande que les fig. 1, 2, 3 et 4.

A, engrenages du moteur à manivelle actionnant la chaîne sans fin.

B, noix-agrafes de la chaîne sans fin.

C, galets de renvoi de la chaîne de traction.

D, chaîne de traction.

E, chaîne sans fin, à l'un des brins de laquelle s'attache la chaîne de traction D.

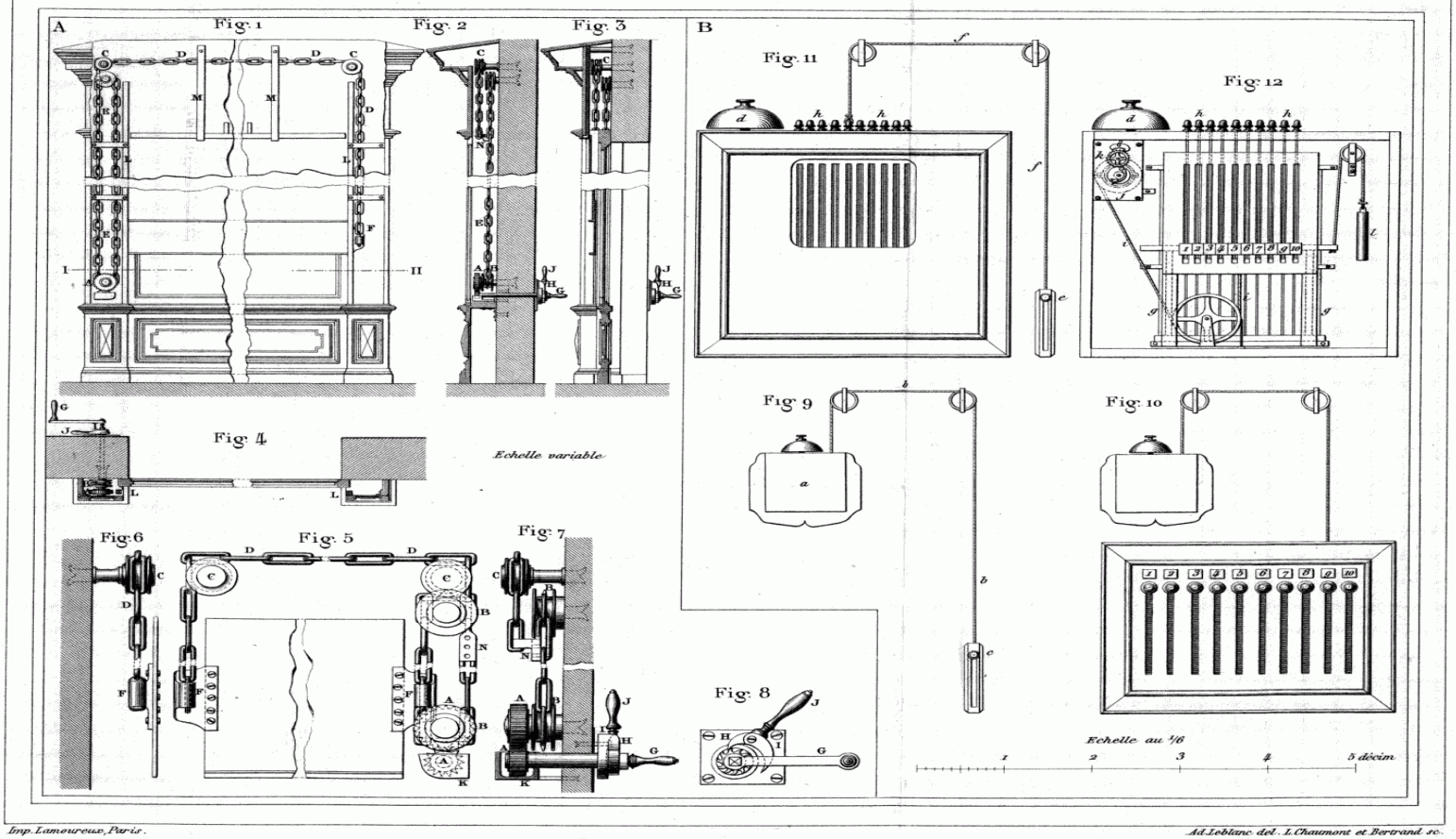
F, attaches du volet inférieur.

G, levier et manivelle du moteur.

H, encliquetage du moteur.

I, frein au moyen duquel s'effectue la descente des volets avec rapidité, sans danger ni fatigue.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Imp. Lamoureux, Paris.

Ad. Leblanc del. L. Chaumont et Bertrand sc.

A. NOUVEAU MÉCANISME POUR FERMETURE DES BOUTIQUES, PAR M. CHAVINIER — B. APPAREILS D'APPEL À SONNERIE TREMBLEUSE, PAR M. LAVILLE

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

J. levier du frein et de l'encliquetage.
K, cuvette de graissage du moteur.
L, montants à coulisses des volets.
M, suspensions des volets.
N, attache de la chaîne de traction et régulateur de la chaîne sans fin.

(M.).

COMITÉ DES ARTS ÉCONOMIQUES

RAPPORT *fait par* M. le commandant SEBERT, *sur les* APPAREILS D'APPEL A SONNERIE TREMBLEUSE, *présentés par* M. LAVILLE, *horloger, boulevard de Reuilly*, 49, *à Paris*.

L'application de l'électricité aux usages domestiques a fait entrer dans nos habitudes l'emploi de sonneries d'appel dites *trembleuses*, qui étaient jusque-là à peu près inconnues, les transmissions mécaniques ne s'appliquant habituellement autrefois qu'à des sonnettes ordinaires ou à des timbres à coups isolés, ou tout au plus à coups doubles.

L'emploi de l'électricité a permis aussi de donner aux sonneries d'appel des dispositions plus commodes et plus confortables, et de leur faire jouer des rôles multiples auxquels se pliaient moins aisément les transmissions mécaniques anciennes.

Mais l'électricité présente, dans la pratique, des inconvénients que les perfectionnements successivement apportés aux différentes parties des appareils, et en particulier à la construction des piles, surtout depuis l'adoption des piles Leclanché, tendent bien à diminuer, mais n'ont pu encore faire disparaître complétement.

L'affaiblissement fortuit des piles, les défauts d'isolement des fils conducteurs, les dérangements accidentels des communications apportent parfois, dans le fonctionnement des sonneries électriques, des perturbations dont les causes ne sont pas, le plus souvent, discernables à première vue, et qui exigent les investigations d'un homme du métier.

Il y a là, en y joignant, du moins pour les plus anciennes, la nécessité d'alimenter périodiquement la pile, des motifs suffisants pour s'opposer, dans un grand nombre de cas, à l'emploi des appareils d'appel électriques. Aussi

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de nombreux inventeurs ont-ils été conduits à chercher à réaliser par d'autres moyens des effets analogues.

Les systèmes les plus répandus parmi ces nouveaux appareils sont les différents modes de transmission par l'air comprimé ou raréfié, à l'aide desquels on est parvenu à imiter, de la façon la plus complète, les effets des sonneries électriques.

M. Laville s'est demandé s'il ne serait pas possible d'obtenir les mêmes résultats avec de simples transmissions mécaniques, tout au moins pour tous les cas où la distance n'est pas trop grande et lorsqu'il s'agit seulement, par exemple, du service d'un appartement ou même d'un hôtel. Il paraît avoir résolu le problème d'une façon très-heureuse.

Il a construit des sonneries trembleuses et des tableaux indicateurs à sonnerie du même genre, reproduisant les effets des appareils d'appel électriques et dans lesquels la force motrice est produite par le simple déplacement d'un bouton mobile dans une rainure.

Son système de sonnerie simple se compose de la sonnerie proprement dite, d'un cordon de tirage et d'un bouton d'appel.

La sonnerie présente l'aspect extérieur d'une sonnerie électrique ordinaire, dite *trembleuse;* une petite boîte en acajou renferme un rouage moteur qui actionne un marteau trembleur, disposé de façon à frapper sur un timbre placé à l'extérieur de la boîte.

Le rouage moteur se compose simplement d'un barillet, contenant un fort ressort spiral, qui se trouve bandé lorsqu'on fait tourner le barillet en sens convenable. Ce barillet en tournant ensuite, dans le sens opposé, par l'effet de la détente du ressort, provoque la rotation de roues dentées qui impriment à la queue du marteau un mouvement d'oscillation rapide.

Le mouvement de rotation nécessaire pour bander le ressort est transmis au barillet à l'aide d'une petite cordelette enroulée sur sa surface extérieure, qui forme tambour; c'est cette cordelette même qui, passant sur de petites poulies de renvoi, constitue le cordon de tirage et de transmission.

Les cordelettes qu'emploie habituellement M. Laville, et qu'il a fait confectionner spécialement pour cet usage, sont en soie avec âme en chanvre et de 2 millimètres de diamètre environ; elles sont très-résistantes, très-flexibles et peu extensibles. On peut d'ailleurs aussi employer, dans les parties rectilignes, des fils métalliques reliés à des cordelettes de longueur convenable passant sur les poulies de retour.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chaque cordelette se termine à un bouton d'appel qui est monté dans un petit cadre métallique, formant une rainure disposée verticalement, dans laquelle il peut coulisser ; cette rainure présente environ 15 centimètres de longueur, ce qui correspond à peu près à un tour de barillet.

Lorsque la sonnerie est au repos, le bouton est au haut de sa course, et le cordon naturellement tendu par suite d'une tension initiale donnée au ressort du barillet. En pesant sur le bouton de façon à le faire descendre dans sa rainure, on opère sur le cordon une traction qui provoque la rotation du barillet.

Aussi longtemps que l'on maintient le bouton avec la main, la sonnerie reste silencieuse ; mais, aussitôt qu'on cesse d'appuyer, la tension du ressort du barillet, qui doit être de beaucoup supérieure à la résistance que peut présenter la mise en mouvement du cordon de tirage et du bouton d'appel, provoque un mouvement inverse qui fait peu à peu remonter le bouton, en même temps que le marteau frappe sur le timbre.

La durée de la sonnerie qui résulte de cette détente, est d'environ quatre à cinq secondes dans les appareils qu'a construits M. Laville ; on peut la rendre d'ailleurs plus courte et la réduire autant que l'on veut, en ne descendant pas le bouton à fond de course et l'arrêtant en un point convenable de la rainure.

On voit qu'il n'y a pas, dans ce système, de mouvement d'horlogerie à remonter à l'avance ; l'action même d'appuyer sur le bouton d'appel donne la force motrice nécessaire pour chaque appel. En outre, par la disposition même de l'appareil, les variations qui peuvent se produire dans la tension de la corde de tirage, par suite d'un emploi prolongé ou par des influences hygrométriques, sont compensées par l'action continue du ressort du barillet, de sorte que la corde reste également tendue. L'appareil peut même être disposé de façon que, si elle vient à se rompre, la sonnerie soit mise en mouvement automatiquement pendant un certain temps et prévienne ainsi de cet accident.

Les poulies de renvoi sont de petites poulies à gorge, construites en laiton ; elles sont munies de chapes disposées de façon à empêcher la corde de s'échapper accidentellement.

Les appareils sont simples d'installation et exigent peu d'entretien ; leur mode de fonctionnement se comprend aisément, et les réparations sont faciles à exécuter en cas de dérangement. A l'aide des poulies de renvoi, les cordons peuvent suivre les sinuosités des murailles et se détourner pour pas-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ser par les ouvertures des baies. M. Laville a pu en installer qui présentent un développement de 40 mètres, et cette limite pourrait sans doute être dépassée en augmentant au besoin la force du ressort du barillet, qui reste encore sensiblement au-dessous de l'effort que l'on peut produire par traction directe avec la main.

Les tableaux indicateurs que construit M. Laville sont de deux espèces : les uns sont des tableaux à plusieurs boutons, dont chacun communique, par un cordon spécial, avec une sonnerie placée dans la chambre du numéro correspondant. On peut ainsi, d'un point central, produire un appel dans différentes chambres. Ce tableau n'est donc que l'assemblage de plusieurs boutons d'appel correspondant à des sonneries différentes ; il ne présente dans son établissement aucune difficulté particulière.

Les tableaux de la seconde espèce sont disposés pour l'opération inverse, de façon à permettre, à l'aide de boutons répartis dans des chambres différentes, de faire marcher une sonnerie unique placée dans un local à part, et de faire apparaître en même temps un numéro correspondant au bouton qui a produit l'appel.

La disposition adoptée est ingénieuse ; la transmission du mouvement du cordon de tirage à la chaînette qui provoque la rotation du barillet de la sonnerie est donnée par une espèce de grille mobile, qui peut être entraînée indifféremment par l'un quelconque des cordons de tirage aboutissant au tableau ; en même temps, le mouvement de ce cordon provoque le soulèvement d'une petite plaque métallique, portant un numéro qui apparaît devant une fenêtre et y reste visible jusqu'à ce qu'on le ramène en place.

Le système de sonnerie de M. Laville se prête aux mêmes applications multiples que les sonneries électriques. Il s'emploie spécialement avec avantage comme signal d'avertissement, pour prévenir lorsqu'on ouvre une porte ; le mouvement est alors imprimé au cordon de tirage par l'action d'un levier, que le haut de la porte vient rencontrer et fait basculer dans le mouvement d'ouverture. Dans cette application, le système Laville présente même, sur les sonneries électriques habituellement employées au même usage, cette supériorité que la sonnerie ne se produit pas tant que la porte est en mouvement pour s'ouvrir, excepté toutefois lorsqu'elle a dépassé une limite fixée par la longueur du levier à bascule.

La sonnerie ne peut marcher, en effet, que lorsque le ressort peut se détendre ; elle sonnera donc lorsque la porte aura franchi, en le laissant libre, le levier qui transmet le mouvement, ou encore lorsque, après avoir poussé

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

légèrement la porte pour l'ouvrir, on la laissera se refermer; mais elle restera silencieuse tant qu'on maintiendra avec la main la porte légèrement entrouverte. On évite donc ainsi l'inconvénient des sonneries prolongées qui, avec les systèmes électriques ordinaires, se produisent dès que la porte est entrebaillée et qui exigent l'emploi d'un commutateur manœuvré à la main pour pouvoir, en cas de besoin, suspendre le passage du courant.

En résumé, Messieurs, les sonneries Laville, d'une disposition ingénieuse, paraissent susceptibles d'être avantageusement employées dans un assez grand nombre de cas et votre comité a l'honneur de vous proposer de remercier M. Laville de son intéressante communication et d'ordonner l'insertion du présent Rapport au *Bulletin* de la Société avec les dessins des appareils dont il s'agit.

Signé : SEBERT, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 28 *juin* 1878.

LÉGENDE RELATIVE AUX APPAREILS D'APPEL A SONNERIE TREMBLEUSE DE M. LAVILLE, REPRÉSENTÉS PLANCHE 94.

Fig. 9. Vue en élévation du système de sonnerie simple.

a, boîte surmontée d'un timbre et renfermant le rouage qui actionne le marteau de ce timbre; ce rouage est visible sur l'une des figures suivantes.

b, cordon moteur du rouage, passant sur des poulies de renvoi et aboutissant au bouton d'attaque.

c, bouton d'attaque coulissant dans une rainure.

Fig. 10. Vue en élévation de face d'un tableau indicateur à dix boutons; à chaque bouton correspond un cordon et une sonnerie pareils à ceux que représente la figure. C'est le système permettant, du lieu central où est placé le tableau, de produire un appel sur dix points différents.

Fig. 11. Vue en élévation de face du système permettant de réaliser l'opération inverse, c'est-à-dire permettant à l'aide de boutons d'appel isolés, analogues à celui de la figure 9 et répartis sur différents points, de faire marcher une sonnerie unique adaptée à un tableau, lequel est placé sur un point central et porte des numéros indicateurs en nombre égal à celui des boutons d'appel. Dans le modèle représenté, où les numéros sont au nombre de dix, on n'a figuré qu'un seul des dix cordons.

Fig. 12. Vue en élévation de face du même système sans les cordons, le couvercle antérieur du tableau étant enlevé pour laisser voir le mécanisme.

d, timbre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

e, l'un des dix boutons d'attaque.

f, l'un des dix cordons de tirage.

g, grille à laquelle sont attachés les dix cordons destinés à la faire glisser de bas en haut, dès qu'on tire un des boutons d'attaque.

h, tiges au nombre de dix, portant chacune, à leur extrémité inférieure, un numéro correspondant à celui du bouton d'attaque; elles se relèvent sous l'action des cordons, en entraînant les numéros à la partie supérieure de la rainure où ils deviennent apparents.

i, corde fixée d'une part à la grille *g*, et passant sur une poulie de renvoi pour aller se rattacher au barillet de la sonnerie; il suit de là que, dès qu'un cordon quelconque fait monter la grille, celle-ci en montant tire la corde *i*, qui met la sonnerie en mouvement.

j, mécanisme de la sonnerie.

k, petite roue dentée, actionnant la queue du marteau qui frappe le timbre à l'intérieur.

l, contre-poids sollicitant le système à redescendre.

(M.)

ARTS PHYSIQUES.

RAPPORT *fait par* M. le comte DU MONCEL, *au nom du comité des arts économiques, sur le* SYSTÈME DE RÉGLAGE DES APPAREILS MORSE *de* M. DUMOULIN-FROMENT, *rue Notre-Dame-des-Champs*, 85, *à Paris*.

Pour obtenir d'une armature d'électro-aimant le mouvement oscillatoire, nécessaire aux impressions fournies par le télégraphe *Morse*, on est obligé d'employer une force antagoniste à l'action magnétique et qui est ordinairement constituée par un ressort à boudin que l'on tend plus ou moins au moyen d'un treuil, suivant l'énergie des courants transmis. Comme le magnétisme rémanent dans un électro-aimant dépend de l'intensité du courant qui le traverse, et qu'une ligne télégraphique varie fréquemment de résistance, tant à cause des dérivations du courant qui s'y manifestent que par les courants accidentels qui s'y développent constamment avec une force plus ou moins grande, on est souvent obligé de régler la tension du ressort antagoniste, et quand l'appareil doit passer du service d'une ligne courte à celui d'une ligne longue, comme cela a lieu dans les petits bureaux, il peut arriver que le réglage par le ressort antagoniste ne suffise pas, et il faut alors

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

procéder à un réglage par l'éloignement de l'armature des pôles de l'électro-aimant. Mais, comme le levier auquel est fixée cette armature doit avoir une position déterminée pour fournir des impressions convenables, et qu'on ne peut, avec les dispositions ordinaires, faire varier la distance entre l'armature et l'aimant sans troubler le réglage, il a fallu combiner des systèmes basés sur un autre principe, et plusieurs dispositifs plus ou moins ingénieux ont été proposés par plusieurs constructeurs.

L'un des plus simples, est celui que M. Dumoulin-Froment a appliqué aux appareils qu'il a présentés à la Société. Il consiste à disposer l'électro-aimant sur une plate-forme susceptible de tourner et de déplacer angulairement le plan de sa ligne axiale. Comme dans les différentes positions qu'il peut prendre alors par rapport à l'armature qui est forcément fixe, la distance des pôles électro-magnétiques à l'axe de l'armature est plus ou moins grande, la force attractive échangée entre ces deux organes varie avec l'angle qu'ils font entre eux, et l'on peut ainsi obtenir un réglage entre des limites très-éloignées, sans toucher aux différentes pièces de l'appareil et sans même avoir besoin de l'arrêter dans sa marche. La plate-forme tournante est d'ailleurs disposée à frottement gras, c'est-à-dire de manière à rester fixe dans la position où on la place, et, pour cela, elle tourne sur une rondelle flexible, faisant ressort, que son axe traverse avant de s'appuyer sur la crapaudine où il pivote.

M. Dumoulin-Froment a aussi adapté au mécanisme de l'appareil un régulateur tout particulier qui est représenté par deux lames vibrantes, dont la tige est à hélice et qui portent des curseurs pesants, au moyen desquels on peut faire varier la vitesse de l'appareil. On sait, d'après les expériences faites avec les télégraphes Hughes, sur lesquels un régulateur de ce genre est adapté, que l'uniformité de mouvement est parfaitement obtenue de cette manière, et on peut le reconnaître aisément par la longueur de défilement du papier en une minute, au moment où l'appareil vient d'être remonté et au moment où il est sur le point de s'arrêter. Cette longueur ne varie que de $1^{m},70$ à $1^{m},60$ avec le système de M. Dumoulin, alors qu'elle varie de $1^{m},70$ à $1^{m},40$ avec les régulateurs à ailettes employés ordinairement.

L'appareil de M. Dumoulin est, du reste, très-employé sur nos lignes télégraphiques et l'on s'en montre très-satisfait.

En conséquence des avantages réels que ce système a apportés à la télégraphie, votre comité des arts économiques vous prie, Messieurs, de décider

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que des remercîments soient adressés à M. Dumoulin-Froment pour son intéressante communication et que le présent Rapport soit inséré au *Bulletin*.

Signé : Comte DU MONCEL, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 28 juin 1878.

CHEMINS DE FER.

LES IDÉES ET LES ÉTUDES DE M. DUPONCHEL SUR LE CHEMIN DE FER TRANS-SAHARIEN, PAR M. LE BARON BAUDE, VICE-PRÉSIDENT DU CONSEIL (*pl.* 95) (1).

Messieurs, nous venons vous entretenir d'un projet qui vous paraîtra peut-être quelque peu fantastique au premier abord. Il s'agit, en effet, de la construction d'un chemin de fer à travers le Sahara et dont la première étape serait simplement d'Alger à Tombouctou (2).

Des locomotives courant à travers un désert sans eau, dans d'immenses solitudes, avant d'atteindre les bords du Niger qui ne nous sont connus que par les récits de rares et hardis voyageurs ; une voie ferrée établie sur ces sables arides, qui ne sont plus même foulés par des caravanes, depuis que la traite a cessé entre le Soudan et l'Algérie ; cela ne paraît-il pas insensé et n'êtes-vous pas disposés à m'accueillir avec le dédain que vous accorderiez au rapporteur de quelque invention fondée sur le mouvement perpétuel ?

Malgré ces fâcheux pronostics, je viens vous demander quelques instants d'attention pour apprécier un projet qui, au fond, est très-sérieux et mérite un sérieux examen.

Et, d'abord, quel en est l'auteur ? Qu'est-ce que M. Duponchel ?

M. Duponchel est un ingénieur en chef des ponts et chaussées qui a dirigé avec succès d'importants travaux, qui a publié un traité très-estimé d'hydraulique et de géologie agricole.

Le nom de l'auteur, connu de quelques-uns d'entre vous, peut-être, par la lecture de publications intéressantes, sensées, souvent spirituelles, est

(1) Communication faite dans la séance du 14 février 1879.

(2) Le chemin de fer Trans-Saharien, jonction coloniale entre l'Algérie et le Soudan, par A. Duponchel, ingénieur en chef des ponts et chaussées. Hachette, 79, boulevard Saint-Germain.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

donc une première recommandation pour ne pas mettre de côté, de prime abord, des études déjà anciennes et toujours consciencieuses.

Notre colonie algérienne occupe les côtes de la Méditerranée, au sud, sur une longueur moyenne de 950 kilomètres et une profondeur, variable sans doute jusqu'au désert, qu'on peut estimer à 300 kilomètres, c'est-à-dire environ 27 500 000 hectares. Il y a, en Algérie, 300 000 colons, et dans ce nombre, cultivateurs ou habitants des villes, 30 000 Français. La population arabe ou maure est estimée à 2 500 000 âmes.

Que l'on soit partisan de tel ou tel système de colonisation, on peut dire que la nôtre a fait peu de progrès depuis près d'un demi-siècle que nous occupons les provinces de l'Algérie.

Cela tient à diverses causes que nous n'avons pas la prétention d'approfondir. Les Français, qui se trouvent bien chez eux, émigrent difficilement ; le partage des successions donne à chacun un bien-être relatif. Il n'y a plus, comme autrefois, et nous disons heureusement pour le plus grand nombre, de ces fils de famille qui allaient chercher fortune dans les pays lointains, qui y portaient cet esprit français, dont on trouve encore des traces dans les colonies prospères que nous avons perdues.

Toutefois, le temps qui s'est écoulé depuis la prise de possession de notre colonie africaine, la conviction que nous y sommes pour toujours et qu'elle fait bien réellement partie de la France, indiquent que nous ne sommes pas au bout des sacrifices utiles qui, de ce côté, sont imposés à notre pays.

Séparées de la Nigritie ou Soudan par le Sahara qui a 1 900 kilomètres de traversée, presqu'en suivant le méridien de Paris, est-il possible de rattacher ces contrés, si riches par le sol, à nos possessions d'Afrique et de créer ainsi un vaste empire colonial sous la protection de la France et à son profit?

Il serait impossible, dans la courte notice que nous vous présentons, d'énumérer tous les avantages politiques et commerciaux qui sont développés dans le livre de M. Duponchel, avec beaucoup de sens, de précision et une connaissance parfaite de l'Algérie.

Il a recueilli, d'autre part, sur cette Afrique centrale, les données diverses, mais certaines par leur concordance, dues à d'illustres et courageux voyageurs, tels que Mungo Parck, Barth, le major Laing, Caillé, Livingstone, Caméron et Stanley.

Voilà donc l'Algérie et Marseille d'un côté; de l'autre, d'immenses territoires, peuplés, fertiles, à échanges réciproques : leur trait d'union est le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sahara. Est-il possible de l'établir ? Sans autre préambule, abordons de front le projet de M. Duponchel.

Le chemin de fer d'Alger à Oran, aujourd'hui en exploitation, passe par un village qu'on appelle Affreville : c'est à cette station que commencerait le chemin Trans-Saharien. Affreville est à 120 kilomètres d'Alger.

	Kil.
De la station d'Affreville à Laghouat, dernière oasis de l'Algérie, avant le désert, sous le méridien de Paris, la longueur est de.	354
De Laghouat à la Daya de Saffel.	50
De la Daya de Saffel à El-Goléah, village visité par plusieurs de nos officiers d'Afrique.	300
De El-Goléah à Bouguemma, première oasis de l'Aouguerout. . .	310
De Bouguemma à Taourirt, dernière oasis du Touat.	360
Traversée du Tanzérouf.	450
De Tanzérouf à Bamba, sur le Niger.	450
Ligne transversale de Bourroum à Tombouctou.	300
	2 574
On peut admettre que le chemin Trans-Saharien formerait un centre principal, une grande station, à son point de jonction avec le Niger, à Bamba, de sorte que la ligne Trans-Saharienne aurait entre Laghouat et le Niger, une longueur de.	1 920 kil.
D'Affreville au Niger, à Bamba.	2 274 —
D'Alger au Niger.	2 394 —
Enfin d'Alger à Tombouctou, en supposant Bamba à peu près à égale distance de Tombouctou et de Bourroum.	2 544 —

Nous avons tenu à préciser le tracé de M. Duponchel, de manière à ne pas nous égarer dans les considérations qu'il présente pour l'appuyer et en justifier la possibilité. Il en évalue, d'ailleurs, la dépense sur 2 574 kilomètres à construire, à 400 millions, soit une moyenne d'environ 160 000 francs par kilomètre de chemin à deux voies.

Les principes généraux, qui peuvent engager le gouvernement d'une nation comme la nôtre à étudier un projet comme celui de M. Duponchel, s'appuient sur la nécessité de chercher au dehors un placement fructueux des capitaux qui ne sauraient trouver à s'employer chez nous. L'épargne est abondante, bien plus en France que chez les nations voisines, et il vaut peut-être mieux en chercher l'emploi ailleurs que dans la création locale de chemins de fer sans voyageurs, de canaux sans batellerie, et de ports de mer sans navigation.

Le Soudan, pays situé au-delà du Sahara, coupé en deux parties presque

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

égales par le méridien de Paris, pays fertile et salubre, habité par une race noire, très-propre aux travaux agricoles, a présenté à M. Duponchel, des conditions inespérées de prospérité pour l'Algérie et la France.

Suivant le docteur Barth, le Soudan, arrosé par de grandes rivières, baigné par de grands lacs intérieurs, ombragé par des arbres magnifiques, peut produire, en quantités illimitées, le riz, le sésame, les arachides, la canne à sucre, le coton, l'indigo, etc. C'est ce pays qu'il s'agit de rattacher à l'Algérie, à Marseille, à la France, et, suivant M. Duponchel, ce projet serait beaucoup plus facilement réalisable que ne l'était le chemin de fer du Pacifique construit en trois années, sur 3 080 kilomètres de longueur entre San Francisco et Sacramento, chemin se maintenant pendant plus de la moitié de sa longueur sur des faîtes de 1 800 mètres d'altitude, avec d'immenses travaux défensifs, comme, par exemple, sur les versants de la Sierra Névada, où, pour se préserver des avalanches, le chemin passe sous des abris en charpente, véritables tunnels qui n'ont pas moins de 70 kilomètres de longueur.

Le chemin du Pacifique est, sans doute, plus long que ne le serait le Trans-Saharien, mais les difficultés très-grandes, que présentait l'un, ne sauraient être assimilées à celles que pourrait présenter l'autre.

Voyons donc ce que peut être un chemin de fer à travers le Sahara, avec le peu de connaissances locales que nous avons sur ce grand désert.

Le tracé du chemin de fer d'Affreville à Laghouat, où le Sahara commence à se révéler, ne présente pas plus de difficultés, sur les 384 kilomètres, que les chemins de fer algériens en cours d'exécution.

Nos colonnes d'exploration n'ont pas été plus loin que El-Goléah, au Sud, à 350 kilomètres de Laghouat. Au delà du soulèvement du massif atlantique, paraissent des terrains mollement ondulés, dont les plissements conservent des directions parallèles à celles du littoral de l'Est à l'Ouest. Une vallée sèche, connue sous le nom d'O-lua, paraît s'étendre, en dépression, jusqu'à l'oasis de El-Goléah.

On a quelques données sur les parties du désert qui séparent El-Goléah des oasis du Touat, à 700 kilomètres au-delà. Mais après Taourirt, la dernière de ces oasis, on n'a d'autres appréciations que celles de Caillé, sur une contrée qui paraît plate, complétement dépourvue d'eau, où la route de la caravane, dont il faisait partie, était marquée par les squelettes d'animaux, probablement morts de soif. Caillé, cependant, indique dans son itinéraire deux villages, dont l'un, Arouah, aurait une population de 3 à 4 000 âmes.

Le Sahara ne paraît pas être, au point de vue géologique, comme on l'avait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

supposé d'abord, une mer émergée. Compris entre le 16° et le 34° de latitude, il appartiendrait, dans sa partie occidentale, à la formation granitique qui constitue l'ossature des monts Hogghars, dont les sommets neigeux accusent des altitudes de 2 500 à 3 000 mètres. D'après M. Pomel, qui a fait une étude particulière de la géologie du Sahara, ces roches semblent se continuer jusqu'au Niger, où Barth les a reconnues dans le grand coude septentrional du fleuve qui sépare Barroum de Tombouctou.

Le Sahara serait donc constitué par un sol dur et résistant, et les dunes de sable qu'on supposait former la totalité de sa surface, n'en occuperaient que la neuvième partie, tout au plus. Si le Sahara n'est pas une mer émergée, les dunes seraient dues à la désagrégation de roches sous une action solaire continue, et dont les débris seraient distribués, sous l'action des vents violents du désert, en collines éparses. Quoi qu'il en soit, ces monticules, qui n'ont pas plus de 20 à 30 mètres de hauteur, rattachés aux thalwegs par des pentes douces, ne sont pas de nature a créer des obstacles à l'établissement d'une voie de fer.

Toutefois, dans les parties où ces dunes de sable sont soulevées par les vents, il faudra garantir le chemin de fer par des tunnels en charpente. On évalue à 40 kilomètres de longueur ces parasables : ce chiffre peut être insuffisant, mais voilà tout.

Ce qui nous frappe surtout, dans les conjectures de M. Duponchel, sur la constitution physique du Sahara, c'est l'incertitude sur la question des eaux. Trouvera-t-on des eaux dans les réservoirs de calcaire fissuré qui paraissent sur un grand nombre de points du Sahara, et qui forment des sources en quelques points? Y aura-t-il, dans les vallées, de ces eaux stagnantes qui, desséchées, en partie, par le soleil à la surface, se répandent en nappes à une certaine profondeur et que révèlent les sondages artésiens?

Ces espérances sont partagées par des voyageurs et des géologues, tels que M. Barth et M. Pomel, qui assurent que les sources souterraines ne sauraient manquer sur des espaces supérieurs à 50 kilomètres environ. Un refoulement d'eau à ces distances n'auraient rien d'extraordinaire. Mais, de là, à l'établissement de pompes élevatoires qui, prenant l'eau aux deux extrémités de la ligne, formeraient une suite de bassins où de nouvelles pompes les porteraient au centre de Sahara, il y a loin. On accumulerait vainement les millions, on ne parviendrait pas à avoir une exploitation pratique.

Le devis de M. Duponchel, qui porte à 400 millions la dépense totale du chemin de fer à deux voies de 2 574 kilomètres de longueur, est établi avec

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

soin. Toutefois, sans parler des éventualités que présente, de prime abord, un projet de ce genre, nous lui dirons, qu'une pose de double voie, avec les sujétions de transport, à 33 francs le mètre courant, est un prix insuffisant et qu'il doit être de moitié en sus ; que les bâtiments de stations et gares sont estimés trop bas à 5 millions. Il faut, sur un chemin de fer comme celui du Sahara, des gares qui soient de petites forteresses, car, malgré l'éparpillement des Touaregs, gens qui parcourent le désert et qui le dominent, on doit bien s'attendre à quelques attaques. Il faut, d'ailleurs, sinon des passages à niveau, au moins, des postes fréquents pour les équipes d'entretien de la voie. Pour tout cela, il faut de l'eau et toujours de l'eau.

La consommation d'eau, pour l'alimentation des machines, à raison de trois trains par jour, dans chaque sens, est supposée devoir être de 4 000 mètres cubes en vingt-quatre heures. Le calcul de M. Duponchel est exact : en effet, d'après des expériences bien contrôlées, un train de marchandises, avec pentes dans le voisinage de 5 millimètres par mètre, consommera 300 litres par kilomètre, en y ajoutant un dixième de gaspillage, 330 litres ; ce qui ferait, pour un parcours de 12 000 kilomètres dans le désert, 3 960 mètres cubes. Mais il y a l'alimentation du personnel, les lavages, les arrosages nécessaires : admettons donc que l'on doit trouver dans le désert au moins 6 000 mètres cubes d'eau de débit journalier.

Sous le bénéfice de ces insuffisances et de quelques autres, le matériel roulant, par exemple, nous estimons que la dépense devrait être portée à 500 millions.

Il est évident que, après des études complètes, la construction du chemin de fer du Sahara s'avancerait peu à peu sur des rails posés provisoirement, mais suivis à bref délai d'une pose définitive : la voie pourvoirait elle-même au transport des matériaux et au delà. Il faudrait, bien entendu, que les travailleurs, qui seraient en grande partie des indigènes, fussent protégés par une escorte suffisante.

Des officiers très-compétents qui habitent, depuis longtemps, l'Afrique et particulièrement les frontières du désert, estiment qu'une escorte de cent hommes, bien armés, suffirait pour résister à toutes les attaques des Touaregs ou autres, dans des reconnaissances qui devraient précéder l'établissement d'un projet définitif. La population du grand désert, évaluée à 1 500 000 âmes par Duveyrier, est fort éparpillée et ne peut former un rassemblement menaçant.

Ces dépenses d'escorte sont évaluées à 10 000 francs pour aller jusqu'à El-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Goléah, à 100,000 francs jusqu'aux oasis du Touat et à 800,000 francs jusqu'au Niger, avec des durées d'exploration qui seraient de un mois, trois mois ou un an : il faudrait doubler la dépense, en tenant compte du personnel et de l'outillage des explorateurs.

L'excursion sur El-Goléah serait un essai d'organisation de caravane : elle servirait à confirmer ce que nous savons déjà, bien que nos colonnes militaires aient atteint cette oasis par une route différente de celle proposée.

Une seconde exploration, poussée jusqu'aux oasis du Touat serait la plus intéressante et la plus instructive. On serait là au milieu d'une population relativement nombreuse. Instruits déjà par le parcours de 1 000 kilomètres dans le désert, nos ingénieurs trouveraient, à Taourirt, des données à peu près certaines sur la partie la moins connue du Sahara.

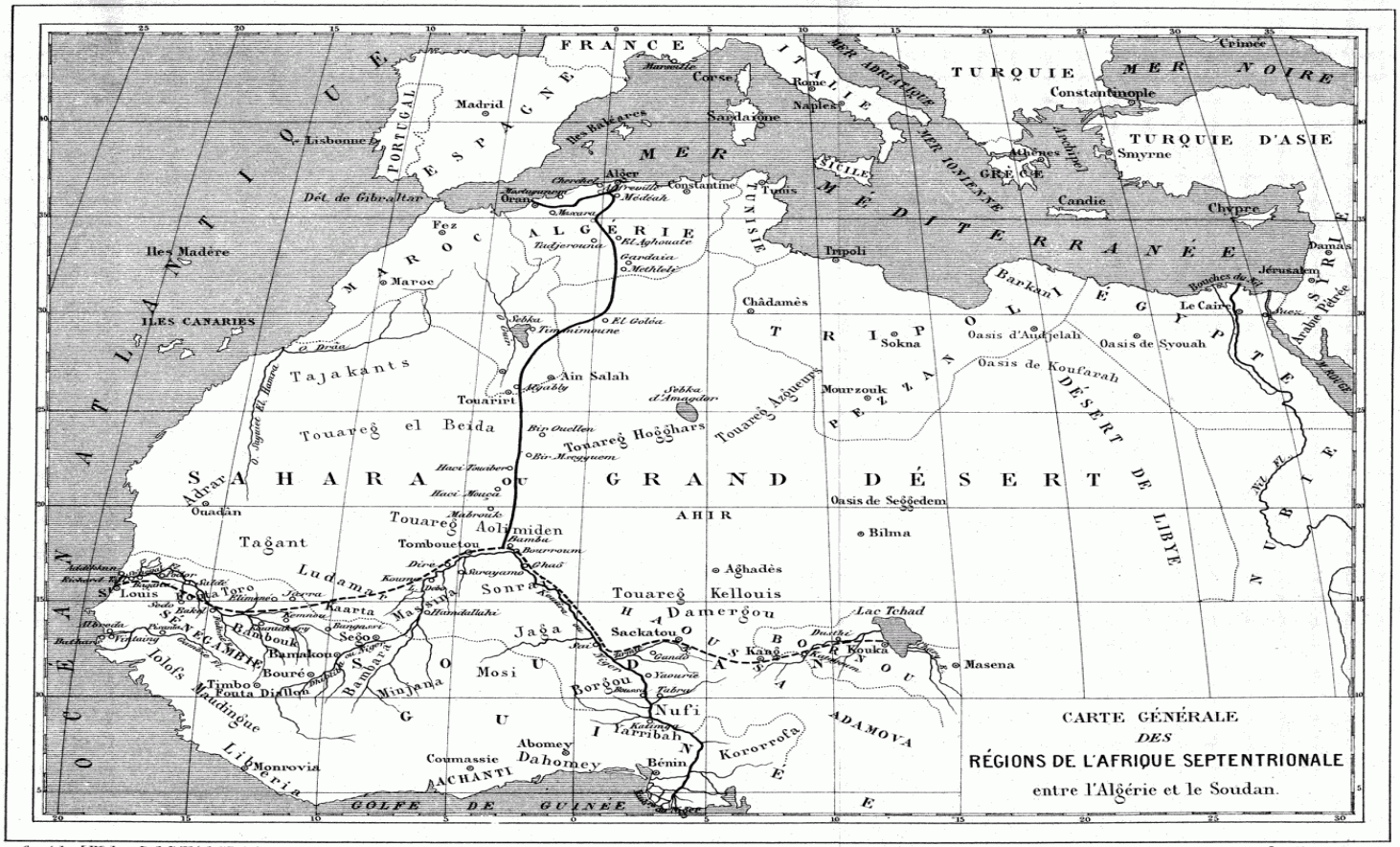
A chaque année son labeur ; mais il faut commencer. On verrait ensuite si une nouvelle exploration pourrait être poussée jusqu'au Niger. Les populations de la Nigritie, Nègres, Foulbes, Musulmans ne sauraient être hostiles à une sorte d'ambassade, armée si l'on veut, mais pacifique au fond et surtout dans les formes.

M. Duponchel est entré dans de longs calculs pour démontrer que le chemin de fer du Sahara devant coûter 400 millions, produirait 45 millions de recettes brutes ; revenu plus que suffisant pour payer les frais d'exploitation et assurer un revenu à 5 pour 100 aux capitaux engagés.

Ces évaluations sont nécessairement fort hypothétiques, et il est difficile de savoir ce que des graines oléagineuses, des cotons, du riz, de la gomme, etc., échangées contre du sel et autres produits du désert ou de la France, pourront produire, ces marchandises étant grevées, dans un parcours total, d'une charge qu'on ne saurait évaluer à moins de 20 francs par tonne pour la traversée du désert. Il n'y a pas là, sans doute, les éléments nécesaires pour déterminer une Compagnie à prendre l'affaire en main ; mais le temps mûrit les idées, et l'on n'en est pas encore à discuter les conditions favorables qu'on pourrait faire à l'industrie privée, car son intervention dans la création d'une aussi grande entreprise est aussi indispensable que l'aide du gouvernement de la France pour la conduire à bien.

Une fois bien fortifiée à Bamba, entre Bourroum et Tombouctou, la tâche de la Compagnie saharienne ne serait pas finie. Le chemin de fer, en descendant le Niger, en contournant son grand coude occidental jusqu'à la latitude de Sakatou, se dirigerait vers le lac Tchad, cet immense lac intérieur vers lequel les Anglais semblent disposés à pousser un chemin de fer dont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Gravé chez L. Wuhrer R. de l'Abbé de l'Epée 4. Imp. Mouveq. Paris.

ÉTUDE DU CHEMIN DE FER TRANS-SAHARIEN PAR Mr DUPONCHEL

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'origine serait à Zanzibar. On pourrait ensuite, reprenant le cours du Niger, descendre le fleuve jusqu'au golfe de Benin, en évitant le delta de l'embouchure, connu par son insalubrité.

Dans ses projets complémentaires, M. Duponchel produit sur ses cartes une autre branche qui, à partir de Tombouctou, remonte le cours du Niger, et l'abandonne bientôt, pour franchir le faîte qui le sépare du Sénégal pour aboutir vers nos possession de la Sénégambie et finalement à Saint-Louis.

Ce grand pays du Soudan, qui contient plus de 200 millions d'hectares et près de 50 millions d'habitants, peut être abordé de plusieurs côtés par la civilisation européenne, soit par Zanzibar, bien plus éloigné de Tombouctou que ne l'est Alger, soit par le Sénégal, où notre population, nos intérêts sont bien plus infimes, où le climat n'a point la salubrité de l'Algérie et du désert, soit enfin par Tripoli, qui joindrait Tombouctou par un autre chemin de fer Trans-Saharien.

Parmi ces solutions, le chemin de fer Trans-Saharien, dans la direction voisine du méridien de Paris, paraît devoir être préféré,

Nous ne discuterons par deux variantes de tracé, l'une à l'Est, l'autre à l'Ouest, qu'examine M. Duponchel et qui viennent se joindre à Taourirt; elles soulèvent des discussions intéressantes, sans doute, mais qui nous entraîneraient trop loin et allongeraient inutilement un exposé que vous trouverez peut-être déjà trop long.

On ne saurait en dire autant du Mémoire très-développé de M. Duponchel qui, en dehors de son projet technique, présente des aperçus très-justes sur le système de la colonisation algérienne, et sur le rôle qui devrait être réservé à une population arabe sérieuse, soumise aujourd'hui, et dont on n'a pas tiré tout le parti désirable.

Nous estimons donc qu'il y aurait lieu, dans l'intérêt non pas seulement de l'Algérie, mais du pays entier :

1° De faire faire une étude définitive du projet de chemin de fer d'Alger à Laghouat.

2° D'organiser une colonne d'expédition pour explorer le Sahara jusqu'aux oasis du Touat, où l'on pourrait avoir des renseignements certains sur la partie méridionale du désert. Les 200 000 francs que l'on consacrerait à cette exploration, aux opérations de sondage, de nivellement, de lever topographiques, seraient certainement un argent bien employé, quel que soit le résultat de cette reconnaissance.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On nous annonce pour près de cinq milliards de travaux publics : puissent les études faites à travers le Sahara nous démontrer que le chemin de fer d'Alger à Tombouctou pourrait prendre sa part dans ce budget de l'avenir !

Nous n'osons nous proposer, Messieurs, d'exprimer les mêmes vœux ; mais nous sommes certains que ceux d'entre vous qui liront le Rapport sur le chemin de fer Trans-Saharien ne pourront se défendre d'un sentiment de vraie sympathie pour son auteur.

BIOGRAPHIE.

ÉLOGE DE M. ANTOINE-JÉROME BALARD, PAR M. J.-B. DUMAS, MEMBRE DE L'ACADÉMIE FRANÇAISE, SECRÉTAIRE PERPÉTUEL DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES (1).

Messieurs, il y a trois ans, le 30 mars 1876, l'Académie perdait un de ses membres les plus illustres, les plus estimés, les plus aimés, Antoine-Jérôme Balard. Notre confrère avait exigé qu'une grande simplicité fût observée pour ses obsèques, et n'avait pas même voulu que l'un de nous fît entendre sur les bords de sa tombe l'expression de nos unanimes regrets. Une foule émue, cependant, l'accompagnait à sa dernière demeure, et, dès le lendemain de ses funérailles, des voix attendries s'élevaient de tous côtés pour rendre un large hommage à sa mémoire au nom de la science et du pays.

Ses découvertes brillantes, utiles, incontestées ; son âme droite et sincère, son cœur ouvert et chaleureux, son caractère naïf et séduisant, tout avait été rappelé en termes touchants et célébré d'un commun accord. Le temps n'a rien changé à ces pures manifestations de la première heure, et le souvenir de M. Balard demeure parmi nous comme celui d'un confrère du commerce le plus sympathique, d'un savant honoré dans les deux mondes, d'un esprit charmant, sensible à toutes les beautés de la poésie et des lettres, d'un ami sûr et fidèle à toutes ses affections.

Plus jeune que moi, M. Balard m'avait remplacé comme professeur à la Sorbonne et comme inspecteur général de l'Université ; je comptais sur lui pour rendre à ma mémoire ce témoignage d'affection et de justice que je m'étonne d'avoir à rendre à la sienne aujourd'hui. Compatriotes, presque contemporains, initiés à la vie scientifique dans les mêmes conditions, tout avait préparé les quarante années d'étroite intimité qui nous ont unis et dont la pensée gonfle mon cœur en ce moment.

(1) Lu dans la séance publique annuelle du 10 mars 1879.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La vie scientifique de notre confrère se concentre presque tout entière dans une découverte considérable, accomplie au début de sa carrière; on aime à le suivre pendant les jeunes années qui l'avaient préparé à cette action d'éclat; car l'histoire de la science offre bien peu d'exemples d'une aussi précoce maturité.

Balard était né dans une petite maison du faubourg de Figueirolles, à Montpellier, le 30 septembre 1802, de parents vignerons peu aisés; mais la Providence lui ménageait des compensations dont il devait se montrer digne. Destiné à suivre dans une médiocrité voisine de la gêne la carrière laborieuse de sa famille, M^me^ Vincent, sa marraine, une seconde mère, frappée de sa bonne grâce et de sa vive intelligence, voulut se charger de son éducation et lui fit suivre les classes du lycée de Montpellier. Les ressources des siens étant nulles, sa marraine elle-même n'étant pas riche, la jeunesse de Balard n'en connut pas moins les privations, la vie austère et dure; il apprit de bonne heure, et ne l'oublia plus, à se contenter de peu, à tout supporter et même à tout braver. Indifférent au froid comme au chaud, insensible à la fatigue, ennemi du luxe et n'appréciant guère le bien-être, il a traversé la vie de Paris comme un passant qui se contenterait d'y camper sous sa tente. Professeur au Collége de France et à la Sorbonne, inspecteur général de l'Enseignement supérieur, membre de l'Académie des sciences et du Conseil de l'instruction publique, respecté dans toutes ces situations et tenant partout sa place, Balard, rentré dans son cabinet d'une simplicité monacale, entouré de quelques meubles de hasard, se retrouvait avec une satisfaction singulière dans ce refuge dont le plus modeste étudiant ne se fût pas contenté. Il semblait s'y reconnaître et s'y complaire comme l'hirondelle voyageuse revenue au nid d'argile qui protégea sa jeunesse. Sa vive imagination savait tout embellir du reste, et cette chambrette si mal meublée lui rappelait les heures les plus heureuses de son adolescence.

Pendant qu'il suivait les études du lycée, Balard avait trouvé, en effet, près de la mansarde où il couchait, un galetas renfermant quelques centaines de volumes dépareillés, entassés au hasard. Heureuse rencontre! A seize ans, Balard avait beaucoup lu; il avait vécu au milieu des grands écrivains de la France; il s'était familiarisé avec les hautes pensées de la morale, avec les méthodes de la logique, aussi bien qu'avec les jeux de l'imagination et les finesses de l'esprit. Il avait appris et retenu des pièces tout entières, et, dans les dernières années de sa vie, s'il aimait à s'enfermer pour savourer en délicat quelque nouveauté qui l'avait séduit, il ne lui plaisait pas moins de retrouver au fond de sa mémoire et de redire avec une verve méridionale, au grand plaisir de sa jeune famille ou de ses amis, quelques-unes des belles poésies qui avaient charmé ses premiers ans.

Ces lectures abondantes, cette appréciation personnelle de chacune d'elles, cette habitude de suivre patiemment un auteur dans les développements auxquels il se livre, semblent mieux faits pour créer des inventeurs pénétrants et des esprits vigoureux qu'une éducation qui, voulant trop embrasser, ne pouvant rien approfondir, se

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

borne à faire lire aux jeunes gens quelques passages d'élite et les oblige à accepter sur l'œuvre entière qu'ils ignorent des jugements tout faits qu'ils ne sauraient contrôler.

Ces lectures devenaient d'ailleurs l'occasion de conversations instructives avec sa marraine, qui ne se bornait pas à payer les droits scolaires du jeune Balard, mais qui chaque jour voulait elle-même le conduire au lycée et l'en ramener, mettant à profit le temps consacré à ces courses pour développer sa vigueur morale. Son éducation terminée, elle le fit entrer, non loin de sa propre demeure, comme élève dans une pharmacie, et l'on n'a point oublié à Montpellier avec quelle sollicitude la bonne dame, comme on l'appelait, veillait sur son protégé, apparaissant tout à coup à côté de lui dès qu'il en sortait, continuant ainsi à l'égard du jeune homme le rôle de tendresse qu'elle avait rempli auprès de l'enfant. L'Académie reconnaissante rend un juste hommage à la mémoire de la mère intellectuelle à qui nous devons réellement notre illustre et regretté confrère.

Dirigé vers les études littéraires, Balard s'y serait fait un nom. Mais, après avoir vécu avec les livres dans le tourbillon des idées, il vivait maintenant avec les réalités, au contact des faits. Les opérations de la pharmacie constituent, on ne le sait point assez, la meilleure des écoles pour un esprit pénétrant et réfléchi. Elles s'exercent sur des productions provenant des minéraux, des plantes ou des animaux. Elles apprennent à observer les résultats de leur action réciproque, à tenir compte des effets de l'air, de la chaleur et des dissolvants sur chacune d'elles, c'est-à-dire à mettre à profit pour la défense de la vie de l'homme les matières et les forces dont il dispose. Ne laissons pas dégénérer cette profession que l'Académie a si souvent associée à ses travaux; elle opposa pendant de longs siècles les leçons des choses à l'esprit de système ; elle dissipa les rêves de l'alchimie, présida à la naissance de la chimie moderne et donna l'essor à l'étude des plantes. Les plus humbles de ses laboratoires, souvent témoins de méditations solitaires et fécondes sur les lois de la nature, ne perdraient ce privilége qu'au détriment de la science et du pays.

A dix-sept ans, Balard était préparateur de chimie à la Faculté des sciences sous M. Anglada, savant distingué. Il étudiait en même temps, à la Faculté de médecine, la physique et la chimie auprès d'un éminent professeur, correspondant de cette Académie, digne élève de Berthollet, M. Étienne Bérard, dont les leçons le portaient enthousiasmé vers les sommets de la science et dont la bonté lui facilitait la connaissance des procédés de l'industrie. Le domaine de Lapaille, près de Montpellier, renfermait alors une manufacture, célèbre dans le Midi, que le parlement du Languedoc avait fondée pour la fabrication des produits chimiques. Dirigée d'abord par Chaptal, puis par son ami Bérard, elle était restée entre les mains de ce dernier. Le jeune Balard, admis par une faveur exceptionnelle dans ce vaste laboratoire, y trouvait reproduits sur une grande échelle les phénomènes étudiés dans les cours publics. Il

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

prenait ainsi possession, à la fois, du sentiment de la méthode scientifique et du maniement des procédés pratiques, se préparant de la sorte à effectuer la découverte qui a immortalisé son nom.

Comme dans la plupart des cas, le hasard fit peu, la logique presque tout, dans le bel ensemble de travaux dont elle devenait la plus haute consécration. Dans les premières années de ce siècle, un industriel, exécutant quelque manipulation chimique sur les produits provenant d'une plante marine des côtes de l'Océan, vit s'élever une vapeur violette; c'est là toute la part du hasard dans le cycle scientifique, plein d'intérêt, dont cet accident fut le premier terme. Cette vapeur annonçait un nouveau corps simple, c'est-à-dire de ceux que la chimie ne décompose pas : c'était l'iode, que Gay-Lussac mit à sa vraie place et dont cet illustre chimiste fit connaître les rapports et les propriétés avec une logique irrésistible et une exactitude définitive. L'iode était un élément voisin du chlore que Scheele avait retiré au siècle dernier du sel marin; leurs tendances étant les mêmes, il n'y avait point à s'étonner de les rencontrer réunis dans une même production marine.

Les plantes qui vivent dans la Méditerranée contiendraient-elles de l'iode, comme celles qui végètent au sein de l'Océan? Telle est la question que se posait, il y a près de soixante ans, le jeune Balard et qui fut l'objet de son premier travail. Il soumit à l'analyse nombre de productions méditerranéennes : des plantes, des mollusques, des polypiers, et partout il constatait la présence de l'iode.

Cependant, une plante qui se rencontre près de Montpellier dans les eaux d'un canal, tantôt au-dessus de l'écluse au milieu de l'eau douce, tantôt au-dessous au sein de l'eau saumâtre, ne lui présentait jamais d'iode dans le premier cas et lui en offrait toujours dans le second. L'eau de la Méditerranée devait donc en contenir; il en découvrit, en effet, dans le liquide concentré qui reste au fond des marais salants, lorsque l'eau de la mer qui s'y évapore a laissé cristalliser tout son sel.

Le chlore, plus énergique que l'iode, le chasse de ses combinaisons et prend sa place. En agissant sur les eaux concentrées des marais salants par des additions lentes de chlore, on en séparait l'iode, mais le liquide se colorait et conservait une teinte jaune. Que signifiait cet indice? On pouvait l'attribuer à la formation de quelques traces d'un composé de ces deux corps. Combien de chimistes se fussent satisfaits de cette explication! Balard, esclave de la vérité, voulut extraire de ce produit indéterminé le chlore et l'iode en nature, avant d'affirmer qu'il constituait un composé de ces deux éléments. Heureux scrupule, qui lui évita le chagrin d'avoir tenu dans ses mains un corps simple nouveau, de l'avoir méconnu et d'éprouver le mécompte pénible, survenu à un illustre chimiste allemand, M. Liebig, qui, presque en même temps que lui, entrevoyant les mêmes phénomènes, passait à côté d'eux, sans en soupçonner l'importance!

Les ressources de laboratoire manquaient à M. Balard pour extraire en grande quantité des résidus des marais salants le produit qu'il y avait signalé; mais la néces-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sité est un puissant aiguillon. Notre confrère trouva bientôt un moyen ingénieux, les connaisseurs diraient même une méthode élégante, pour enlever en quelques minutes, sans appareil ni dépense, la nouvelle substance à l'eau qui la retenait dissoute et mêlée de beaucoup d'impuretés qu'il fallait en séparer. En agitant la masse aqueuse avec de l'éther qu'elle ne dissout pas et qui par le repos remontait à sa surface, la substance problématique ramassée par l'éther se retrouvait seule, pure et concentrée dans ce liquide d'où il était facile de la retirer.

Malgré des ressemblances trompeuses, le jeune préparateur d'Anglada avait donc constaté que cette substance n'était pas formée de chlore et d'iode; il avait cru même y reconnaître un corps simple nouveau, et il avait consigné ce premier aperçu dans un paquet cacheté déposé entre les mains de l'Académie. Deux années s'écoulèrent, pendant lesquelles, sans impatience, mais toujours à l'œuvre, il en prépara l'histoire avec une attention scrupuleuse. Il en transmit alors l'exposé à l'Académie, et M. Bérard, qui avait suivi ses travaux avec la plus vive sollicitude, vint à Paris dissiper tous les doutes. Je vois encore avec quel empressement curieux on faisait passer de main en main, dans les rangs de nos anciens confrères, le petit tube scellé qui renfermait un échantillon de ce nouveau venu, découvert au fond de la province, par un jeune élève en pharmacie, non comme un don banal du hasard, mais comme un fruit légitime de la méthode scientifique. Ce fut un événement. Une substance élémentaire de plus n'était pourtant pas pour la science une acquisition bien surprenante, lorsqu'elle en comptait déjà près de soixante; mais celle que M. Balard faisait connaître se plaçait parmi les plus remarquables, et le temps n'a pas diminué l'intérêt qu'elle inspira dès son apparition.

Gay-Lussac, à qui cet honneur revenait de droit, ayant vérifié les expériences de l'auteur, l'Académie décida que le nouveau corps recevrait le nom de *brome*. Liebig en Allemagne, G. de la Rive à Genève, H. Davy en Angleterre, s'empressèrent d'ajouter leur suffrage à celui de l'Académie. Les sociétés savantes adoptèrent le jeune chimiste à titre de correspondant; la Société royale de Londres, illustre entre toutes, le jugea digne d'une de ses grandes médailles royales. Rien ne manquait à la gloire de Balard; pas même la double satisfaction d'avoir rempli un devoir en offrant loyalement à son maître Anglada de partager cette gloire, et d'avoir trouvé en lui un cœur assez noble pour la laisser tout entière à celui qui l'avait méritée.

Pourquoi la découverte du brome causait-elle une si vive émotion dans le monde savant? C'est que tandis qu'on trouve assez fréquemment certains éléments dont les caractères indécis n'ajoutent rien au fond commun des idées acquises, ceux qui ouvrent à la science de nouveaux horizons par leurs propriétés exceptionnelles se montrent rarement. Dans le premier cas, le chimiste ressemble un peu à l'astronome découvrant entre Mars et Jupiter une de ces petites planètes qui se comptent par centaines et dont l'existence ne trouble en rien la marche de ses imposantes voisines. Dans le cas du brome, de l'aluminium, ainsi que dans la brillante découverte du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gallium, métal dédié à la France par un de ses plus dignes enfants, le chimiste se rapproche, au contraire, de l'astronome qui découvre une de ces planètes d'importance, dont la masse intervient dans l'équilibre de notre système solaire : Uranus ou Neptune.

La découverte de M. Balard, soulevait, en effet, une question d'équilibre parmi les éléments chimiques. Le brome ne venait-il pas se placer si exactement entre le chlore et l'iode, que sans l'avoir jamais vu, on aurait pu écrire son histoire, en prenant un moyen terme entre les propriétés de ses deux compagnons, de même que Leverrier avait pu prédire les propriétés de Neptune en tenant compte des perturbations d'Uranus? Les caractères communs à ces trois éléments jumeaux, leur parallélisme absolu, l'exactitude des nuances de passage de l'un à l'autre qui en font trois échelons d'une même échelle, ne donnaient-ils pas à l'histoire véridique du brome tout l'attrait d'un roman qu'une imagination fertile eût inventé pour l'amusement des chimistes? Il n'est pas un professeur qui n'ait reconnu avec quelle satisfaction son auditoire aime à le suivre lorsqu'il justifie par des expériences décisives ces analogies évidentes, ces différences prévues, ces rapports logiques qui existent entre le chlore, le brome et l'iode.

La chimie se transforme, en s'enrichissant de nouveaux faits de cet ordre; elle perd ainsi le caractère d'une science dont les détails s'adressaient à la mémoire, pour devenir une science dont les principes relèvent du raisonnement. Elle revêt le caractère mathématique, et, depuis que les conséquences de la découverte du brome se sont développées, le chimiste, comme l'astronome lui-même, peut prédire l'existence d'éléments inconnus encore, déterminer leur place dans l'ordre naturel et préciser avec certitude toutes leurs propriétés.

Pour la première fois, on voyait apparaître alors, sur la scène du monde chimique, l'idée sérieuse de l'existence des familles parmi les éléments. Une nouvelle classification des corps simples, fondée sur l'ensemble de leurs caractères, menaçait de faire tomber dans l'oubli les classifications artificielles jusqu'alors admises. Le chlore, le brome, l'iode, offraient le type d'une famille naturelle aussi incontestable que celles qu'on citerait parmi les mieux caractérisées dans le monde des êtres organisés. Si notre puissance d'investigation ne va pas encore jusqu'à découvrir l'origine de ces trois corps, leurs ressemblances sont telles du moins et le brome se place si exactement entre les deux autres, qu'on ne s'avisera jamais de nier leur parenté et qu'on sera toujours tenté de leur assigner une commune souche.

Les esprits chagrins, qui souffrent des succès d'autrui, ne manquaient pas de dire : Après tout, ce n'est qu'un élément de plus, et, quant à son histoire, l'inventeur n'a eu qu'à suivre, pas à pas, celle du chlore ou de l'iode; le chemin était tout tracé. Eh bien! à un demi siècle de distance, celui qui relit aujourd'hui le beau mémoire de M. Balard demeure frappé, comme on le fut alors, de la justesse d'esprit dont l'auteur y faisait preuve et de la finesse des raisonnements qui l'avaient conduit à conclure qu'il avait entre les mains un corps simple nouveau, même avant de l'avoir isolé et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vu. S'il le compare ensuite constamment au chlore et à l'iode, n'est-ce pas là précisément le côté pénétrant de sa découverte et ce qui lui donne son importance aux yeux de la philosophie naturelle? Ceux qui, par leurs critiques, cherchaient à diminuer le jeune inventeur, étaient des myopes; ils ne voyaient pas éclore une chimie de l'avenir.

La découverte du brome constitue le point de partage entre deux époques de l'histoire de la chimie. Avant qu'il eût été signalé, les éléments étaient considérés comme indépendants les uns des autres; c'est surtout depuis qu'il est connu, qu'on a vu, sans incertitude, qu'ils se rangeaient par familles naturelles, et que, lorsque celles-ci étaient incomplètes encore, on pouvait, non-seulement prévoir la découverte de l'élément ignoré dont la place restait inoccupée, mais en prédire toutes les qualités.

Si une expérience de hasard avait appris à un simple salpêtrier que les plantes de l'Océan contiennent de l'iode, le raisonnement, à son tour, et le raisonnement seul, avait donc conduit M. Balard à le retrouver dans celles de la Méditerranée, à supposer sa présence dans l'eau de la mer, à la constater dans les résidus des marais salants, à y découvrir le brome doué des mêmes affections que le chlore et l'iode, à constituer avec eux la première des familles naturelles de la chimie, à faire pressentir au philosophe une origine commune à ces trois substances et à le mettre ainsi en face du grand problème de la constitution de la matière et de la conception même du monde physique. C'est ainsi que, sur le chemin ouvert de la science, quelque misérable que soit le gîte d'où il part, les pas du voyageur le mènent toujours droit au seuil du temple fermé où réside l'Infini.

Par cette mémorable découverte, le nom de M. Balard, encore élève en pharmacie et à peine âgé de vingt-quatre ans, se trouvait tout d'un coup et pour toujours associé à ceux de Scheele et de Gay-Lussac, c'est-à-dire à ceux de deux des plus grands chimistes, de deux des maîtres les plus respectés.

Le brome, comme le chlore et l'iode, est du reste un élément universellement répandu; on le rencontre dans certaines mines d'argent, dans les plantes et les animaux de la mer, dans les eaux de l'Océan, dans celles de la mer Morte et dans nombre d'eaux minérales dont sa présence explique les propriétés curatives.

Mais, dira-t-on, à quoi sert d'avoir trouvé le brome? Je ne sais ce que réserve l'avenir. Peu de temps, toutefois, après sa découverte, deux régions différentes de la science trouvaient déjà dans ce nouvel élément un agent tellement indispensable, que son invention semble avoir été providentielle.

L'art de fixer les images au moyen de l'action chimique de la lumière repose essentiellement sur l'altération que celle-ci fait subir à certaines combinaisons contenant de l'argent; le chlore, le brome, l'iode, forment avec ce métal des composés blancs que les rayons lumineux colorent. Un composé de chlore et d'argent qui passe au noir sous l'influence solaire servait déjà au physicien Charles pour reproduire la silhouette grossières des objets. C'est avec l'iode et l'argent que Daguerre obtint ces reproduc-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tions fixées des images de la chambre obscure que le sentiment public saluait comme une des plus étonnantes merveilles de la science. Cependant cet art nouveau n'eût jamais obtenu la popularité dont il jouit, si le brome ne fût intervenu dans ses procédés.

Le chlorure d'argent exige l'exposition au soleil, prolongée pendant des heures entières des objets à reproduire; l'iodure d'argent, de longues minutes; faites-vous intervenir le brome, comme l'a réalisé notre illustre président, des secondes suffisent, et même des centièmes ou des millièmes de seconde, s'il s'agit de corps très-éclairés. On peut donc obtenir des images instantanées; saisir un astre au passage. Vénus pénétrant sur le disque d'Apollon, un cheval au galop, l'expression fugitive d'une physionomie ou celle d'un jeu rapide de lumière. Sans brome, la plaque daguerrienne destinée à fixer les traits d'un être aimé reproduisait, hélas! un malheureux modèle exposé longtemps en plein soleil, immobile, raide, la figure altérée, grimaçante et les yeux clignotants. Avec le brome, il suffit de quelques secondes de repos, sous l'influence d'une lumière diffuse, adoucie même par divers artifices et laissant à la physionomie son aisance naturelle et le calme des traits. Sans brome, la photographie, reproduction faussée de la nature animée, n'obtenait que des portraits attristants, dont la rigidité n'offrait pas même la paix de la mort; avec lui, c'est la vie; c'est le sourire de l'enfant, la grâce de la jeunesse, la séduction de la beauté, la noblesse de l'âge mûr et la dignité de la vieillesse. La photographie reconnaissante a placé depuis longtemps Balard au rang de ses bienfaiteurs, et nous devons tous à notre confrère une part de gratitude pour les jouissances de cœur que nous procure la vue de ces chers portraits dont nous aimons à nous entourer, souvenirs vivants de la famille ou de l'affection, doux ornements des jours de fêtes, consolation des jours de deuil.

La chimie organique, à ses débuts, croyait, il y a cent ans, procéder à l'analyse des substances végétales ou animales en les soumettant à l'action du feu. Elle en retirait, comme on l'effectue encore à l'égard de la houille dans les usines pour l'éclairage, de l'eau, du goudron et des gaz inflammables avec un reste de charbon ou de coke. Rousseau pouvait, non sans raison, la défier alors de reconstruire un morceau de pain au moyen de tels débris. Elle n'élève pas ses prétentions si haut, mais les progrès accomplis depuis un demi-siècle donnent le droit d'affirmer qu'elle est en état de reproduire une foule de substances considérées jadis comme l'œuvre exclusive de la vie. C'est ainsi qu'en fabriquant chimiquement la matière colorante de la garance, elle a rendu presque inutile la culture de cette plante, et qu'en faisant naître artificiellement la matière odorante de la vanille, elle menace d'abandon les établissements qui se formaient pour étendre la production naturelle de cette gousse parfumée.

Eh bien! les transformations, les métamorphoses au moyen desquelles la chimie opère ces créations, dont les pures couleurs qu'elle prodigue maintenant à la mode sont la brillante manifestation, exigent l'emploi de certains agents parmi lesquels le brome, venu à l'heure opportune, figure au premier rang.

L'intérêt philosophique offert par les propriétés du brome, son rôle dans les pro-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cédés de substitution qui multiplient les espèces organiques sous la main du chimiste, son importance comme agent thérapeutique, son utilité dans les opérations de la photographie, tout a contribué à rendre populaire, à la fois, le nom de cet élément et celui de M. Balard qui en est inséparable.

Nous venons de voir comment, sous l'influence d'une préparation morale énergique, M. Balard s'était élevé tout d'un coup à la plus haute situation scientifique; nous allons montrer comment il fut détourné de la route dans laquelle il s'était si vaillamment engagé par le mirage d'une grande révolution économique à accomplir.

Les pluies, qui tombent sur le sol et le pénètrent pour alimenter les sources, les rivières et les fleuves, ne restituent pas seulement aux mers les eaux que l'évaporation en a soustraites. Elles enlèvent sans cesse du flanc des montagnes et des terrains en pente des matières qui se déposent au fond de l'Océan, des sels qui s'y concentrent et des produits rares qu'une analyse subtile pourrait seule y déceler. M. Balard ne chercha pas, comme on aurait pu s'y attendre, si quelque nouveau brome ne se cachait point au milieu des lots. Les sauniers, au milieu desquels il vivait, amènent l'eau de la mer dans des bassins plats où elle s'évapore sous l'influence du soleil et des vents; le sel marin s'y dépose et, après sa séparation, le liquide concentré, qui refuse de fournir de nouveaux cristaux, était rejeté à la mer comme inutile. M. Balard s'était ému de voir perdre ce liquide renfermant deux produits éminemment utilisables, la soude et la potasse, matières alcalines nécessaires à la fabrication du verre, à celle des savons, au dégraissage et au blanchiment des tissus et participant ainsi aux nécessités habituelles de la vie civilisée. Il n'hésitait point à affirmer qu'au lieu de retirer de l'eau des mers le sel marin et de rejeter les autres substances, on en viendrait à l'exploiter surtout pour retirer celles-ci en rejetant le sel marin lui-même.

On ne saura jamais à quels durs travaux M. Balard s'était condamné pour arriver à résoudre ce problème. Profitant des moindres moments de liberté, il partait de Montpellier, presque toujours à pied, pour se rendre à dix lieues de là, aux bords de la mer, un pain dans la poche, un manteau sur l'épaule. Comme il s'agissait d'opérer sans frais, de mettre à profit les influences atmosphériques seules, il importait d'observer les effets du vent et de la pluie, de la chaleur et du froid sur les eaux salines. Les journées ardentes et les nuits glaciales qui chassaient tous les ouvriers, étaient celles qui appelaient M. Balard sur ces plages redoutées que la fièvre habite. C'est à ce prix que, mettant à profit tous les incidents météorologiques, il parvint à réaliser avec leur aide seule la séparation spontanée des sels de soude et de potasse, perdus comme inutiles, dont il voulait enrichir l'industrie et le pays.

Que d'objections n'adresse-t-on pas aux inventeurs au sujet de la longue durée de leurs brevets et du poids de l'impôt qu'ils prélèvent sur le consommateur! Leur a-t-on jamais tenu compte de la durée de l'incubation de leur œuvre, des douleurs de son enfantement et des cruelles déceptions qui les attendent? Entre le moment où M. Ba-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lard conçut la pensée de considérer la Méditerranée et l'Océan comme des sources inépuisables de soude et de potasse, il ne s'écoula pas moins de vingt années, consumées en efforts stériles et en tentatives impuissantes, avant qu'il lui fût permis de considérer comme applicables les méthodes d'extraction dont il poursuivait l'emploi. Il y parvint cependant, et les premières récoltes annonçaient enfin, en 1850, le succès durable de sa nouvelle industrie. Mais alors survinrent deux événements qui, modifiant d'une manière absolue l'état du marché, plaçaient la soude et la potasse de la mer en face de deux concurrences redoutables.

Un chimiste dont le génie a transformé le commerce des nations modernes, Leblanc, avait appris à retirer la soude du sel marin au moyen de l'acide sulfurique produit par les soufres de Sicile, seuls accessibles à l'industrie européenne. Tout à coup, on apprit qu'un habile manufacturier était parvenu à fabriquer cet acide indispensable à la fabrication de la soude, au moyen du soufre contenu dans la pyrite de fer, minéral abondant, disséminé dans tous les pays. Le prix de revient de la soude factice s'en trouvait abaissé pour toujours et, de ce côté, la nouvelle industrie due à M. Balard, en recevait un tel coup qu'on pouvait la croire sans avenir désormais.

Ce n'est pas tout : M. Balard, par des cristallisations savamment graduées, retirait aussi des résidus des marais salants les sels de potasse, obtenus jusqu'alors au moyen de l'incinération des arbres des forêts de la Russie et de l'Amérique, production limitée, qui devait se restreindre encore, des voies de communication nouvelles permettant d'envisager ces forêts comme destinées à exporter non de la cendre, mais du bois; de ce côté, une nouvelle déception attendait notre confrère.

La nature, en des mines devenues célèbres, avait fait spontanément à Statsfurt, près de Magdebourg, les séparations obtenues artificiellement par M. Balard. Les bancs de sel marin s'y trouvent recouverts de couches de sulfate de soude et de sels de potasse dont le dépôt successif s'était opéré, dans une mer de l'ancien monde, conformément aux lois observées par notre confrère dans les marais salants de l'industrie humaine. Concentrés jadis, sur une échelle colossale, les sels de potasse de Statsfurt pouvaient alimenter le commerce pendant de longs siècles et le prix de leurs similaires tombait de moitié.

Incertain s'il devait se réjouir de voir la nature confirmer si hautement ses vues, fruit du travail obstiné de tant de veilles, ou s'il devait s'affliger de voir ses rêves d'avenir compromis, M. Balard ne se découragea pas. Son esprit, inventif et pratique en même temps, trouva de nouvelles ressources; la confiance des amis qui s'étaient liés au succès de son œuvre ne l'abandonna pas. Si l'application de ses procédés ne fut pas l'occasion d'une révolution économique, il lui en resta du moins quelques éléments de bien-être, et les résidus des marais salants ne sont plus dédaignés. Ce ne sera donc pas en vain qu'il aura révélé au monde savant et à l'industrie l'existence abondante dans l'eau des mers des deux alcalis les plus nécessaires à la vie civilisée, la soude et la potasse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La dignité de la science repose sur ce besoin de l'homme de tout connaître et de tout approfondir qui caractérise la plus noble de ses facultés; son utilité consiste à coordonner les forces de la nature pour augmenter la production des objets nécessaires à nos besoins. Notre confrère, en découvrant le brome et en signalant les richesses que l'Océan recèle, a deux fois bien mérité d'elle.

M. Balard était un chimiste trop pénétrant et trop exact pour que, dans le cours de sa carrière, d'autres problèmes ne se soient pas offerts à son attention et n'aient pas exercé d'une manière heureuse sa sagacité. La nature obscure des *chlorures décolorants*, mise en évidence, la découverte de l'*acide oxamique*, type organique nouveau, l'étude de l'*alcool amylique*, restent comme des travaux originaux, modèles de précision dans les résultats et de sage discussion dans les conséquences logiques.

Mais ce sont, pour ainsi dire, des distractions dans la vie scientifique de M. Balard. Sa pensée l'attirait toujours vers la mer; il eût aimé à vivre auprès d'elle, disait-il, pour en approfondir l'histoire chimique, et, dès qu'un moment de liberté le lui permettait, il montait en chemin de fer pour aller s'enivrer des effluves de la Méditerranée, me laissant souvent à deviner, je l'avoue, si c'était bien en chimiste et non en poëte qu'il allait en visiter les bords pleins des souvenirs de ses jeunes ans.

M. Balard, qui n'était jamais banal, portait dans l'accomplissement de tous ses devoirs un caractère d'une originalité saisissante. Il aimait à prouver, dans ses cours, qu'on peut faire de la chimie partout et avec tous les moyens, prenant à la lettre l'axiome de Franklin qu'un bon ouvrier doit savoir limer avec une scie et scier avec une lime. Le luxe des laboratoires lui répugnait, les appareils coûteux lui paraissaient trop aristocratiques; il voulait la science accessible à tous et les moyens de démonstration ou de recherche à la portée des plus déshérités; se souvenant des luttes de sa jeunesse, il montrait comment on brave, comment on tourne les difficultés. Les Facultés, les écoles spéciales multiplient les laboratoires et mettent entre les mains des étudiants les appareils les plus parfaits pour leur apprendre à s'en servir : « Quant à moi, disait-il, je veux leur apprendre à s'en passer. Leur esprit s'aiguise à cette lutte, au lieu de s'engourdir dans la jouissance d'un bien obtenu sans combat. » Il allait trop loin : l'obstacle excite, il est vrai, les natures d'élite; mais il arrête et décourage le commun des hommes. Les études sérieuses seraient délaissées, si on cessait d'accomoder leurs moyens de démonstration aux intelligences ordinaires et aux volontés vacillantes. On ne peut donner à tous la pénétration et l'énergie qui créent; donnons au plus grand nombre au moins le savoir qui élargit l'horizon et le sentiment juste des choses de la nature qui dissipe les erreurs.

Les efforts de M. Balard ne seront pourtant pas restés stériles. A l'École professionnelle de Reims, qu'il est juste de signaler, on a réalisé d'après ses idées de petits laboratoires d'élèves, permettant à chacun d'eux, avec la plus faible dépense, de reproduire et d'étudier les principaux phénomènes de la chimie usuelle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Balard, appelé à professer à la Sorbonne, y arrivait à une époque critique. Les élèves n'étaient plus étrangers aux notions de chimie générale; ils y avaient été initiés dans les lycées; son cours n'avait plus pour eux cet attrait de la nouveauté auquel ses prédécesseurs avaient dû une part de leur succès. Notre confrère hésita peut-être plus d'une fois; mais, s'il en résultait quelques incertitudes, s'il lui arrivait d'annoncer une leçon et de la remplacer brusquement par une autre, au désespoir de ses aides déconcertés, dès qu'il abordait son sujet, l'auditoire était conquis par la chaleur, l'abondance, la justesse de cet enseignement nourri, vivant, spirituel et sympathique.

Lorsque les devoirs de l'inspection générale appelaient M. Balard à l'École normale de Cluny, c'était pour tous une véritable fête. Cet enseignement dont elle est le centre, qu'on a nomme spécial, et qu'il eût voulu généraliser, le passionnait. Il pensait qu'on accorde trop de temps aux langues anciennes et que, si les études secondaires étaient consacrées, pendant les premières années, aux langues vivantes, aux mathématiques, aux sciences physiques et naturelles, ceux des élèves qui auraient besoin de la connaissance des langues mortes, s'en occupant ensuite avec un esprit mûri, s'en rendraient maîtres rapidement. Il demandait que l'Université, devançant les écoles libres, mît d'accord l'enseignement pratique réclamé par les besoins nouveaux des familles et l'enseignement classique exigé pour l'entrée dans les carrières libérales, rendant ainsi décisive l'expérience tentée par un éminent ministre, notre confrère M. Duruy, dans des conditions splendides d'installation.

Au conseil supérieur de l'instruction publique, M. Balard se faisait remarquer par son érudition étendue, par la netteté de ses vues, par son exquise bonté. Quiconque en appelait, à ce conseil suprême, d'un jugement qui l'avait frappé, était sûr de trouver en lui un défenseur officieux. Il obéissait à sa nature généreuse; notre confrère, qui ne portait envie ni aux puissants ni aux riches, était naturellement attiré vers les faibles et les déshérités. Quelqu'un était-il attaqué, on le voyait toujours se ranger instinctivement de son côté avec une obstination que rien n'arrêtait. La souffrance et les misères cachées n'avaient pas de secrets pour lui, et il dépensait pour les secourir, dans le silence et le mystère, des efforts inouïs et touchants d'une charité fertile en combinaisons ingénieuses et patientes.

M. Balard, en avançant dans la vie, avait changé de situation; il n'avait pas changé de nature; il restait à soixante ans tel qu'on l'avait connu à vingt. Un tempérament tout personnel, où se mariait le sentiment élevé de la dignité du savant et la libre franchise d'allure de l'artiste, donnait à sa physionomie une originalité tout à la fois sérieuse et sympathique. S'agissait-il de protéger le talent, son activité, son abnégation n'avaient pas de bornes; toutes les démarches, tous les sacrifices lui étaient faciles. N'ayant jamais rien demandé pour lui-même, personne n'était plus habile à solliciter pour les autres. Si les manœuvres du savoir-faire lui inspiraient quelquefois des indignations dont son esprit calme n'aurait pas semblé susceptible, c'est qu'il inclinait vers la droiture et la vérité par une pente naturelle; c'est qu'il portait jusqu'au fanatisme le sentiment de la justice. Voilà pourquoi on l'aimait.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Des devoirs impérieux lui rendant le séjour de Paris nécessaire, sa carrière honorée se serait terminée sans regrets et sans troubles, au milieu de nous, si des douleurs rrémédiables, la perte successive de ses enfants et de la compagne de sa vie, si les malheurs du pays, enfin, n'avaient porté à son cœur et à son patriotisme des blessures ont on ne guérit pas.

Notre confrère avait si souvent bravé toutes les privations, toutes les intempéries, et, lorsqu'il eut à supporter le froid et la mauvaise alimentation pendant le siége de Paris, il en prenait si simplement son parti, qu'on aurait pu croire qu'il n'en souffrait pas. Il ne songeait qu'aux siens. Cependant ses amis constataient avec tristesse le rapide appauvrissement de sa robuste constitution, quand tout à coup il se sentit frappé : sa vie même était en péril. Il échappa à cette première atteinte, mais les souffrances du corps et celles de l'âme s'étaient réunies pour l'abattre, et chaque jour on voyait s'affaiblir cette vivacité, cet entrain communicatif qui savaient jadis tout animer autour de lui.

Lorsque, le mal devenu plus grave et plus menaçant, M. Balard dut se soumettre et garder un repos indispensable, ses enfants adoptifs, groupés autour de lui, se montrèrent pleins de tendresse. Ses nombreux amis, ses protégés entourèrent sa modeste demeure de témoignages de dévouement, de gratitude et de respect, qui ne s'adressaient pas seulement au savant illustre, mais surtout à l'homme aimant et bon.

En recevant au lit de mort de cet ami si cher ses derniers adieux : pour l'Académie, objet de sa vénération ; pour ma propre famille qui, depuis longtemps, était comme la sienne, et pour moi-même dont il connaissait la fraternelle affection, je retrouvais dans sa pensée cette sérénité, dans ses paroles cette noblesse et dans son regard cette confiance que peuvent seuls inspirer le sentiment d'une conscience pure et d'une vie droite, le souvenir de jours bien remplis et la certitude d'une gloire méritée.

Au moment où nos mains allaient se séparer pour toujours, il retint doucement la mienne : « N'oubliez pas, » dit-il avec une expression touchante de reconnaissance pour les secours dont sa jeunesse fut entourée, et dont le souvenir semblait revivre à ses yeux mourants, « N'oubliez pas que j'ai été élève en pharmacie. » Oh! non, je ne l'aurais pas oublié, et je comprends mieux que personne, qu'il ait attribué les succès de sa vie à ces modestes études qui l'avaient conduit, d'une marche si ferme, au seuil des grands mystères de la nature.

En face de sa demeure, sur les terrains du Luxembourg, non loin de l'Observatoire, de l'École des mines, se termine un monument consacré à l'École supérieure de pharmacie. Les élèves qui vont en suivre les cours associeront le nom de Balard à ceux de Scheele et de Davy, rivaux de gloire de Lavoisier; à ceux de Vauquelin, de Pelletier, de Robiquet, de Sérullas, de Pelouze, de Claude Bernard, nos anciens confrères; et, fiers de ces maîtres illustres, qui, comme lui, se souvinrent toujours de leur origine, ils se montreront fidèles, dans l'intérêt de la patrie, à leurs nobles traditions de travail, de persévérance et de génie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

INDUSTRIE HOUILLÈRE.

LES MINES DE HOUILLE D'ANICHE, PAR M. VUILLEMIN (1).

Si l'industrie houillère est une des industries nationales dont le développement est le plus intimement lié à la prospérité publique, une de celles qui touchent au plus grand nombre d'intérêts particuliers, il faut bien reconnaître, en revanche, que c'est l'une des moins connues et que la plupart des questions qui s'y rattachent sont en général peu comprises du public.

Que de gens, en effet, sont loin de se douter de ce qu'il a fallu de temps, d'argent et de persévérance pour en arriver aux résultats acquis. Voici, par exemple, la Compagnie d'Aniche, aujourd'hui si prospère, et qui, bien que déjà plus que centenaire, compte une période d'épreuves de près de quatre-vingts ans. Si elle a obtenu, à la fin, quelques succès, ce n'est pas sans avoir passé par des phases bien critiques qui l'ont mise, à différentes reprises, à deux doigts de sa ruine, et sans avoir surmonté des difficultés de toutes sortes grâce à l'opiniâtreté et aux sacrifices de ses fondateurs et de leurs successeurs.

M. Vuillemin, son directeur actuel, qui a passé toute sa longue carrière au service de cette compagnie, ayant été bien souvent amené par les nécessités de sa position à en compulser les registres et les archives, a entrepris d'en écrire l'histoire. De là, l'ouvrage qu'il a publié.

Cet ouvrage est divisé en deux parties. La première est consacrée à l'exposé historique complet et détaillé des actes de la direction générale de la Société depuis son origine jusqu'à ce jour, des nombreux travaux qu'elle a successivement entrepris, des incidents et des circonstances si variés qui se sont produits dans leur exécution et enfin des résultats qu'ils ont fournis. L'auteur n'a pas voulu seulement se borner à citer les faits et à rappeler les phases difficiles, souvent même critiques, par lesquelles a passé cette entreprise; il a tenu surtout à montrer, par un exemple pratique, les immenses progrès réalisés pendant un siècle dans l'exploitation des mines de houille d'Aniche, et, par analogie, dans les houillères en général, et tout particulièrement dans celles du nord de la France.

La seconde partie est, à proprement parler, une monographie. On y trouve une description complète des riches gisements actuellement reconnus et explorés de la concession d'Aniche, des méthodes, des procédés appliqués à leur exploitation, des différents perfectionnements apportés à l'outillage, etc. Puis viennent des renseignements très-complets sur le salaire journalier des ouvriers et sur les prix de vente de la houille de-

(1) Petit in-4° avec atlas, chez Dunod, éditeur. Paris, 1878.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

puis 1773 jusqu'à 1878, sur la production annuelle des mines d'Aniche, les dépenses de premier établissement, les prix comparatifs des matières employées et les éléments du prix de revient à diverses époques.

Nous allons essayer de résumer les parties de l'ouvrage qui nous ont paru les plus intéressantes, au point de vue de l'histoire et de la statistique, en laissant de côté celles qui renferment des détails trop techniques.

Encouragées par les succès de la Compagnie d'Anzin, qui était alors très-prospère, de nombreuses entreprises se formèrent dans la seconde partie du XVIII^e^ siècle pour rechercher la houille dans le nord de la France. Trois d'entre elles seulement arrivèrent à des découvertes, mais une seule, celle d'Aniche, réussit à créer une exploitation suivie.

Le marquis de Traisnel, lieutenant-général des armées du roi, qui jouissait d'un grand crédit à la cour, obtint, au mois de septembre 1773, de l'intendant de la province de Hainaut, conformément aux prescriptions de M. Bertin, ministre des mines et minières de France, la permission d'exploiter pendant un an les mines de charbon découvertes par lui (il eut été plus vrai de dire à découvrir) dans ses terres de Villers-au-Tertre, Monchecourt et Fressain, châtellenie de Bouchain. Il s'associa dans ce but à un certain nombre de propriétaires et de fermiers des environs, et fonda, le 11 novembre 1773, sous le nom de Compagnie du marquis de Traisnel, la Société qu'on appelle aujourd'hui la Compagnie des mines d'Aniche.

Le contrat d'association, qui est reproduit textuellement dans l'ouvrage de M. Vuillemin (pièce justificative n° 2) est un véritable modèle de concision et de clarté, car il prête bien peu aux interprétations et aux équivoques, et de plus, en le lisant, on ne peut s'empêcher d'admirer l'esprit de haute sagesse qui a présidé à sa rédaction. Ce contrat conservé intégralement et sans aucune modification forme encore aujourd'hui la seule Charte de la Compagnie, qui n'a pas d'autres statuts.

Le fonds social est composé de 25 parts ou *sous*, subdivisés chacun en 12 deniers en 1780; plus tard, en 1851, la Compagnie adopta la division du denier en 12 douzièmes. La gestion de la Societé est confiée à huit directeurs, non compris le marquis de Traisnel qui « *assistera aux délibérations toutes et quantes fois il trouvera convenir.* » Les décisions importantes doivent être prises par tous les directeurs. En cas de mort, d'éloignement ou de renonciation de l'un d'eux, il est remplacé à la pluralité des voix des directeurs restants.

Chaque mise ou appel de fonds ne peut dépasser 1 000 livres au sol. Chacun des intéressés peut vendre son intérêt, à condition d'en faire l'offre aux directeurs pour être repris par la Compagnie si bon leur semble.

Chaque associé peut quitter la Compagnie en perdant les fonds versés par lui, et en payant sa quote-part des dettes qui pourraient exister au moment de son abandon.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La nouvelle Société se met immédiatement à l'œuvre, car, le 22 novembre, elle achète du matériel et commence un sondage à l'angle du bois de Fressin.

A ce sujet, M. Vuillemin cite un fait curieux qui montre bien le rôle important que jouait à cette époque l'empirisme dans les recherches de mines. Dans la première séance du conseil on trouve la singulière délibération que voici :

« On se demande si l'on fera opérer différents *tourneurs de baguette* en les plaçant « sur la veine qu'on croit exister à l'angle du bois de Fressin, et leur faisant suivre les « traces de ladite veine jusqu'aux environs de Valenciennes et au delà pour savoir « où la dite veine y tombera, et si on fera commencer la même opération à la veine au « plus au nord d'Anzin pour la suivre jusqu'à la chaussée de Cambray à Douay.

« Résolu de faire ces opérations. »

Quoi qu'il en soit, il est certain que l'entreprise du marquis de Traisnel et de ses associés présentait un caractère de hardiesse remarquable, non-seulement pour l'époque, mais même pour le moment actuel. Il s'agissait de découvrir à plus de 20 kilomètres de distance et sous un manteau de terrain crétacé de 140 à 150 mètres d'épaisseur, renfermant des nappes d'eau, avec des moyens d'exécution très-imparfaits, le prolongement des veines connues à Anzin, explorées par des travaux encore peu étendus et sur lesquels on ne devait posséder que des renseignements fort incomplets.

Malgré l'activité avec laquelle furent poussés les travaux, la découverte de la houille à Aniche n'eut lieu que cinq ans après la formation de la Société, dans la nuit du 11 au 12 septembre 1778. Pendant cette période de cinq années on avait ouvert cinq fosses, dont trois n'atteignirent pas le terrain houiller et fait six sondages. Les fonds nécessaires avaient été fournis par onze mises de 1 000 livres au sol, qui avaient produit 247 500 livres, somme considérable pour l'époque.

La permission d'exploiter pour un an, qui avait été accordée au marquis de Traisnel, fut transformée par un arrêt du conseil d'État, en date du 10 mars 1774, en une concession lui donnant le droit exclusif d'exploiter pendant trente ans « toutes les « mines de charbon de terre qui se trouvent, ou pourront se trouver comprises dans « le terrain situé entre les rivières de la Sensée et de la Scarpe, borné à l'est, par la « chaussée de Marchiennes et celle de Bouchain; à l'ouest, par la Sensée et le canal « qui conduit à Douai; au nord, par la Scarpe et au midi, par la Sensée. »

Il fut également accordé au marquis de Traisnel des lettres patentes pour pouvoir « lever à frais des gens de main-morte les sommes nécessaires pour mettre les ou- « vrages dans leur perfection et jusqu'à concurrence de 100 000 écus. »

La découverte de la houille, après cinq années d'attente, vint donner confiance aux sociétaires dans le succès définitif de leur entreprise et fit naître les plus grandes espérances. A cette époque, deux deniers furent cédés pour 10 000 livres, prix qui représentait plus de cinq fois le capital versé. Aussi, bien qu'on n'eût encore découvert qu'une veine dans les deux fosses exécutées, dès le mois de février 1779, on décidait l'ouverture de deux nouveaux puits, et la Compagnie sollicitait et obtenait une exten-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sion de concession. La nouvelle concession allait jusqu'à Cambrai au midi, et, à l'ouest, jusqu'aux environs d'Arras. Deux sondages furent même entrepris à cette époque dans l'Artois, à Noyelles-sous-Bellonne et à Vitry; mais si l'on en juge par le peu de temps qu'on y a employé, ils ne durent pas atteindre une bien grande profondeur. Ces travaux étaient probablement commandés par la crainte de voir demander par d'autres la partie de la concession qui s'étendait dans la province d'Artois.

Les travaux d'exploitation commencés à Aniche ne justifiaient pas malheureusement, en se développant, les espérances que l'on avait conçues lors de la découverte de la houille. Le charbon était bien de bonne qualité, mais l'allure accidentée du gisement rendait l'exploitation très-onéreuse. Dès 1780, l'abondance des eaux était telle que l'épuisement ordinaire par tonneaux, montés à l'aide d'un manége à chevaux, devenait insuffisant et qu'il fallait avoir recours à une pompe à feu semblable à celle dont on se servait à cette époque dans les mines d'Anzin. Cette machine du type de Newcomen fut la première machine à vapeur intallée aux mines d'Aniche. Les plus vives inquiétudes sur le succès de l'entreprise se manifestaient chez les directeurs; le marquis de Traisnel qui prenait part à toutes les délibérations était, paraît-il, peu satisfait de la marche de l'affaire. Le 19 décembre 1781, il écrit pour « prévenir « MM. les directeurs qu'il ne se chargera à l'avenir de la sollicitation et suite des af- « faires de la Compagnie au conseil. »

Des difficultés de toutes sortes surviennent.... Les hauts seigneurs justiciers réclament leur droit d'entre-cens sur le charbon extrait sous les terres qu'ils possèdent dans le périmètre octroyé à la Compagnie; de nombreux pourparlers s'engagent et on finit par transiger pour une redevance annuelle de 1 200 livres.

Vers la même époque un tumulte se produisit parmi les ouvriers, qui nécessita l'intervention de la maréchaussée de Bouchain. La turbulence ne devait pas être bien grande, ou la crainte de l'autorité était alors bien vive, puisqu'on se borna à conserver sur les fosses, pendant quelques jours, un seul gendarme.

D'un autre côté la plus grande hésitation régnait dans la conduite des travaux; des experts sont chargés à plusieurs reprises de les visiter et de donner leur avis.....

Vers le commencement de l'année 1786, un accident survenu à la pompe à feu eut pour conséquence une immersion complète des travaux des quatre fosses, lesquelles se trouvaient en communication. Cet événement était un véritable désastre; il anéantissait tout à coup les résultats obtenus par treize années d'un travail opiniâtre et par des dépenses considérables. Aussi le découragement des sociétaires était-il complet. Des deniers furent vendus au prix de 333 livres; on peut juger par ce chiffre comparé à celui de 10 000 livres, payé en 1779, du peu de confiance qu'inspirait alors l'affaire.

Le mécontentement des sociétaires se manifesta par des attaques très-vives dirigées contre le directeur des travaux et l'administration de la Compagnie. Aussi, à la suite de l'assemblée générale, qui eut lieu le 19 août, les directeurs donnèrent-ils tous leur démission. Ils furent immédiatement remplacés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les nouveaux directeurs, dès le lendemain de leur entrée en fonction, décidèrent l'ouverture de deux fosses (Sainte-Barbe et Saint-Wast). Leur percement s'effectua sans trop de difficultés, et l'extraction de la houille commença dans le courant de 1788. Après cinq années d'une exploitation onéreuse, un accident survenu à la pompe de la fosse de Saint-Wast nécessita un chômage de plusieurs mois et occasionna une grande dépense. Une somme de 79 204 livres était nécessaire pour faire face à cette dépense et aux autres charges de l'entreprise. Chaque mise ne produisait plus que 13 000 livres, car c'était à l'époque de la Révolution, et les biens de plusieurs actionnaires avaient été saisis.

Une assemblée générale, convoquée pour aviser au parti à prendre, vota un emprunt de 100 000 livres et décida en même temps l'ouverture d'une nouvelle fosse (Saint-Hyacinthe). Il apparaît, d'après cette double délibération, que les actionnaires restés en France étaient peu effrayés des événements et qu'ils étaient pleins de confiance dans le succès de leur affaire; mais quand on lit les documents qui se rapportent à cette époque si troublée, on se demande comment il a pu se faire que cette entreprise soit restée debout au milieu d'événements politiques dont la gravité n'était pas sans influence sur les tristes conditions dans lesquelles elle se trouvait déjà placée.

Avant de quitter cette époque, citons quelques faits curieux relatifs aux salaires et aux prix du charbon payés en assignats. En juin 1793, il est délibéré : « 1° De payer « aux ouvriers 3 livres par jour, au lieu de 26 sous 3 deniers qu'ils avaient coutume « de recevoir ci-devant.

« 2° De vendre le gros charbon au prix de 9 livres la manne. »

Le mois suivant, nouvelle augmentation de 1 livre par journée imposée par les ouvriers et également de 1 livre à la manne de charbon, à cause de la perte qu'éprouvent les assignats.

Du 22 juillet 1793 au 8 vendémiaire an III (octobre 1794), il n'est pas tenu d'assemblées de directeurs. Les Autrichiens venaient d'envahir le pays et cette invasion eut les conséquences les plus déplorables pour la Compagnie d'Aniche. Le fonçage de la nouvelle fosse fut arrêté, les travaux de Sainte-Barbe qui étaient à ce moment très-développés durent être abandonnés, le directeur fut pillé et les ouvriers dispersés; la vente cessa entièrement, et l'on dut même acheter au dehors un bateau de charbon pour faire marcher les pompes d'épuisement.

On comprendra que dans ces conditions la situation financière de la Compagnie devait être fort triste. Aussi réclamait-elle du gouvernement des secours, en même temps que des mesures propres à la mettre à même de maintenir son exploitation en activité. Par décret du 13 fructidor an III, le Directoire lui accordait une subvention de 10 833 livres à titre d'encouragement, en même temps qu'il décidait que cinq membres du directoire de Douai siégeraient au conseil des directeurs de la Compagnie, avec voix délibérative, pour y représenter la République propriétaire des actions confisquées aux sociétaires émigrés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les membres du district de Douai siégèrent, en effet, plusieurs fois dans le conseil des directeurs de la Compagnie; ils se montrèrent, du reste, toujours très-bien disposés en faveur de l'entreprise et firent en toutes circonstances les plus louables efforts pour la préserver d'une ruine qui paraissait imminente et pour la maintenir en activité. C'est ainsi qu'ils obtinrent du gouvernement un nouveau secours de 10 000 livres.

Le 18 ventôse an III, a lieu une assemblée générale qui déclare que les associés consentent « à se charger, pour leur compte, de la masse du passif et de l'actif de la Société, conformément à l'article 4 du décret de la Convention nationale du 17 frimaire. » Ce décret autorisait les citoyens intéressés dans les établissements de commerce ou de manufactures, dont un ou plusieurs associés avaient été frappés de confiscation, à racheter à la nation les portions confisquées sur leurs sociétaires, à la charge d'entretenir ces établissements en activité et de demeurer seuls soumis aux dettes sociales.

En demandant cette cession à la Compagnie des intérêts des émigrés, les sociétaires restés en France n'avaient jamais eu la pensée de dépouiller leurs associés. Ils ne se soumirent à cette mesure qu'à contre-cœur et pour sauver l'entreprise. La charge qu'ils assumaient était d'ailleurs très-lourde : 766 662 livres de dettes à payer en présence d'un actif de 344 079 livres seulement, et l'obligation de maintenir l'établissement en activité.

Cependant il fallait se procurer les ressources nécessaires pour payer les ouvriers et les fournisseurs. Un emprunt fut tenté, mais il ne put être réalisé. Il fut alors décidé qu'on s'adresserait aux sociétaires pour obliger chacun d'eux à payer sa quote-part des dettes au prorata de ses parts d'intérêts dans l'affaire. Tout sociétaire qui n'aurait pas répondu dans un délai de quinze jours devait être déchu de ses droits. Cette mesure violente ne reçut pas d'application.

Enfin après différentes tentatives infructueuses pour réclamer de nouveaux secours du gouvernement, il fallut en arriver, pour se procurer les ressources nécessaires, à mettre en vente la moitié des intérêts des sociétaires. L'assemblée générale, tenue le 25 pluviôse an V, décida que « dérogeant à cet égard au contrat de Société, celle-ci « serait composée à l'avenir de 50 sols dont 25 seraient vendus au profit de la Com- « pagnie, aux conditions sus-mentionnées dans un prospectus répandu dans le pu- « blic. » (Pièce justificative n° 19.) Comme il ne se présenta aucun acquéreur à ces conditions, on tenta, en décembre 1797, de réduire à 2 000 livres le prix à payer par sol, chiffre plus de vingt fois inférieur à celui des mises faites par les anciens associés, et cependant on ne trouva pas d'acheteurs tant l'entreprise était tombée en discrédit.

La dernière vente de parts d'intérêts connue était du commencement de 1797. Elle s'appliquait à 3 deniers cédés moyennant 250 livres en numéraire, prix qui correspondait à 1 000 livres le sol. Les assignats, comme on voit, n'avait plus de valeur à cette époque.

L'exploitation commençait enfin à donner quelques bénéfices. A l'assemblée générale du mois de septembre 1798, on constate que « le bénéfice produit par les deux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« veines n° 7 et n° 10, à Sainte-Barbe, a monté, depuis quatorze mois, à 68 000 livres, « frais d'extraction déduits. » En conséquence, on décide de suspendre le fonçage de la fosse Saint-Hyacinthe et d'en ouvrir une nouvelle pour continuer l'exploitation de ces deux veines ; cette fosse, dite Aglaé, fut ouverte sur Auberchicourt. En même temps, le citoyen Cavillier, ancien élève de l'École des mines fut appelé à la direction des travaux. Cavillier paraît avoir été le premier homme technique de quelque valeur, qui ait été jusqu'alors au service de la Compagnie. Il rétablit l'ordre dans les travaux, ainsi que dans quelques branches de l'administration. Après avoir rendu les plus grands services jusqu'en 1810, il résigna ses fonctions à la suite d'un procès dont les détails laissent percer, de la part de quelques-uns des administrateurs, une animosité injuste. Il mourut de chagrin. Entre autres progrès qui furent réalisés sous sa direction, on doit citer l'emploi de la machine à vapeur pour l'extraction qui se faisait auparavant par des manéges à chevaux. La première machine d'extraction à vapeur installée aux mines d'Aniche fut montée, au mois d'août 1803, sur la fosse Saint-Hyacinthe.

L'entreprise commençant à prendre une situation meilleure, plusieurs anciens émigrés réclamèrent par sommation leurs intérêts, dont le partage avait été fait auparavant entre les sociétaires restés en France. Les directeurs répondirent à cette sommation, que « l'affaire regardait le pouvoir administratif de qui la Société tient ses « droits. » Toutefois plusieurs sociétaires offrirent de céder la portion d'intérêts qu'ils tenaient de ce partage, sous la condition d'être remboursés des avances faites par eux ; mais leur proposition n'ayant pas réuni l'aquiescement unanime des sociétaires, le partage de l'an VIII fut maintenu.

Les travaux se trouvant dans une situation favorable par suite de l'impulsion que leur avait donné Cavillier, il fut possible de distribuer un premier dividende pour l'année 1805. Le montant total de cette répartition fut de 5 527 livres 15 sols 6 deniers. Ainsi après trente-deux ans d'attente, les actionnaires recevaient enfin la faible rémunération de 1/2 pour 100 environ de l'argent qu'il avaient engagé dans l'entreprise !

En 1814 et en 1815, un second et un troisième dividende, de 100 francs chacun par denier, furent distribués aux sociétaires. Cependant la valeur du denier ne suivait pas la progression des bénéfices. A la fin de 1809, des ventes furent faites au prix de 2 000 francs par denier ; en 1817, ce prix était descendu à 1 000 francs. Il est vrai de dire que la situation relativement satisfaisante dans laquelle se trouvait l'exploitation, dans le courant de 1815, ne fut pas de longue durée. A partir de ce moment, les quelques bénéfices qu'on réalisait chaque année, grâce aux prix élevés de vente du charbon, étaient entièrement absorbés par les travaux préparatoires qu'il était nécessaire de faire pour maintenir la production annuelle au chiffre de 25 000 à 30 000 tonnes qu'elle atteignait alors. La nouvelle fosse de l'Espérance, commencée en 1815, absorbait, notamment, chaque année beaucoup d'argent. La situation était

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

donc difficile et l'on s'explique le désir des sociétaires de sortir d'une affaire qui semblait ne pouvoir s'asseoir sur des bases stables. Aussi prêtèrent-ils l'oreille aux propositions que la Compagnie d'Anzin leur fit d'entrer dans leur affaire pour un certain nombre d'actions. Des pourparlers furent engagés à ce sujet, mais les prétentions de la Compagnie d'Anzin ayant été jugées excessives, ils n'aboutirent pas.Il en fut de même pour une proposition faite par quelques personnes de louer les mines pour un laps de cinq ans, et moyennant l'endossement des dettes de la Société.

A partir de 1822, la situation se relève. La mine donne des bénéfices assez importants pour permettre la distribution de trois dividendes : deux de 100 francs en 1823 et en 1825, et un de 66 francs en 1826 ; mais il faut dire que les deux derniers furent donnés en nature par la livraison de 100 et de 66 hectolitres qui encombraient le carreau des fosses. Les sociétaires avaient un délai de quatre mois pour enlever les quantités de charbon qui leur étaient ainsi attribuées et ils étaient tenus de ne les vendre qu'au delà d'un rayon de vingt lieues, pour ne pas faire concurrence à la vente sur les fosses. Malheureusement les bénéfices constatés par les bilans devaient être réduits par une perte considérable de 144 593 fr. 05 sur les ventes faites à un gros marchand de Paris, dont la faillite ne donna rien.

En 1827, de nouvelles négociations pour la vente de l'établissement furent entamées entre les directeurs d'une part, et MM. le comte de Caze, receveur général du Pas-de-Calais et Garnier, ingénieur en chef des mines d'autre part. Elles n'aboutirent pas. L'échec successif de ces différentes négociations eut la plus mauvaise influence sur la situation de la Compagnie qui devenait chaque jour plus critique. Certain projet de conversion en Société anonyme inspira de la défiance aux créanciers, qui réclamèrent le payement de leurs créances. A ce moment les emprunts n'étaient pas aussi faciles que par le passé, car tout le monde savait que les sociétaires étaient responsables des dettes de la Compagnie. Il était bien exact qu'on avait introduit auprès du gouvernement une demande de transformation en Société anonyme, mais cette demande n'avait pas été accueillie. Les statuts restèrent donc tels qu'ils étaient. L'anarchie la plus complète régnait d'ailleurs à ce moment dans la Compagnie, et, à plusieurs reprises, les différends entre les directeurs et les sociétaires furent portés devant les tribunaux.

Ici finit, ce que l'on pourrait appeler l'histoire du vieil Aniche. La Compagnie existait depuis plus de soixante ans ; les sociétaires avaient versé 44 mises de 1 000 francs, soit 3 621 fr. 38 au denier, représentant 11 000 francs avec les intérêts simples, dividendes déduits et 33 000 francs avec les intérêts composés. Ces chiffres joints aux détails qui précèdent montrent combien l'entreprise d'Aniche était désastreuse pour ses fondateurs. Ce sont leurs successeurs qui, après quelques années d'attente encore, devaient bénéficier de leurs sacrifices.

Une assemblée générale tenue, le 31 janvier 1839, à la suite d'un jugement de la cour de Douai renouvela la direction. Les nouveaux directeurs prirent comme ingé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nieur M. Fournet, qui venait de Rive-de-Gier. M. Fournet dirigea, pendant cinq ans, avec distinction, les travaux de la Compagnie ; il succomba, en 1845, à la suite d'une douloureuse maladie. Ce fut sur ses conseils qu'on ouvrit vers le nord, près de Somain, la fosse la Renaissance qui mérita bien son nom, car ce fut elle qui découvrit le faisceau des houilles sèches exploité actuellement à Aniche et qui fournit le point de départ de la prospérité de la Compagnie.

L'administration appela 3 500 francs par denier, soit 2 000 francs en 1839, 1 000 en 1840 et 500 en 1841. Ces 3 500 francs ajoutés aux 3 621 fr. 38, montant des appels antérieurs, donne le chiffre de 7 121 fr. 38 qui est bien la somme réellement versée par chaque denier d'Aniche. Par le fait de retraits successifs de deniers effectués par la Compagnie, le capital réellement versé par les actionnaires ne s'élève plus qu'à 1 596 083 fr. 50. Ce chiffre paraîtra faible comparativement au capital des Sociétés houillères actuelles.

La fosse la Renaissance, commencée en 1839, entra en extraction dans le courant de l'année 1841. Deux ans plus tard, on décidait l'ouverture d'un seconde fosse (Saint-Louis) sur l'aval-pendage du faisceau de sept veines reconnu à la Renaissance. Déjà, à cette époque, les bénéfices étaient relativement importants, mais ils étaient plus qu'absorbés par les grands travaux de fonçage de puits, de construction de maisons d'ouvriers, etc., qui étaient en cours d'exécution, ainsi que par le service des intérêts de 640 000 francs d'emprunts faits dans les dernières années, l'appel de 3 500 francs au denier n'ayant pas suffi. Les directeurs crurent sage et, avec raison, de sortir de cette situation toujours difficile que comportent les emprunts pour une entreprise industrielle. Ils décidèrent, en 1844, le remboursement de la dette et émirent 70 actions à 10 000 francs, prises parmi les 110 deniers retraits à cette époque. La souscription fut couverte immédiatement et produisit 700 000 francs, qui furent appliqués au remboursement de la dette.

En 1845, M. Vuillemin succéda à M. Fournet, en qualité de directeur des travaux. Cette année vit réaliser de nouveaux progrès ; l'extraction s'accrut, le prix de revient diminua et quoique le prix de vente fût très-bas, le bénéfice fut assez beau pour permettre la répartition, en 1846, d'un dividende de 300 francs ; c'était le premier depuis la rénovation de la Société. L'année suivante, le dividende fut de 600 francs, et il alla en augmentant successivement les années suivantes. Aussi organisait-on des ateliers de réparation et des magasins ; on construisait des maisons d'ouvriers ainsi qu'une maison de direction et enfin on développait, dans une large mesure, les travaux d'exploitation et d'exploration.

La Compagnie du chemin de fer du Nord construisait, à cette époque, la ligne de Douai à Valenciennes ; on attendait avec impatience l'ouverture du nouveau chemin de fer et on étudiait les moyens de relier les fosses par un embranchement à la gare voisine de Somain. Comme on comptait sur une notable augmentation de débouchés, on prit le parti de foncer une nouvelle fosse dans le voisinage de Saint-Louis. Cette

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fosse qui reçut le nom de Fénélon a un certain intérêt historique ; ce fut la première, en France, qui fut munie de longrines de bois permettant de substituer aux tonneaux d'extraction des cages guidées, servant à monter directement au jour les chariots de la mine. L'application des chevaux au transport souterrain, qui se faisait auparavant à bras d'hommes, date de la même époque. Ce furent là deux progrès importants qui exercèrent la plus heureuse influence sur le tonnage des puits. Presque en même temps, on décida l'ouverture d'une quatrième fosse (Traisnel), sur le prolongement vers l'ouest des veines de la Renaissance et de Saint-Louis ; elle fut commencée dans les premiers jours de 1848.

La révolution de février vint arrêter cet essor de l'exploitation. Une grève éclata à Anzin et s'étendit rapidement à Aniche. Le commissaire du gouvernement, à Valenciennes, réunit les exploitants et leur imposa l'obligation de satisfaire aux exigences des ouvriers en augmentant les salaires. Il fallut céder à cette injonction ; on ne parlait alors rien moins que de la reprise des mines par l'État.

A l'ouest de la concession d'Aniche, en deçà de la Scarpe et tout près de Douai, la Compagnie de l'Escarpelle avait, dès 1847, rencontré la houille sèche analogue à celle exploitée dans les nouvelles fosses de la Compagnie d'Aniche. M. Vuillemin proposa, dès le commencement de cette année, d'ouvrir un puits près de Douai, mais au sud du puits de l'Escarpelle, de manière à atteindre le faisceau des houilles grasses. Sa proposition fut ajournée ; mais convaincu de l'importance qu'aurait pour l'avenir de la Compagnie la création d'une exploitation nouvelle près de Douai, à proximité du canal, il renouvela sa demande avec tant d'insistance, qu'on décida l'entreprise d'un sondage d'exploration. Ce sondage fut aussitôt commencé et, à la fin de 1851, il rencontrait, à la profondeur de 156 mètres, une veine de houille grasse de 70 centimètres. L'année suivante, on se mettait en mesure d'ouvrir une fosse sur le gisement de houille grasse qui venait d'être découvert. Le creusement de cette fosse appelée Gayant, du nom du héros légendaire de Douai, donna lieu à des difficultés sérieuses qui furent heureusement surmontées.

La création de l'exploitation de Douai a été l'origine d'une phase nouvelle pour la Compagnie d'Aniche qui, à partir de cette époque, est véritablement entrée dans l'ère de la prospérité. La fosse Gayant allait entrer en production, les circonstances étaient très-favorables pour donner du développement à l'entreprise ; aussi ouvrait-on un nouveau puits (l'Archevêque) sur le gisement d'Aniche, au sud de la fosse de Traisnel. En même temps, la Compagnie augmentait spontanément de 10 pour 100 les salaires de ses ouvriers et obtenait la création, à Aniche, aux frais des industriels de la commune, d'une succursale de la caisse d'épargne de Douai. Les résultats de cette mesure ne se firent pas attendre ; les habitudes d'ordre, d'économie et d'épargne se sont répandues parmi la population ouvrière de la localité, d'une manière inattendue et remarquable.

En 1855, M. Vuillemin était appelé à la direction générale des affaires de la So-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ciété. Dès son entrée en fonctions, le nouveau gérant fut chargé de présenter à l'administration de la Compagnie un rapport détaillé sur les ressources que présentaient la concession, et sur les moyens de développer l'exploitation sans se préoccuper des capitaux nécessaires pour réaliser ce developpement, la direction se réservant les mesures à prendre pour se les procurer. Ce rapport fut communiqué aux directeurs, le 2 avril 1855. Il prévoyait plusieurs travaux importants qui furent aussitôt commencés, entre autres, l'établissement d'une nouvelle fosse à Douai (Notre-Dame), d'une autre à Aniche (Sainte-Marie), la construction d'un quai d'embarquement sur la Scarpe, de nouvelles maisons d'ouvriers, etc. La direction se procura les fonds nécessaires pour faire face à ces travaux par l'émission de 1 560 obligations, représentant un capital à rembourser de 1 170 000 francs en 12 ans, de 1862 à 1873 ; les obligations ci-dessus étant données en payement de dividendes pendant la durée des travaux, jusqu'à concurrence d'une obligation par denier et par semestre. Mais dès que les résultats de l'exploitation le permirent, l'administration offrit aux porteurs de les rembourser par anticipation, et c'est ainsi qu'elle parvint à devancer de trois ans ses dernières périodes de remboursement. Depuis lors, heureusement, la Compagnie n'a plus eu besoin de recourir à l'emprunt. Elle a exécuté des travaux neufs considérables, mais dont les dépenses ont été prélevées, chaque année, sur les bénéfices avant le règlement des dividendes.

Le programme primitif de M. Vuillemin une fois rempli, la Compagnie ne s'en tint pas là. Pendant la période de fonctionnement de l'emprunt, elle ouvrit une autre fosse à Dechy, sur le faisceau de Douai et établit des fours à coke à Gayant. En outre, les fosses de Douai furent reliées au chemin de fer du Nord, et celles d'Aniche, qui l'étaient déjà toutes, furent mises en même temps en communication, par des embranchements à grande section sur lesquels circulent des locomotives, avec tous les établissements d'Aniche, devenu aujourd'hui le centre le plus important de France pour la fabrication du verre à vitres.

Les prix de vente de la houille se maintinrent assez bas pendant cette période de 1855 à 1865 ; c'était la conséquence du développement des anciennes houillères du Nord et surtout des nouvelles houillères du Pas-de-Calais. La production des deux bassins doubla en dix ans.

Dans le courant de l'année 1865, l'équibre s'étant rétabli entre la consommation et la production, les houilles étaient très-demandées, si bien que les prix de vente s'élevèrent successivement et atteignirent, à la fin de 1866, le taux de 16 et 18 francs la tonne. Cette élévation, qu'on n'avait pas vue depuis 1856, produisit une véritable émotion chez les industriels. Ils adressèrent leurs doléances au gouvernement, réclamèrent la suppression du droit de douane sur les houilles, et demandèrent enfin une enquête pour conjurer le péril, dont ils se croyaient menacés, de manquer de combustible.

On a revu en 1873 les mêmes faits, les mêmes plaintes et les mêmes réclamations

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

se reproduire ; mais, en 1866 comme en 1873, les enquêtes réclamées n'étaient pas achevées que les causes qui les avaient provoquées avaient déjà disparu.

Sous l'aiguillon de la demande, des hauts prix de vente et des bénéfices réalisés, la Compagnie d'Aniche entreprend de nouveaux travaux et notamment le fonçage de deux autres fosses sur le faisceau de Douai (Saint-Réné et Bernicourt). L'extraction qui était, en 1861, d'environ 3 300 000 hectolitres, atteint, en 1866, 5 500 000. Une pareille augmentation de production exigea une augmentation correspondante du personnel ; on y pourvut par de nombreuses constructions de maisons et par des élévations de salaires. C'est ainsi que, dès le mois de décembre 1865, la Compagnie augmentait le salaire des enfants de 15 à 20 pour 100, de manière à en attirer un plus grand nombre dans les travaux. Cette mesure était commandée par une particularité toute spéciale aux mines du Nord. Ces mines exploitent des couches nombreuses, mais de très-faible épaisseur ($0^m,40$ à $1^m,00$). Le travail, dans ces couches minces, exige de la part des ouvriers un long apprentissage, des aptitudes et des habitudes auxquelles ne se soumettent plus les hommes d'un certain âge ; c'est donc par les enfants que doit se faire le recrutement du personnel.

L'année 1872 fut le commencement d'une nouvelle période d'activité, période pendant laquelle on entreprit le fonçage de deux puits à Roucourt, pour rechercher au midi du faisceau de Douai un gisement de houilles à gaz. Ces deux fosses sont encore en travaux préparatoires.

Enfin, en 1873, la Compagnie, parvenue à l'apogée de sa prospérité, célébrait son centenaire. Elle résolut de fêter l'anniversaire séculaire de la fondation de l'entreprise, et, à cette occasion, une somme de 100 000 francs fut accordée à titre de gratification et partagée entre tous les employés et ouvriers de l'établissement.

(*La fin au prochain Cahier*).

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 14 février 1879.

Présidence de M. Dumas, président.

Correspondance. — M. *Lasvignes*, à Salignac, demande le concours de la Société pour faire exécuter et utiliser : 1° Un moteur perpétuel, à force gratuite ; 2° un perfectionnement au vélocipède ; 3° un moyen mécanique de soutenir un poids en l'air sans point d'appui ; 4° un piége perpétuel pour prendre les animaux féroces et sauvages. (Arts économiques.)

M. *Raffard* (N. J.), rue Vivienne, 16, à Paris. Thermo-régulateur réglant automa-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tiquement la température, fondé sur le principe que la tension maxima d'une vapeur saturée croît plus rapidement que la température. (Arts mécaniques.)

M. *Serrin* (V.), boulevard Saint-Martin, 1, à Paris, dépose un paquet cacheté, contenant la description d'un nouveau régulateur automatique de la lumière électrique qui présente les avantages suivants : « 1° de pouvoir être mis en marche par les machines dynamo-électriques à l'aide la force motrice strictement nécessaire; 2° de produire par conséquent instantanément l'écart voltaïque, dès qu'on ferme le circuit; 3° d'annuler entièrement les oscillations.

M. *Thévenet* (G.), rue de Lamartine, 54, à Paris, présente les machines à composer et à distribuer les caractères d'imprimerie, de M. *Kastenbein,* qui ont obtenu une médaille d'argent à l'Exposition universelle. (Arts mécaniques.)

M. *Barthélemy*, horloger, boulevard Beaumarchais, 53. Appareil pour apprendre aux enfants à connaître les heures et les minutes sur les horloges. (Arts économiques).

M. *Denain* (A.), près la gare, à Bohain (Aisne), demande l'examen de ses procédés pour la fabrication des briquettes d'agglomérés perforées. (Arts mécaniques.)

M. *Chevallier* (A.), membre du Conseil, envoie un exemplaire du Rapport général sur les travaux du conseil d'hygiène publique et de salubrité du département de la Seine, depuis 1867 jusqu'à 1871.

M. *Chatel* (V.), à Valcongrain (Calvados). Note imprimée sur les acarus et le phylloxera. (Agriculture.)

M. *Heuzé* (Louis), architecte, boulevard Magenta, 69, à Paris, envoie un exemplaire d'un projet de chemin de fer métropolitain, à voie spéciale en plein air, avec passage couvert pour les piétons. Paris, janvier 1879. (Constructions et beaux-arts.)

M. *Basset* (N.), rue des Dames, 60, à Paris, la *Vigne et son Phylloxera*, brochure in-8°, 1879.

M. *Ducournau,* entrepreneur des travaux publics, lauréat de la Société, envoie un tableau des expériences faites par sa méthode, pour des essais de ciment, en 1877 et 1878. (Constructions et beaux-arts.)

M. *Cavalerie* envoie un exemplaire d'une brochure qu'il a publiée sur son moteur à piston-coin. Bordeaux, 1878.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Vitesse de machines, cinémomètre.* — M. *Collignon* fait, au nom du comité des arts mécaniques, un rapport sur le cinémomètre de M. *Jacquemier*, lieutenant de vaisseau.

Le comité des arts mécaniques propose de remercier M. *Jacquemier* de son intéressante communication, et de voter l'insertion au *Bulletin* du présent Rapport, avec le dessin de l'appareil et la légende destinée à en faciliter la lecture.

Ces conclusions sont adoptées par le Conseil.

Horloge mystérieuse. — M. *Haton de la Goupillière* fait, au nom du même comité, un Rapport sur un horloge mystérieuse présentée par M. *Théodore*, ancien bijoutier, à Bry-sur-Marne (Seine).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. le rapporteur propose de remercier M. *Théodore* et d'insérer le rapport au *Bulletin* avec dessin (adopté).

Vacance dans le comité de l'agriculture. — M. *Hervé Mangon* fait, au nom du comité de l'agriculture, un Rapport au Conseil pour demander la déclaration d'une nouvelle vacance dans ce comité qui ne sera pas au complet, même après la nomination à intervenir par suite d'une première vacance déclarée.

Cette proposition est adoptée par le Conseil, et une deuxième vacance est déclarée dans le comité.

COMMUNICATIONS. — *Encres d'imprimerie.* — M. *de Luynes*, membre du Conseil présente à la Société les principaux spécimens d'encres d'impression et d'encres typographiques, provenant de la fabrication de M. *Lorilleux*.

Les établissements de M. *Charles Lorilleux* se composent de deux usines : l'une, à Nanterre, est exclusivement consacrée à la production de noir de fumée. Le noir est obtenu, soit par les anciens procédés, soit au moyens de méthodes nouvelles inventées par M. *Lorilleux*. La seconde usine, sise à Puteaux, sert à la fabrication des vernis, des couleurs et des encres. (Renvoi au comité des arts économiques.)

Instruments de physique. — *Spectroscope.* — M. *de Luynes* présente également, au nom de M. *Laurent* (Léon), constructeur d'instruments de précision, 21, rue de l'Odéon, un spectroscope à vision directe, construit d'après les indications de M. *Thollon*. (Arts économiques.)

M. *de Laffollye*, ancien directeur régional du télégraphe, membre correspondant de la Société, à Tours, adresse une Note au sujet de l'emploi de l'émulsion sèche de M. *Chardon*, pour l'exécution de photographies en voyage. (Cette Note paraîtra au *Bulletin*.)

Colonisation de l'Afrique. — M. le baron *Baude*, vice-président de la Société, fait une communication sur les idées et les études de M. *Duponchel*, sur le chemin de fer Trans-Saharien. (Voir plus haut, p. 184.)

Téléphone Gower parlant à haute voix. — M. le comte *du Moncel* présente à la Société le téléphone de M. *Gower* qui, sans le secours du microphone et d'un courant voltaïque, reproduit la parole assez haut pour qu'elle soit entendue à distance et dans toute l'étendue d'une grande salle. (M. *Gower* est représenté, à Paris, rue de la Bourse, 1.)

M. *Gower*, dit M. *du Moncel*, vient de construire un nouveau système de téléphone sans pile, qui, non-seulement reproduit la parole assez haut pour la faire entendre à une distance de 7 à 8 mètres de l'instrument, mais qui peut encore la transmettre quand on parle à une distance assez grande de l'appareil transmetteur. Dans ce dernier cas le téléphone récepteur doit être rapproché de l'oreille. Bien que ce double problème ait été déjà résolu par les téléphones à transmetteurs microphoniques, les résultats fournis par les appareils dont nous parlons sont plus curieux, car ils sont obtenus sans pile électrique et sont même plus accentués.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans ce nouveau système, qui n'est du reste qu'un perfectionnement du modèle carré de Bell, l'aimant en fer à cheval a une forme particulière qui contribue à lui donner une force plus grande. Il est constitué par une sorte de demi-circonférence d'acier aimanté dont les deux extrémités sont repliées de manière à former comme un diamètre du cercle ; seulement, ce diamètre est coupé au centre, de sorte que les deux pôles de l'aimant se présentent l'un devant l'autre, comme dans l'électro-aimant de Faraday. Ils sont munis de deux semelles de fer, terminées antérieurement par deux lames minces de fer sur lesquelles sont placées les bobines électro-magnétiques, qui sont oblongues et qui en constituent les noyaux magnétiques. Le diaphragme est en fer-blanc ; il est plus épais que les diaphragmes ordinaires, et est maintenu solidement sur les bords de la boîte circulaire qui enveloppe le tout et qui constitue une sorte de caisse sonore. Cette boîte est en cuivre, et le serrage du diaphragme est effectué dans des conditions de solidité telles que la lame semble faire corps avec elle et donne un son quand on la touche, ce qui n'a pas lieu dans les téléphones ordinaires. C'est une des conditions qui ont rendu l'appareil plus sonore. L'aimant est aussi beaucoup plus énergique ; il est aimanté au moyen du courant d'une forte machine Gramme qui agit sur lui pendant près de vingt minutes. Il n'y a pas, dans cet appareil, d'embouchure proprement dite ; le couvercle de la boîte qui porte le diaphragme, lequel n'en est distant que de 2 millimètres à peine, est simplement muni d'un trou vis-à-vis du centre du diaphragme, et on visse dans ce trou, soit un porte-voix en fer-blanc de 50 centimètres de longueur, quand l'appareil doit reproduire ou transmettre la parole à distance, soit un tube acoustique terminé par une embouchure, quand on veut écouter ou transmettre à la manière des téléphones ordinaires. Mais ce qui est curieux dans ce système, c'est que l'appareil peut servir lui-même d'avertisseur très-bruyant, sans qu'on ait autre chose à faire que de souffler au lieu de parler.

A cet effet, le diaphragme est pourvu à mi-rayon, en dehors de son centre, d'une petite ouverture oblongue derrière laquelle, à une équerre en cuivre fixée sur le diaphragme lui-même, est adaptée, une anche d'harmonium. Sous l'influence du soufle, l'air repoussé pénètre à travers ce petit trou, et en rencontrant l'anche, la fait entrer en vibration, en déterminant un son plus ou moins aigu suivant les conditions de la lame vibrante. Cette addition au diaphragme n'altère nullement ses qualités au point de vue de la parole, de sorte que quand, après avoir soufflé, on entame la conversation, le téléphone récepteur répète la parole après avoir émis un son qui ressemble un peu à un appel de cor. L'appareil est alors pourvu du porte-voix dont il a été question.

Rien n'est plus curieux que d'entendre ainsi une conversation dans son fauteuil à 5 ou 6 mètres de l'appareil et sans qu'il soit besoin, pour y répondre, de changer de place. Le correspondant, par exemple, est obligé de parler et d'entendre dans le tube acoustique, et il doit même parler un peu fort pour que la parole soit entendue de loin à l'autre station. Mais pour l'audition, les sons lui arrivent avec une ampleur telle,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'on croirait que c'est un géant qui parle. On peut même entendre de cette manière une conversation à voix basse. Ces résultats sont réellement bien extrordinaires, et quoique familiarisé avec ces effets, c'est toujours avec une nouvelle surprise que nous constatons ces progrès incessants.

Après cette exposition, qui a excité un grand intérêt, M. *Gower* fait fonctionner lui-même l'appareil.

Des signaux d'appel sont échangés entre la salle et un poste éloigné hors de la portée du son ; une conversation suivie est établie et toutes les réponses sont entendues distinctement dans toute l'étendue de la salle, qui a 20 mètres de longueur sur 10 mètres de largeur et dont le plafond est très-élevé. Des fanfares jouées par un clairon, des chants divers à haute voix sont perçus avec netteté par tous les assistants, et la voix de M. *Gower*, donnant des ordres qui sont exécutés immédiatement, est transmise régulièrement au poste, quoique M. *Gower* soit à 12 mètres de distance de l'appareil récepteur.

M. le *Président* remercie M. *du Moncel* et M. *Gower* de cette intéressante communication et charge le comité de physique et des arts économiques d'en faire l'examen.

Nomination de membres. — Sont nommés membres de la Société : M. *Casalonga* (Antoine), ingénieur civil, à Paris ; M. *Jubecourt*, directeur de la manufacture *Schneider* et comp., à Digoin.

Séance du 28 *février* 1878.

Présidence de M. l'amiral de Chabannes, vice-président.

Correspondance. — M. *Weston Fint*, éditeur de la *Gazette officielle du patent-office des Etats-Unis d'Amérique*, annonce l'envoi de treize volumes de la collection de cette gazette avec les suppléments de 1872 à 1878 et fait connaître qu'il a cessé de recevoir le *Bulletin* de la Société, depuis 1867. Il désirerait que cette collection fût complétée. (Bureau.)

M. *Joly* (Alph.), rue du Cherche-Midi, 19, à Paris, propose l'emploi de tubes de Geissler convenablement disposés, pour purger les câbles télégraphiques des courants induits qui les parcourent. (Arts économiques.)

M. le *Ministre de l'agriculture et du commerce* envoie deux exemplaires du tome XC de la collection des brevets d'invention, des numéros 7 à 8, 1re partie du catalogue de ces brevets pour 1878 et du tome XIV de la nouvelle collection des brevets, nouvelle série, 1875.

M. *Riboulet* (C. E.), ingénieur civil, à Marvejols (Lozère), demande le concours de la Société pour faire aboutir, à un résultat utile, les études qu'il a faites sur les petites usines à gaz. (Arts chimiques.)

MM. *Moreau* (A. G.) et fils, serruriers, rue du Chaudron, 24, à Paris, demandent à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la Société de faire visiter six grilles en fer forgé, qu'ils ont exécutées pour le tombeau du duc de Brunswick, à Genève, monument qui est la reproduction d'un des tombeaux des Scaliger, à Vérone. (Construction et beaux-arts.)

M. *Holtzmann* (Émile), rue des Petits-Pères, 11, à Paris; procédé pour l'impression de dessins en couleur qu'il nomme polychrome-autographie. (Constructions et beaux-arts).

M. *Schutzenberger* présente, au nom de M. *Quequet*, ancien pharmacien, rue de la Bastille, 6, à Paris, un petit appareil qu'il nomme densimètre et qui donne rapidement, avec une précision bien suffisante pour la plupart des usages de l'industrie, la densité d'un corps solide. (Arts économiques.)

MM. les *Secrétaires* signalent les ouvrages suivants :

M. *Mazaroz* (J. P.), boulevard Richard-Lenoir, 94, Mémoire sur la destruction du phylloxera par l'hygiène naturelle, 1879, broch. in-folio.

M. *Joly* (Ch.), rue Boissy-d'Anglas, 11, à Paris. Note sur la ventilation des salons, broch. in-8°.

M. *Cotelle* (Alphonse), manufacturier, à Ponthierry (Seine-et-Marne), système régulateur automatique de l'écoulement des eaux pour empêcher les inondations, février 1879, brochure autographiée, in-4°.

M. *Duponchel* (A.), ingénieur en chef des ponts et chaussées, à Montpellier. Études préliminaires d'un projet pour le chemin de fer Trans-Saharien. Paris, Hachette, 1879, un vol. in-8° avec cartes.

M. *Casalonga* (D. A.), ingénieur et membre de la Société. La *Chronique industrielle*, un vol. in-4°, avec la série des numéros parus à la suite jusqu'a ce jour.

ÉLECTION D'UN MEMBRE DU CONSEIL POUR LE COMITÉ DE L'AGRICULTURE. — M. le *Président* annonce qu'il va être procédé à l'élection d'un membre pour le Comité de l'agriculture, conformément à la vacance qui a été déclarée dans la séance du 24 janvier dernier.

Le Comité a proposé M. *Risler*, ancien membre correspondant de la Société, à Calève, lorsque sa résidence était fixée en Suisse, actuellement professeur à l'Institut agronomique, à Paris. Les titres du candidat ont été discutés en comité secret dans le Conseil.

Le scrutin est ouvert et tous les membres présents du Conseil y prennent part. — Au dépouillement du scrutin, le Bureau constate que M. *Risler* a obtenu l'unanimité des suffrages au nombre de 24.

En conséquence, M. le *Président*, proclame M. *Risler* membre du Conseil pour le Comité d'agriculture.

Cette élection sera ratifiée par la Société réunie en assemblée générale.

COMMUNICATIONS. — *Fabrication de la méthylaniline*. — M. *Schutzenberger* pré-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sente à la Société, au nom de M. *Vincent*, professeur à l'Ecole centrale des arts et manufactures, un nouveau procédé pour la méthylation de l'aniline au moyen du chlorure de méthyle liquide.

Au début de l'industrie des couleurs dérivées de la houille, la préparation de la méthylaniline ne paraissait pouvoir être réalisée que par l'action de l'iodure ou du bromure de méthyle sur l'aniline, d'après la méthode suivie, vers 1849, par *Hofmann*, pour obtenir les ammoniaques composées. Le prix alors élevé du brome et de l'iode, fit rechercher une préparation économique de la méthylaniline, surtout après que M. Ch. *Lauth* eut obtenu une magnifique matière colorante violette par l'oxydation directe de cette base à l'aide des sels de cuivre.

M. *Bardy*, mettant à profit la réaction indiquée par M. *Berthelot*, du chlorhydrate d'ammoniaque à haute température sur les alcools, pour produire les ammines méthylées et éthylées, chauffa sous pression le chlorhydrate d'aniline avec l'alcool méthylique, et obtint ainsi le chlorhydrate de méthylaniline.

Cette importante découverte permet de rendre industrielle la fabrication du violet par l'oxydation de la méthylaniline.

Dans toutes les fabriques, on méthyle l'aniline par la réaction que nous venons d'indiquer du chlorhydrate d'aniline sur l'alcool méthylique. Ce procédé nécessite l'emploi de vases émaillés très-coûteux, qui sont souvent d'une courte durée ; il force à opérer sous des pressions assez considérables (20 atmosphères environ), ce qui oblige à restreindre la contenance des appareils. Enfin, il exige l'emploi du feu et, à la haute température à laquelle ont lieu les réactions, on peut obtenir des homologues supérieurs, résultant de transpositions intra-moléculaires, par suite de la surchauffe du chlorhydrate de diméthylaniline et du chlorhydrate de triméthylphénylammonium, en présence d'un excès d'alcool méthylique, ainsi que l'ont montré MM. *Hofmann* et *Martin*. Ces produits supérieurs diminuent d'autant le rendement en produits utiles, et souillent la pureté de la diméthylaniline. M. *Lauth* pensa d'abord, puis M. *Hofmann* fit voir que la diméthylaniline pure, exempte de ses homologues supérieurs, donne seule un bon rendement en violet complétement soluble dans l'eau, et d'une nuance magnifique.

La méthylation de l'aniline, par l'emploi du chlorure de méthyle liquide, permet d'éviter tous les inconvénients que nous venons d'énumérer.

Le chlorure de méthyle est, comme on le sait, préparé depuis quelques mois industriellement en abondance, par la décomposition pyrogénée du chlorhydrate de triméthylamine. Il est purifié par des traitements successifs ; par l'acide chlorhydrique pour retenir l'ammoniaque et la tri-méthylamine avec lesquels il prend naissance, puis par l'eau, par l'acide sulfurique concentré, afin de retenir des traces de produits pyrogénés accessoires, et, enfin, par la soude. Il est ensuite desséché sur le chlorure de calcium et liquéfié par compression et refroidissement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le produit, ainsi obtenu, est anhydre et pur ; on le conserve dans des vases en tôle d'acier qui servent à son transport.

L'appareil dans lequel s'effectue la méthylation de l'aniline en employant du chlorure de méthyle liquide, se compose d'un chaudière autoclave en tôle ou en fonte *non émaillée*, de grande dimension, disposée dans un bain-marie qu'on peut chauffer à l'aide de la vapeur. Sur le couvercle de cet autoclave se trouvent fixés :

1° Un mécanisme permettant, à l'aide d'une courroie, de transmettre le mouvement à un agitateur à ailettes occupant toute la hauteur du vase ;

2° Un manomètre et une soupape de sûreté ;

3° Deux petits robinets formés essentiellement par un cône en acier, s'appliquant sur un siége en bronze, et destinés l'un à introduire le chlorure de méthyle liquide, l'autre à établir l'équilibre de pression dans le vase supérieur contenant ce produit (les communications sont établies à l'aide de tuyaux en cuivre, réunis par des raccords en caoutchouc renforcés par des toiles) ;

4° Enfin, un bouchon à vis destiné à permettre de charger l'appareil et de le vider au moyen d'un tuyau plongeur, en employant la pression.

Pour préparer la diméthylaniline, on charge de l'aniline dans l'appareil (45 kilog. pour un vase de 250 litres), et du lait de chaux renfermant une quantité de cet alcali plus que suffisante pour saturer tout le chlore du chlorure de méthyle qu'on doit employer en léger excès ; on visse alors le bouchon de l'appareil, on fait fonctionner l'agitateur mécanique, et, au moyen de la vapeur, on porte à l'ébullition pendant une heure le liquide du bain-marie, afin d'élever à 100° environ la température du mélange d'aniline et de chaux. On arrête alors la vapeur, puis on fait couler dans l'appareil le chlorure de méthyle contenu dans un cylindre, disposé à un niveau supérieur sur une bascule. Par suite des réactions, la pression augmente aussitôt dans l'autoclave, on vide bientôt l'eau du bain-marie qui modérerait trop la température de l'appareil ; on règle l'écoulement du chlorure, de façon à maintenir la pression entre 8 et 9 kilog. L'expérience montre qu'on obtient ce resultat en faisant couler, par minute, environ 500 grammes de chlorure.

Les réactions, qui ont lieu dans l'appareil, développent une quantité de chaleur considérable pendant les deux heures environ que dure l'introduction du chlorure ; il en résulte qu'une certaine quantité de produits distille et que les vapeurs montent dans le tube relié à la partie supérieure du cylindre alimentaire. En interposant sur le trajet de ce tuyau un serpentin clos, refroidi par un courant d'eau, on fait condenser les vapeurs, et le liquide retourne dans l'autoclave par un tuyau siphon.

Lorsque la charge de chlorure est complète (ce dont on est averti par les indications de la bascule), on ferme les robinets des cylindres, et on envoie de nouveau la vapeur autour de l'autoclave, afin de terminer la méthylation. La pression diminue peu à peu, et lorsqu'elle n'est plus que de 3 kilog. environ, on arrête l'opération. Afin de hâter le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

refroidissement, on envoie un courant d'eau froide dans le bain-marie, puis on vide l'appareil par pression d'air. On sépare ensuite facilement la diméthylaniline de la dissolution de chlorure de calcium.

En opérant ainsi, on effectue la méthylation complète de l'aniline en moins de quatre heures. En raison de la pureté du chlorure de méthyle employé et de la température peu élevée à laquelle s'effectuent les réactions, le rendement en diméthylaniline rectifiée n'est jamais inférieur à 116 pour 100 du poids de l'aniline employée, et le produit obtenu distille de 192 à 198°.

On peut donc, par l'emploi du chlorure de méthyle liquide, méthyler l'aniline dans des appareils non émaillés, chauffés au bain-marie à l'aide de la vapeur, en opérant à une pression relativement faible, et obtenir rapidement un produit de qualité uniforme bien méthylé, et plus abondant que par la méthode ordinaire.

La fabrication industrielle de la méthylaniline par le chlorure de méthyle liquide est pratiquée régulièrement dans l'usine de MM. *Brigonnet* et fils, à Saint-Denis, à l'aide de cinq grands appareils. Elle fonctionnera bientôt également à l'étranger, dans plusieurs importantes fabriques.

M. le *Président* remercie M. *Schutzenberger,* et M. *Vincent*, de cette communication dont l'examen est renvoyé au comité des arts chimiques.

Prairies du système Gœtz. — M. *Boitel*, inspecteur général de l'agriculture et membre du Conseil, entretient la Société des prairies formées d'après les prescriptions de M. *Gœtz*. (Cette communication sera insérée au *Bulletin*.)

Locomotives pour trains express. — M. *Baude*, vice-président de la Société, lit au Conseil une Note sur l'emploi des machines à quatre roues accouplées dans les trains à grande vitesse. (Cette Note sera insérée au *Bulletin*.)

NOMINATION DE MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ. — Sont nommés membres de la Société : MM. *Risler*, professeur à l'Institut agronomique, ancien correspondant étranger du Conseil ; *Vacher* (B.), propriétaire, à Barzac (Gironde); *Muller,* homme de lettres, à Paris ; *Lacroix* (Jacques), ingénieur mécanicien, à Lalinde (Dordogne).

PARIS. — IMPRIMERIE DE MADAME VEUVE BOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON, 5 ;
Jules TREMBLAY, gendre et successeur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

COMITÉ DES ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *de* M. DE LABOULAYE *sur un* APPAREIL SERVANT A DONNER LA VOIE AUX SCIES, *inventé par* M. COULOGNE, *rue de Longchamps*, 10, *à Paris*.

Les inventions qui se rapportent au perfectionnement des outils les plus usuels offrent un grand intérêt, à cause du nombre immense d'applications qu'ils peuvent rencontrer; tel est le cas du petit appareil qu'a présenté à la Société M. Coulogne, ouvrier ébéniste, pour donner la voie aux scies.

On sait que pour qu'une scie fournisse un bon travail, il faut dévier successivement les dents à droite et à gauche, c'est-à-dire lui donner de la voie; de telle sorte que le trait de scie étant un peu plus large que la lame de la scie, celle-ci puisse pénétrer le bois sans de grands frottements latéraux.

Tout le monde connaît l'outil que le scieur emploie à cet effet; ce n'est en réalité qu'une petite plaque de tôle, dans laquelle une fente est pratiquée; cette fente est placée sur la dent et permet à l'ouvrier de la dévier dans le sens de l'effort qu'il exerce. On conçoit qu'il faut une grande expérience pour dévier d'une quantité égale les dents successives.

Dans le petit appareil de M. Coulogne, l'opération, se pratiquant sur deux dents consécutives, est plus rapide et plus facilement faite avec régularité.

Cet appareil consiste essentiellement en une petite pièce trapézoïdale d'acier, portant des entailles triangulaires correspondant au vide des diverses dentures. Un guide, glissant sur cette tige et serré par une vis, conduit une partie d'équerre près de la denture de la scie sur laquelle on opère; en appliquant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ce guide le long de la lame de la scie, l'entaille dont nous venons de parler pénètre entre deux dents, et les extrémités de celles-ci reposent sur deux portées plates qui la terminent. En tournant le manche de l'outil, on inclinera l'une des extrémités à droite et l'autre à gauche, c'est-à-dire l'on produira d'un seul coup la voie de la scie.

Ce petit appareil, peu coûteux, paraît susceptible d'un bon usage, et nous serions heureux que la publicité de notre *Bulletin* pût contribuer à le propager et assurer le succès des efforts d'un ouvrier intelligent.

Nous vous proposons donc, Messieurs, de remercier l'inventeur de sa communication et d'insérer au *Bulletin* le présent Rapport en y joignant la gravure de l'appareil de M. Coulogne.

Signé : LABOULAYE, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 10 *janvier* 1879.

LÉGENDE RELATIVE A L'APPAREIL DE M. COULOGNE.

Fig. 1. Vue perspective de l'appareil avec un fragment de la lame d'une scie dans la position qu'elle occupe lorsqu'on veut lui donner de la voie.

Fig. 2. Vue en élévation partielle de l'appareil du côté où on engage la lame.

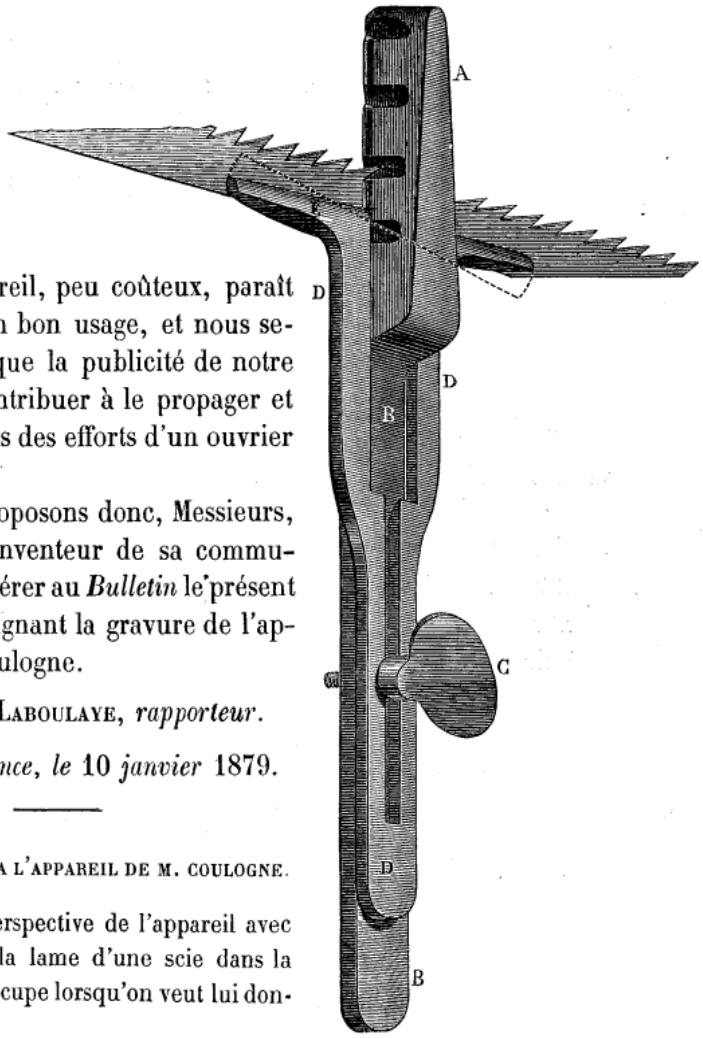


Fig. 1.

Fig. 3. Vue en élévation de l'appareil du même côté que celui de la figure 1.

Les figures 1 et 2 sont à l'échelle d'exécution ; la figure 3 est aux deux tiers.

A B, organe principal de l'appareil, composé de deux parties A et B ; la partie A, de forme trapézoïdale, est munie sur ses deux faces latérales d'encoches alternantes, pré-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sentant sur les bords antérieurs de leur ouverture de petits plans inclinés (fig. 2) ; la partie B, à laquelle la partie A se raccorde au moyen d'un coude, se compose d'une pièce plate percée, vers son milieu, d'un trou traversé par une vis de pression C.

D, guide à rainure, dans lequel glisse à volonté la partie A de l'organe principal A B ; la vis C sert à fixer ce guide à la hauteur voulue.

E, épaulement en forme de T terminant la partie supérieure du guide D.

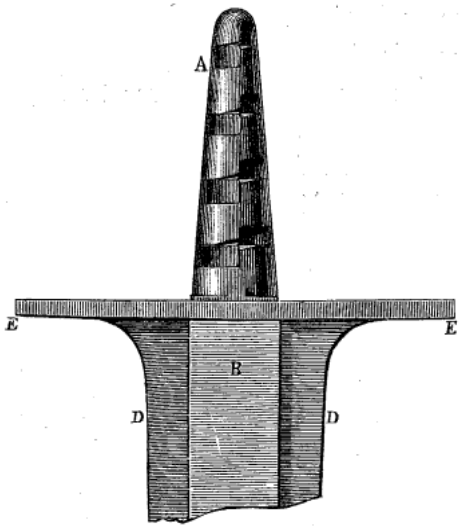


Fig. 2.

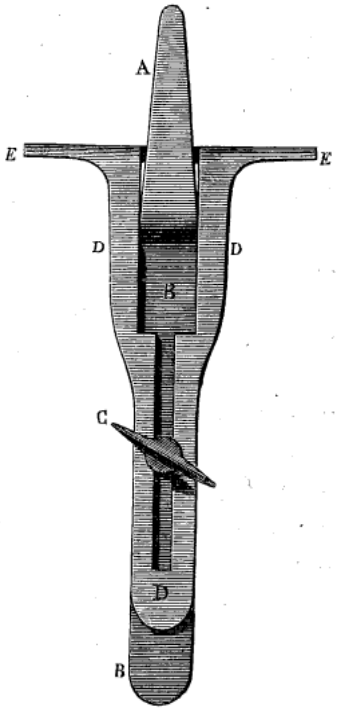


Fig. 3.

Pour opérer, on commence par arrêter à hauteur voulue le guide D, près des encoches où l'on doit placer les dents de la scie ; cette position varie nécessairement suivant l'écartement des dents. Prenant ensuite la lame de la scie de la main gauche en la saisissant au moyen d'un bloc de bois, dans une fente duquel son arête dorsale est insérée, on place de la main droite l'outil dans la position qu'indique la figure 1, et on imprime un mouvement d'inclinaison suivant la ligne ponctuée, mouvement qui est limité par l'épaulement E. Grâce à ce mouvement et à la disposition des encoches, l'une des dents est inclinée d'un côté et l'autre de l'autre côté, c'est-à-dire que la voie est faite. Cette opération, qui se répète à chaque cran de la scie, se fait comme on le comprend, très-vite et très-régulièrement.

(M.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMITÉ DES ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. BOUTILLIER *sur une* MACHINE A FABRIQUER ET UN FOUR A CUIRE LES BRIQUETTES COMBUSTIBLES, *présentés par* M. DENAIN, *à Bohain (Nord)*.

Messieurs, M. Denain soumet à l'examen de la Société, une machine à fabriquer les briquettes et un four pour les dessécher après agglomération.

La machine consiste en un établi en bois, dans lequel est pratiquée une ouverture où se placent les moules à briquettes. Ceux-ci sont recouverts, à leur partie supérieure, par un obturateur en fonte, et fermés, à leur partie inférieure, par des poussoirs de bois qui, sous l'action d'un grand levier articulé, placé à portée de la main de l'ouvrier, pénètrent plus ou moins dans l'intérieur des moules.

Pour opérer la fabrication, l'ouvrier remplit les moules d'un mélange de charbon et de coaltar ou de brai convenablement préparé; puis il ferme l'obturateur et abaisse le levier, qui faisant pénétrer les poussoirs dans l'intérieur des moules, comprime fortement la pâte contre l'obturateur.

Le moulage opéré, l'obturateur est ouvert, et les briquettes sont chassées hors des moules par les poussoirs qu'une action exercée sur le levier y fait pénétrer plus profondément; puis elles sont portées au four à dessécher.

Ce four qui, au dire de l'inventeur, lui a coûté beaucoup de recherches, est rectangulaire, très-bas, de faible largeur et d'une assez grande longueur pour pouvoir contenir cinq wagonnets.

A l'une des extrémités du long pan, se trouve la grille du foyer; à l'autre, la cheminée de tirage. Une plaque de fonte, placée au-dessus du foyer, abrite les briquettes contre l'action directe de la flamme.

Les agglomérés sont disposés sur cinq wagonnets, qui occupent toute la longueur du four et roulent sur une voie ferrée se prolongeant de chaque côté au delà du four.

Le passage à travers celui-ci des wagonnets portant les briquettes s'opère d'une façon continue; car pour sortir le premier wagonnet, on en pousse un sixième à l'entrée du four.

L'ensemble de l'installation, machine et four compris, ne reviendrait qu'à 600 francs environ.

L'inventeur n'a pas la prétention de mettre sa machine en parallèle avec

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

celles qui fonctionnent dans les grandes usines et dont la supériorité est incontestable, tant au point de vue de l'énergie de la compression, qu'à celui de la rapidité du travail et de l'importance de la production. Mais il a voulu réaliser un appareil simple, presque rudimentaire, suffisant à produire chaque jour jusqu'à 2 000 briquettes convenablement agglomérées et susceptible, grâce à la modicité de la dépense d'installation, d'être employé par de petits commerçants en charbon, qui y trouveraient le moyen d'utiliser leurs déchets, en leur donnant à peu de frais une valeur commerciale.

La machine et le four de M. Denain paraissent donc, sous ce rapport, devoir être signalés à l'attention du Conseil, et le comité des arts mécaniques propose de remercier M. Denain de sa communication et d'insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Signé : BOUTILLIER, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 14 mars 1879.

ARTS CHIMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. Aimé GIRARD *sur les méthodes proposées pour le* TRANSPORT DE CERTAINS LIQUIDES INDUSTRIELS, *par* M. KUHLMANN fils, *à Lille*.

Messieurs, le prix de vente des produits chimiques liquides, notamment des acides sulfurique et chlorhydrique, comme aussi celui du chlorure de chaux fabriqué directement à l'état de solution, se trouve actuellement grevé d'une façon sérieuse par les frais qu'exige l'envaisselage de ces produits. C'est ainsi que l'on estime, en général, à 1 fr. 10 et 1 fr. 20 par 100 kilog., la dépense en touries et en paniers nécessaire à leur transport. C'est là une dépense importante, lorsque surtout on considère les prix peu élevés que les circonstances actuelles imposent au manufacturier, prix qui, pour l'acide chlorhydrique, par exemple, ne dépassent pas 3 à 4 fr., et, pour l'acide sulfurique, atteignent rarement 10 fr. les 100 kilog.

Aussi, depuis un certain temps déjà et pour la grande consommation, a-t-on songé à substituer aux touries, qui se brisent sous le choc et aux paniers que l'acide carbonise, des vases construits dans des dimensions plus vastes et faits de matériaux plus résistants.

C'est ainsi que l'on voit actuellement plusieurs de nos grandes manufac-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tures expédier, même à d'assez grandes distances, l'acide sulfurique nécessaire aux industries secondaires, dans des cylindres en fonte, doublés de plomb et montés sur essieux. Mais, quoique avantageux, l'emploi de ces cylindres doublés de plomb offre des inconvénients qui, jusqu'ici, l'ont empêché de se généraliser.

Placé dans des circonstances particulières, au milieu d'une région sillonnée de canaux et de chemins de fer, M. Kuhlmann fils s'est efforcé de résoudre, d'une manière plus pratique, le problème du transport en vrac des produits chimiques liquides, et, dès aujourd'hui, l'on peut dire qu'il y a parfaitement réussi.

C'est du transport par eau qu'il s'est tout d'abord préoccupé. Des difficultés spéciales l'attendaient dans ce cas; le réservoir flottant destiné à contenir les produits chimiques liquides doit, en effet, pour que la stabilité en soit assurée, réunir des conditions particulières de forme et de dimension ; mais, aidé par les conseils de M. Boulongne, ingénieur de la maison Claparède, M. Kuhlmann fils est bientôt parvenu à réaliser ces conditions. Tout en conservant à ce réservoir flottant la forme extérieure d'un bateau ordinaire, il en a fait intérieurement une vaste capacité étanche, de forme trapézoïdale allongée. Ce résultat a été atteint en réservant, le long des parois, deux grandes poches d'air de section triangulaire. Dans ces conditions, et quel que soit le niveau du liquide au-dessus ou au-dessous de la ligne de flottaison, on obtient une stabilité parfaite de la masse flottante. Des bateaux de ce genre circulent, depuis plusieurs années, sur les canaux du Nord, sans qu'aucun accident se soit jamais produit.

Le transport des produits chimiques liquides par chemins de fer et par chariots a été également l'objet des études de M. Kuhlmann fils. Pour le premier cas, il a construit, d'une part, des cylindres mobiles ne contenant que 2 500 litres chacun, qui, par couples, peuvent être montés sur plate-forme, pour de là être enlevés, posés sur chariots au moyen des grues des gares de chemins de fer et, enfin, transportés aux usines qui doivent employer le produit qu'ils contiennent; d'une autre, des cylindres de plus grandes dimensions, pouvant contenir de 5 à 8 000 litres, montés sur wagons plate-forme, et venant directement délivrer le liquide qu'ils transportent aux réservoirs fixes des consommateurs reliés aux gares de chemins de fer.

D'autres cylindres, enfin, montés sur chariots, sont destinés aux transports à faibles distances.

Des pompes aspirantes et foulantes, dont la construction a présenté des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

difficultés considérables, permettent, à l'arrivée chez le consommateur, d'élever les liquides, ainsi transportés, jusqu'aux réservoirs, alors même que ces réservoirs sont situés à 10 et 12 mètres de hauteur.

Mais, la forme à donner aux différentes capacités destinées à recevoir des liquides corrosifs, tels que les acides et le chlorure de chaux, n'était pas la seule difficulté que présentât la question : celle-là n'était pas moindre qui consiste dans le choix des matériaux dont ces capacités doivent être faites.

Pour le chlorure de chaux liquide, le problème a été résolu par M. Kuhlmann fils, il y a près de cinq ans. Depuis près de cinq ans, en effet, les usines de MM. Kuhlmann et comp. transportent le chlorure de chaux liquide dans de grands bateaux de 100 tonneaux de jauge dont les parois sont faites de tôle, enduite d'un mélange de goudron et de brai. A la surface de ce vernis, se dépose bientôt une couche calcaire qui contribue à préserver le métal de toute corrosion. A ces bateaux sont venus se joindre, dans ces derniers temps, des cylindres pour chemins de fer et pour chariots, construits d'après le même principe.

C'est à une époque plus récente, c'est, il y a un an environ, que M. Kuhlmann fils a rencontré les conditions réellement pratiques du transport en vrac de l'acide sulfurique. Jusque-là, il avait employé, pour ce transport, des capacités faites de tôle doublée de plomb ; mais, encouragé par l'exemple des manufacturiers anglais qui, depuis lontemps déjà, construisent simplement en fonte les monte-acides destinés à la manœuvre de leurs Glover et de leurs Gay-Lussac, il a eu l'idée hardie de construire, d'abord en fonte, puis en tôle, et sans doubler ni revêtir le métal, les capacités : bateaux, cylindres, etc., destinées à contenir l'acide sulfurique. L'expérience lui a donné complétement raison, et, depuis plus d'une année, MM. Kuhlmann et comp. transportent dans la tôle, sur les canaux et sur les chemins de fer du Nord, non-seulement l'acide à 66°, mais même l'acide à 60°, sans que les parois des vases de transport s'en trouvent en aucune façon attaquées.

Pour le transport de l'acide muriatique, les difficultés sont plus grandes. M. Kuhlmann fils n'a pu, jusqu'ici, les vaincre qu'en y employant des cylindres en caoutchouc durci, maintenus par un assemblage extérieur de douves en bois ; mais des essais intéressants sont, en ce moment, poursuivis par ce manufacturier, dans l'espoir de substituer à ces cylindres, d'un prix élevé, de simples tonneaux en bois.

Les résultats que nous venons d'indiquer ont une importance considé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rable; et, dès aujourd'hui, on peut regarder comme acquis à la pratique le transport des produits chimiques liquides en vrac, dans de grandes capacités construites à l'aide de matières inattaquables par ces produits.

M. Kuhlmann fils, en poursuivant et en trouvant la solution de ce problème difficile, a rendu à l'industrie des produits chimiques un service signalé.

C'est pourquoi le comité des arts chimiques a l'honneur de vous proposer de remercier M. Kuhlmann fils de la communication qu'il vous a faite de ses procédés, et d'autoriser l'insertion du présent Rapport dans le *Bulletin* de la Société.

Signé : Aimé Girard, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 25 octobre 1878.

NOTE SUR LE TRANSPORT DE CERTAINS LIQUIDES INDUSTRIELS, PAR M. F. KUHLMANN FILS (*Planche* 96).

L'industrie s'est vivement préoccupée, depuis quelques années, de faciliter les transports de marchandises par voitures, chemins de fer ou navires, en vue d'augmenter les échanges entre les divers pays.

En ce qui concerne les liquides industriels, on devait naturellement penser, et d'une manière très-sérieuse, à simplifier les emballages toujours coûteux, dont le prix et les frais d'entretien dépassent même quelquefois la valeur des substances qu'ils contiennent. La distillerie a cherché à supprimer les tonneaux pour le transport des mélasses et même des alcools. Dans un autre ordre d'idées, la fabrication du sucre a trouvé, dans bien des cas, plus avantageux d'établir des râperies sur les lieux de culture de la betterave et de faire arriver les jus dans les fabriques par des tuyaux en fonte, supprimant ainsi, d'une façon absolue, tout charroi de betteraves.

Cette préoccupation d'abaisser les frais de transport des liquides industriels, nous devions l'avoir particulièrement dans la fabrication des produits chimiques, où certaines matières, l'acide muriatique et l'hypochlorite de chaux ou chlorure liquide, par exemple, ont une valeur infime et se trouvent grevés de frais considérables par l'entretien des emballages employés jusque dans ces derniers temps.

Les premiers essais avaient été faits en vue de transporter sur des chariots, dans des tonneaux en bois doublés de plomb, l'acide sulfurique du commerce. Ce système, pratiqué d'ailleurs maintenant sur plusieurs points de la France, n'a pas complétement réussi dans notre contrée; nous avons remarqué que les trépidations continues, dues au roulement sur le pavé, amenaient, au bout d'un certain temps, le déchirement du plomb en certains points, quels que fussent la solidité des tonneaux et les soins apportés

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans leur construction ; aussi, pour cet usage, avons-nous préféré l'emploi direct de la tôle. Il va sans dire que, dans ce cas, les réservoirs doivent être construits avec des dispositions spéciales et certaines précautions ayant pour but d'empêcher la rentrée de l'air humide. Ces divers appareils fonctionnent depuis quelque temps, sans altération apparente, pour le transport de l'acide à 60° et à 66° B^{é}.

Nous avons construit, en partant du même principe, des réservoirs sur wagons, les uns fixés aux trucs, d'une capacité de 5 à 8 000 kilog., se déversant directement dans les citernes des clients établis près du chemin de fer, les autres mobiles, d'une capacité de 2 500 kilog., pouvant être enlevés à la grue et transportés, par l'intermédiaire de chariots, sur les routes ordinaires jusqu'au domicile des consommateurs établis à distance du chemin de fer.

Pour l'acide muriatique, le système de réservoir transportable qui nous a le mieux réussi jusqu'à présent est le cylindre en caoutchouc durci, construit spécialement sur nos plans.

Les hypochlorites ou chlorures de chaux liquides, qui ont un emploi considérable dans le blanchiment des fils, sont également transportés dans des réservoirs en tôle, enduits d'un mélange de goudron, de brai, de cire, etc., dans des proportions déterminées. Au bout d'un certain temps une légère couche de chaux se dépose sur les parois du réservoir et contribue à le rendre encore moins attaquable. Plusieurs de ces récipients, fonctionnant depuis quelques années déjà, n'ont encore été l'objet d'aucune réparation.

Pour de grandes industries consommant des quantités considérables de produits, il était utile de substituer les bateaux-réservoirs aux voitures. Dans l'étude que j'ai faite de ce mode de transport, j'ai rencontré, au point de vue de la construction, un peu plus de difficultés ; je ne crois donc pas inutile d'entrer dans quelques détails sur les conditions d'installation qui m'ont paru les plus avantageuses, soit que l'on fasse le réservoir simplement en tôle pour le transport des huiles et des liquides n'altérant pas ce métal, soit qu'on le recouvre d'une couche de goudron pour les hypochlorites de chaux, soit qu'on l'emploie à l'état de tôle nue, mais avec précautions spéciales, ou de tôle doublée de plomb pour recevoir l'acide sulfurique, ou bien encore de caoutchouc pour le transport de l'acide muriatique.

Une difficulté sérieuse se présente, tout d'abord, dans l'établissement de ces bateaux, au point de vue des conditions d'équilibre à réaliser.

Il faut, en effet, pour obtenir une stabilité suffisante pendant la marche, neutraliser l'influence des mouvements extérieurs sur la masse liquide contenue dans le réservoir et empêcher, qu'en se portant brusquement d'un bord à l'autre, elle ne vienne à produire le renversement total ou partiel du bateau.

Il est facile de se rendre compte que les conditions de stabilité d'un bateau sont différentes suivant qu'il est chargé de matières solides bien arrimées, de matières solides coulantes comme les grains, ou de liquides ne remplissant pas entièrement les ré-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

servoirs qui les contiennent et pouvant suivre, sans obstacle, les mouvements oscillatoires du bateau.

Soit, en effet, a, b, c, d (fig. 1, planche 97), la section d'un bateau chargé de matières solides non sujettes à se déplacer et telles que le centre de gravité du chargement situé en G, par exemple, sur l'axe du bâtiment, puisse être considéré comme un point fixe, quelle que soit l'inclinaison du bateau ; soit P le centre de poussée du liquide, c'est-à-dire le point d'application de la résultante des pressions du liquide sur les parois du bateau, force verticale agissant de bas en haut, qui tend à pousser le bateau hors de l'eau tandis que son poids tend à lui faire gagner le fond. Dans ces conditions, pour que l'équilibre existe, il faut et il suffit que les deux forces considérées (g le poids, p la poussée) agissant sur le bateau soient égales et opposées, en un mot, que la poussée fasse équilibre au poids.

Supposons maintenant que le bateau s'incline (fig. 2). Le centre de gravité reste, par hypothèse, au point G; le centre de poussée du liquide, au contraire, se porte en P′ du côté où le bateau plonge, et il peut arriver alors ou que le bateau se redresse, ou qu'il demeure incliné, ou qu'il chavire, suivant que les forces g et p formant couples, considérées comme appliquées sur l'axe au point G (centre de gravité) et au point M (métacentre), tendent à faire tourner la ligne M G dans un sens ou dans l'autre ou à la maintenir dans la position reçue.

Ainsi, par exemple, dans le cas de la fig. 2, g et p tendant à faire tourner M G dans le sens de la flèche, le bateau tend à se redresser; dans le cas de la fig. 3, au contraire, g et p sollicitent M G dans le sens contraire, et le bateau tend à chavirer.

Si, enfin, le point P′ et le point G se trouvaient sur la même verticale, la condition d'équilibre sous l'action de ces deux forces serait remplie et le bateau n'étant pas soumis à d'autre action extérieure resterait incliné.

Examinons maintenant ce qui se passe dans le cas de bateau contenant un liquide à surface supérieure libre, pouvant conserver la position horizontale, quelle que soit l'inclinaison donnée au réservoir.

Le bateau se trouvant d'abord dans la position normale, soit $m\,n$ (fig. 4), la surface libre du liquide emmagasiné, G le centre de gravité situé sur l'axe et P le centre de poussée.

Les conditions d'équilibre sont évidemment les mêmes que dans le premier cas; il faut et il suffit que les forces g et p, situées dans le même plan, soient égales et opposées.

Supposons, en second lieu (fig. 5), que le bateau, sous l'action d'une force extérieure, vienne à s'incliner : le centre de poussée se porte, comme tout à l'heure, vers la droite, et si le poids du liquide emmagasiné est égal au poids des matières solides considérées précédemment, la position du point P′ sera, pour une même inclinaison, la même aussi que dans le cas de la fig. 2, mais il n'en sera pas ainsi pour le centre de gravité du liquide, qui va, de son côté, se porter évidemment en G′ vers la droite

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 9

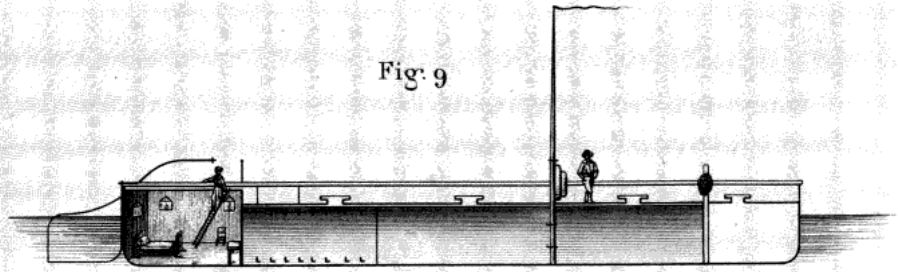


Fig. 10

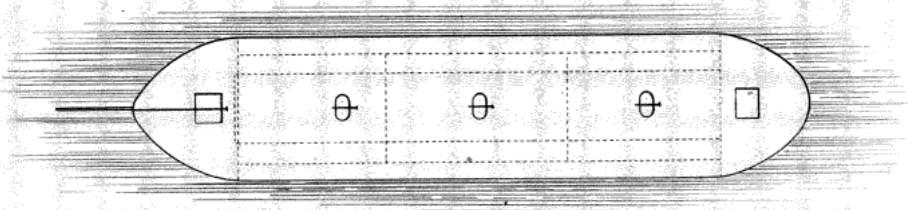


Fig. 11

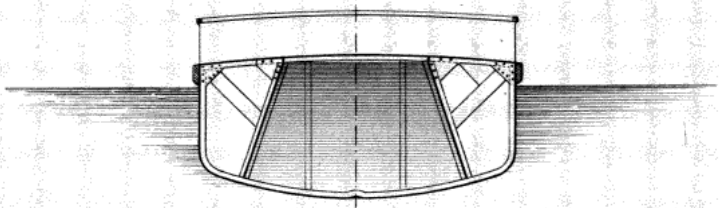


Fig. 1 Fig. 2 Fig. 3 Fig. 4

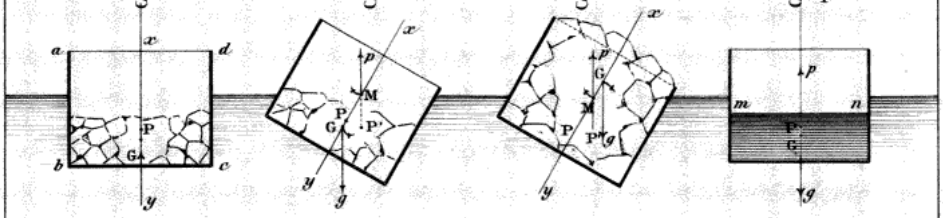
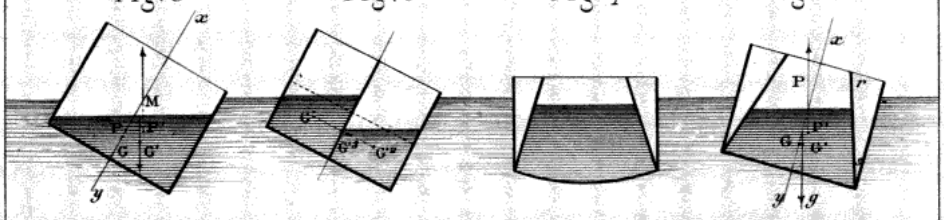


Fig. 5 Fig. 6 Fig. 7 Fig. 8



Imp. Lamoureux, Paris. *L. Chaumont et B. Bertrand, sc.*

BATEAU-RÉSERVOIR POUR LE TRANSPORT DES HYPOCHLORITES LIQUIDES

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

(puisque la section devient un trapèze), de telle sorte que le point d'application des forces g et p se rapprochant sur l'axe x y, ces forces tendent, moins énergiquement que dans le cas précédemment examiné, à ramener ledit axe dans la verticale. Or, c'est précisément l'énergie de cette tendance au redressement qui constitue ce que l'on entend d'ordinaire par stabilité d'un bateau ; il se trouve donc que le même bateau sera bien moins stable s'il contient un liquide qne s'il porte une cargaison solide.

Dans le premier bateau que j'ai fait construire pour le transport du chlorure liquide, je pensais avoir suffisamment assuré la stabilité en divisant le réservoir dans toute sa longueur par une cloison placée dans l'axe ; de cette manière, en effet, le bateau venant à s'incliner, chacune des divisions se comporte comme un réservoir distinct, et le point d'application G'_3 de la résultante du poids de chacun des compartiments est évidemment plus rapproché de l'axe que si la cloison n'existait pas. La stabilité est donc plus grande, mais l'expérience a prouvé qu'elle n'était pas suffisante. Le bateau, lorsqu'il est peu chargé, penche facilement, et l'on est obligé pour le remettre d'aplomb de rouler d'un côté ou de l'autre des barriques de lest.

On pourrait évidemment, en multipliant les cloisons, obtenir une stabilité plus grande et tout à fait comparable à celle d'un bateau contenant des fûts ou des dames-jeannes ; seulement, un bateau dans ces conditions serait lourd et coûteux, et de plus il faudrait toujours se préoccuper de remplir ou de vider ensemble les compartiments symétriques,

On pourrait encore lester le bateau au moyen d'une quille en fer ou en fonte, suffisamment lourde pour maintenir toujours le centre de gravité assez voisin de l'axe, mais un pareil moyen serait coûteux et peu praticable dans les canaux à petite section, à moins de faire des bateaux ou barques d'un tirant d'eau assez faible et n'atteignant pas le but proposé. La difficulté a été résolue, d'une manière ingénieuse et élégante en même temps, par M. Boulogne, ingénieur de la maison Claparède, dans le deuxième bateau que nous avons fait construire, *l'Œdipe,* représenté planche 96 (fig. 9, section longitudinale ; fig. 10, plan ; fig. 11, section transversale).

La section du bateau étant à peu près celle d'un rectangle, le réservoir présente une section trapézoïdale à base curviligne, de telle sorte qu'il existe comme deux poches d'air, de forme triangulaire, de chaque côté du réservoir et dans toute sa longueur.

Cette simple disposition a suffi pour assurer à ce bateau une stabilité incomparablement meilleure que celle du premier, et depuis six moins qu'il navigue il n'a pas offert plus de difficulté pour sa manœuvre que nos bateaux affectés au transport des marchandises solides.

Il peut paraître singulier, au premier abord, qu'en établissant ces parois inclinées dans un bateau de forme rectangulaire et relevant ainsi le centre de gravité de toute la masse par rapport à la ligne de flottaison, on obtienne une stabilité plus grande ; mais il faut remarquer précisément que nous ne sommes plus ici dans le cas d'un chargement de matières solides, et il est facile d'ailleurs de se rendre compte de ce qui se

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

passe, en étudiant, comme nous l'avons fait précédemment, le déplacement du centre de gravité de la masse liquide lorsque le bateau s'incline.

Dans la position normale, le centre de gravité se trouvant au point G sur l'axe $x\,y$, lorsque le bateau prend la position de la fig. 8, G se déplace évidemment et passe en G′ à droite de l'axe, mais il s'en écarte très-peu et beaucoup moins assurément que si la paroi $r\,s$ n'existait pas ; comme, d'autre part, le centre de poussée se trouve alors en un point P′ ne dépendant que de la forme extérieure du bâtiment, le métacentre est placé sur l'axe, à la même hauteur que dans le cas du réservoir intérieur rectangulaire et la tendance au redressement est donc alors bien plus énergique et la stabilité se trouve être plus grande, d'autant plus grande d'ailleurs que les parois $r\,s$ sont plus inclinées ; c'est là un élément qu'il est utile de pouvoir faire varier suivant que l'on se propose de transporter des liquides plus ou moins denses sur des eaux plus ou moins tranquilles.

Les appareils de réception chez les clients, le soutirage direct par siphonnement de l'acide contenu dans les voitures ou les wagons, et surtout la vidange des bateaux au moyen de pompes de divers systèmes et d'une construction tout à fait spéciale, ont demandé de nombreuses études dont le résultat, du reste, est aujourd'hui déjà aussi satisfaisant que possible.

Des quantités importantes d'acide sulfurique ou muriatique et de chlorure de chaux sont annuellement transportées par ce procédé.

Il y a, évidemment, dans cet ordre d'idées une série de problèmes et d'expériences offrant un intérêt réel au point de vue théorique et pratique, mais qu'il serait trop long de détailler ici, mon but n'étant pas, en ce moment, de faire une étude de mécanique statique, mais simplement d'attirer l'attention des industriels intéressés sur les difficultés que j'ai rencontrées et sur la manière dont je suis parvenu à les vaincre.

D'ailleurs, ces études que j'ai entreprises dans le but d'abaisser le prix de transport de certains liquides industriels, ne sont pas terminées ; il me reste beaucoup à trouver encore, et je m'estimerai heureux si je puis, un peu plus tard, faire connaître les quelques perfectionnements que j'aurai réussi à introduire dans cette question.

Je ne terminerai pas cette note sans remercier M. Kolb, directeur de l'une de nos usines et M. Zambeaux, notre ingénieur, du concours intelligent qu'ils m'ont prêté dans l'étude de ces différentes questions.

COMITÉ DES ARTS CHIMIQUES.

Rapport *fait par* M. Troost, *sur les* dépots galvaniques de cobalt *obtenus par* M. Gaiffe, *rue Saint-André-des-Arts*, 40, *à Paris*.

Messieurs, parmi les métaux que leur rareté n'a pas encore permis d'em-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ployer directement dans l'industrie, nous pouvons citer le cobalt. L'attention a cependant été tout particulièrement attirée sur ce métal depuis une dizaine d'années, depuis que le nickel, qui l'accompagne si fréquemment, a reçu de nombreuses applications, et que le nickelage des objets en fer est devenu une industrie courante.

L'inaltérabilité du cobalt à l'air est aussi grande que celle du nickel; sa couleur blanche, plus belle que celle de ce dernier métal, sa dureté, sa ténacité supérieure à la dureté et à la ténacité du fer et du nickel, constituent un ensemble de qualités précieuses qu'il était désirable de voir utilisées dans l'industrie et dans les arts.

Son prix élevé avait jusqu'ici arrêté les tentatives d'application ; mais, depuis quelques mois, on trouve, dans le commerce, en Angleterre, du cobalt métallique extrait des mines de la Nouvelle-Calédonie, et l'on peut espérer que l'exploitation en sera prochainement très-importante.

Profitant de ces conditions, M. Gaiffe, l'habile constructeur qui a introduit en France les procédés de nickelage de M. Adam, s'est empressé d'appliquer pour le cobaltage des procédés analogues.

Le bain, sur lequel il fait agir le courant de la pile, est une solution neutre de sulfate double de cobalt et d'ammoniaque; la production de dépôts adhérents a présenté quelques difficultés pratiques, relatives au décapage des pièces et à l'intensité du courant. Mais une fois ces difficultés vaincues et le courant bien réglé, le dépôt de cobalt se fait à peu près aussi rapidement que celui de nickel.

M. Gaiffe a obtenu ainsi de beaux bas-reliefs galvaniques.

Les objets en cuivre, recouverts d'une mince couche de cobalt adhérent, ont un éclat qui se rapproche de celui de l'argent. Ce métal pourra donc être employé pour donner aux objets d'art faits en cuivre l'éclat et l'inaltérabilité que l'on demande d'ordinaire aux métaux précieux.

L'application la plus importante que M. Gaiffe a signalée à la Société, est l'emploi du cobalt pour remplacer le fer et le nickel comme couche protectrice sur les planches gravées en taille douce.

Ce métal, en effet, n'est pas oxydable comme le fer; sa dureté est supérieure à celle du fer et du nickel; à ces qualités, il en joint une autre, extrêmement importante pour cette application spéciale : il se dissout facilement dans les acides étendus qui n'attaquent pas le cuivre, tandis qu'on ne peut enlever le nickel sur une planche de cuivre sans l'altérer.

M. Gaiffe a présenté à la Société trois épreuves d'une planche gravée,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tirées par M. Chardon, l'une avant le cobaltage, la seconde après cette opération et la dernière avec la planche remise dans son premier état. Les trois épreuves avaient la même finesse, la même pureté de lignes.

Votre comité des arts chimiques a pensé qu'il y avait là une importante application du cobalt; il vous propose, en conséquence, de remercier M. Gaiffe de son intéressante communication et d'insérer le présent Rapport au *Bulletin*.

Signé : TROOST, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 10 *janvier* 1879.

COMITÉ DES CONSTRUCTIONS ET DES BEAUX-ARTS.

RAPPORT *fait par* M. DAVANNE *sur la* SOUSCRIPTION OUVERTE PAR LA VILLE DE CHALON-SUR-SAÔNE *pour élever une statue à* JOSEPH-NICÉPHORE NIEPCE, *inventeur de la photographie*.

Messieurs, la ville de Chalon-sur-Saône a pris l'initiative d'une soucription pour élever une statue à l'un de ses glorieux enfants, J. N. Niepce, le premier inventeur d'une des plus belles découvertes de notre siècle.

En effet, c'est à Nicéphore Niepce que nous devons faire remonter l'invention de la photographie, car ce fut lui qui, dès 1816, posa en quelque sorte les bases des problèmes à résoudre, en cherchant à fixer l'image de la chambre noire, et ce fut lui qui obtint les premières épreuves au moyen du bitume de Judée.

Niepce a subi le sort de tant d'autres inventeurs; comme eux, il a connu les peines et les déboires de l'invention; il n'a pu défendre ses droits, car, mort en 1833, il n'a pu voir la réalisation complète et pratique de ses recherches et de ses études.

Après lui, pendant quelques années, un procédé brillant mais transitoire est venu, sous un autre nom, nous étonner et nous séduire, et le premier inventeur fut laissé dans l'oubli. Il semblait que l'épreuve daguerrienne, si perfectionnée par les recherches et les travaux d'autres savants illustres, allait réaliser toutes les espérances qu'elle avait fait concevoir à son début; mais maintenant d'autres inventions, d'autres méthodes bien supérieures ont laissé le daguerréotype si loin, que seuls les contemporains de cette époque se rap-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pellent encore les épreuves sur plaque d'argent, tandis que nos procédés d'héliogravure reviennent en partie vers les méthodes que Niepce avait pratiquées. Le progrès suit la marche ascendante, et aujourd'hui nous récoltons largement les fruits dont le patient inventeur de Chalon a semé les premiers germes.

Ce n'est pas ici qu'il est nécessaire de rappeler tous les services que rend la photographie. Si nous la considérons comme industrie, nous la voyons créér ces nombreux ateliers où, appelant à son aide la physique, la chimie, les connaissances artistiques, la fabrication des réactifs et d'appareils nouveaux, elle reproduit facilement, rapidement, les modèles les plus divers; cette industrie s'est tellement étendue que, pour la France seulement, elle entraîne un chiffre annuel d'affaires dépassant 30 millions et qu'elle fait vivre près de vingt mille personnes.

Si nous considérons la photographie par son côté artistique ou savant, les services qu'elle peut rendre et qu'elle rendra, quand elle sera mieux connue, mieux étudiée et mieux appréciée, seront supérieurs aux services industriels que nous venons de mentionner.

Pourtant, au milieu de ce grand progrès général, lorsqu'on se demande quel est le promoteur d'une idée si féconde, l'hésitation se produit. Quelques années sont à peine écoulées, une génération n'a pas encore eu le temps de succéder à son aînée et déjà l'oubli commence; et tandis que les uns feraient remonter l'invention de la photographie aux premiers savants qui reconnurent l'action de la lumière sur les sels d'argent, les autres, ne voyant que le succès pratique, donneraient tout le mérite de la découverte à celui qui en réalisa les premiers bénéfices.

Les incertitudes disparaissent dès que la question est nettement posée :

La photographie a pour but d'obtenir, par l'action de la lumière, l'image des choses que la lumière rend visible à nos yeux; donc il faut réunir deux conditions : produire l'image lumineuse, ce qu'on obtient par la chambre noire, puis la recevoir et la fixer sur une surface sensible. Celui-là est l'inventeur qui, réunissant ces deux conditions, put obtenir la première épreuve.

C'est au citoyen de Chalon-sur-Saône, c'est à Nicéphore Niepce que doit revenir la gloire de cette invention, et la municipalité de Chalon en prenant l'initiative d'une souscription pour élever, à Nicéphore Niepce, un monument qui affirme, dans les âges futurs, les droits du grand inventeur, fait à la fois un acte de patriotisme et de justice.

La ville de Chalon a souscrit déjà pour une somme assez considérable;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

elle convie à cette souscription tous ceux qui reconnaissent l'importance de cette invention. Elle demande l'appui et l'encouragement de nos grandes Sociétés et, à ce titre, votre comité des constructions et des beaux-arts prie le Conseil de s'associer à cette œuvre nationale en s'inscrivant dans cette souscription pour une somme de *cent francs*, et en insérant dans le *Bulletin* le présent Rapport dont la publicité viendra favoriser l'œuvre entreprise.

Approuvé en séance, le 25 avril 1879.

Signé : DAVANNE, *rapporteur.*

INSTRUMENTS DE MUSIQUE.

NOTE SUR UNE NOUVELLE PÉDALE DE PIANO, DITE TONALE OU HARMONIQUE, PAR M. WOLFF, MEMBRE DU CONSEIL.

On sait que la pédale de piano a pour but d'atténuer la sécheresse de l'instrument, en permettant au pianiste de lever les étouffoirs et de laisser vibrer les cordes, toutes les fois que ce n'est pas au détriment de l'harmonie. Mais cette obligation de respecter la pureté de l'harmonie prive le pianiste de l'emploi de la pédale, dans un nombre infini de traits où cet emploi serait cependant d'un excellent effet ; nous voulons parler des traits composés de gammes diatoniques ou chromatiques, d'arpéges entremêlés de dissonnances, etc. Il serait souvent utile d'employer la pédale dans de pareils traits, si elle était disposée de manière à ne laisser vibrer que les notes de l'harmonie seulement, et non toutes les notes, quelles qu'elles soient, justes aussi bien que fausses ; mais malheureusement il n'en est pas ainsi, et la pédale laisse, au contraire, vibrer indifféremment toutes les notes attaquées par le pianiste.

Pour remédier à ce grave inconvénient et offrir aux artistes de nouvelles ressources, M. Wolff a imaginé de doter le piano d'une troisième pédale qui, tout en laissant subsister les deux pédales actuelles, et sans rien changer à leur fonctionnement ordinaire, a pour effet de laisser résonner une harmonie déterminée, composée exclusivement des notes voulues par l'artiste, à l'exclusion des autres notes, bien que ces dernières aient été aussi attaquées par lui.

L'harmonie que cette troisième pédale fait résonner est réglée par un petit clavier, placé au-dessus et en arrière du clavier du piano. Il se compose des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

douze notes de la gamme, et chaque touche, lorsqu'elle est baissée, détermine la vibration de toutes les notes du même nom à quelque octave qu'elles soient jouées, lorsqu'on met le pied sur la pédale harmonique, sans cela la note abaissée ne vibrerait pas. On voit de suite que, par cette combinaison, on peut préparer d'avance sur le petit clavier un accord quelconque et ne le laisser résonner qu'au moment déterminé.

On peut également préparer un accord de deux, trois ou quatre notes, et, dans ce cas, l'emploi de la pédale harmonique aura pour effet de faire résonner les notes de cet accord, et seulement celles-là, au milieu de tous les traits exécutés par le pianiste.

Grâce à ce mécanisme fort simple, il devient possible de mettre la pédale pendant les gammes, ce qui, jusqu'à ce jour, a été regardé comme une faute grave dans l'exécution d'un morceau de piano, en raison de la confusion absolue de tous les sons; il suffit de choisir l'harmonie que l'on veut laisser dominer. M. Wolff sait que tous les morceaux de piano ne se prêtent pas à l'emploi de cette nouvelle pédale, parce que le pianiste n'aura pas toujours le temps de porter ses doigts sur le clavier harmonique lorsque les traits sont nombreux, rapides et compliqués; mais, d'une part, il ne faudrait pas abuser de tenues d'harmonie, dont l'effet deviendrait fatigant pour l'oreille s'il était trop fréquent; d'autre part, ces effets spéciaux, très-caractérisés, conviendront particulièrement à certains passages, qui seront d'autant plus remarqués qu'ils produiront sur l'oreille une impression toute nouvelle au point de vue du piano.

LÉGENDE DESCRIPTIVE DE LA PLANCHE 97, REPRÉSENTANT LE SYSTÈME DE PÉDALE TONALE DE M. WOLFF.

Fig. 1. Vue en élévation du petit clavier complémentaire de la pédale, et en section verticale partielle d'une partie du mécanisme que ce clavier commande.

Fig. 2. Plan du petit clavier.

Fig. 3 et 4. Sections transversales du petit clavier à une échelle plus grande que celle des figures 1 et 2.

Sur les figures 3 et 4 on a représenté en même temps le clavier ordinaire du piano, pour mieux faire comprendre la position qu'occupe le petit clavier.

La pédale harmonique soulève une bascule en bois qui s'élève au-dessous de la série des pilotes d'étouffoir, mais sans les soulever tant qu'aucune note du petit clavier n'est abaissée. Entre cette bascule et les pilotes sont engagées des petites massettes,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

minces à une extrémité, épaisses à l'autre ; la partie mince de chacune d'elles étant interposée entre la bascule et les pilotes (et c'est le cas lorsqu'aucune note du petit clavier n'est baissée), la bascule se soulèverait dans le vide, sans atteindre les pilotes d'étouffoir si on mettait la pédale. Mais toutes les massettes sont reliées entre elles, suivant le nom des notes, par des tringles en fer obéissant aux touches de même nom du clavier harmonique ; il en résulte que chaque touche du petit clavier peut faire arriver la partie épaisse des massettes, combler le vide et soulever les pilotes d'étouffoir correspondants lorsqu'on met la pédale. Ajoutons, enfin, que chaque touche en s'abaissant fait élever la touche précédemment baissée ; la dernière à droite, qui figure un *ut*, n'est qu'un bouton ou registre de décrochement, destiné à faire relever le *si* qui, sans cette précaution, resterait baissé et fatiguerait inutilement son ressort.

A, petit clavier tonal formé d'un octave, et par conséquent composé de sept touches blanches et de cinq touches noires comme les octaves du grand clavier, au milieu et en retraite duquel il est disposé d'une manière fixe.

B, grand clavier ordinaire du piano.

C, retours d'équerre fixés à la queue de chaque touche du petit clavier (fig. 3 et 4).

D, bielles horizontales dont le mouvement de translation d'arrière en avant est commandé par les touches du petit clavier, par l'intermédiaire des retours d'équerre C ; ces bielles sont en nombre égal à celui des touches du grand clavier.

E, massettes fixées par une queue de moindre épaisseur à l'extrémité de chaque bielle D, et pouvant osciller autour de leur point d'attache.

F, tringles métalliques, en nombre égal à celui des touches d'une octave et disposées dans un même plan horizontal les unes derrière les autres ; elles se prolongent sur toute l'étendue du piano et chacune d'elles réunit les notes de même nom au moyen d'une tige G.

G, tiges métalliques réunissant les bielles D aux tringles F ; il y en a une pour chaque note de même nom, si bien qu'elles se trouvent disposées en retraite sur des lignes de douze inclinées comme l'indique la figure 2.

H, pilotes de l'étouffoir correspondant à chaque note du clavier.

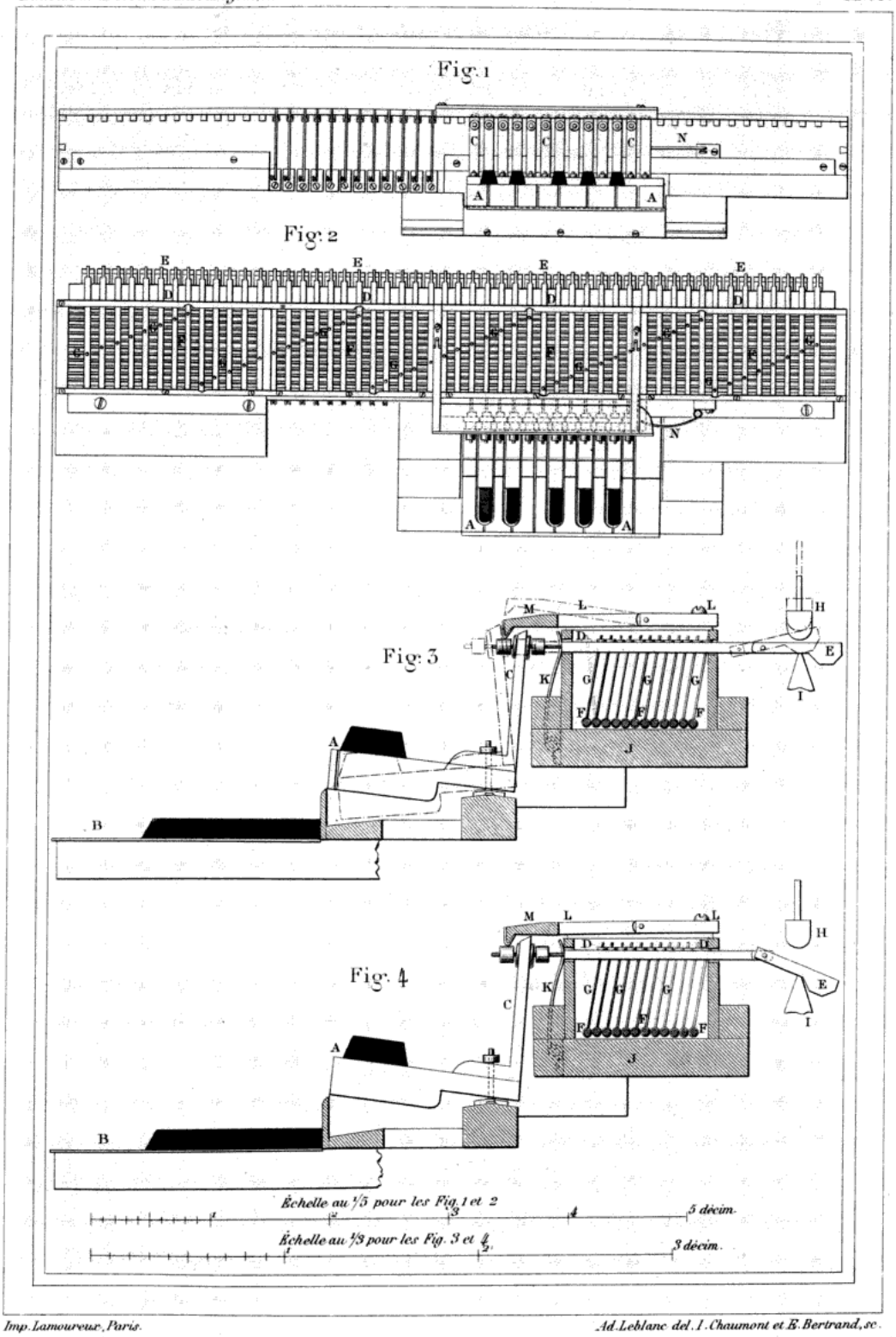
I, bascule en bois s'étendant en dessous de toutes les massettes E ; elle est commandée par la pédale dite tonale qu'on a jugé inutile de reproduire sur le dessin, et qui se trouve placée sous le grand clavier à côté des deux pédales ordinaires.

J, support du mécanisme.

La figure 4 représente le mécanisme au repos, c'est-à-dire la position qu'occupent les massettes E lorsqu'on n'a abaissé aucune note du petit clavier et qu'on n'a pas mis le pied sur la pédale tonale.

Supposons maintenant qu'on mette le pied sur la pédale, les massettes E se relèvent, comme l'indique la figure 3 en traits pleins, pour se placer dans le prolongement des bielles D ; mais, si en même temps on attaque une touche du petit clavier, celle-ci prenant avec son retour d'équerre C la position inclinée indiquée en traits ponctués

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Imp. Lamoureux, Paris. Ad. Leblanc del. J. Chaumont et E. Bertrand, sc.

NOUVELLE PÉDALE TONALE OU HARMONIQUE PAR M. WOLFF.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur la même figure, la bielle D tirée en avant amènera la partie épaisse de la massette correspondante entre la bascule I et le pilote H, et, par conséquent, ce pilote sera soulevé. En outre, par suite de la traction de la bielle D, la tige correspondante G s'inclinant en avant, la tringle F sur laquelle elle est montée tournera de droite à gauche sur elle-même, et du même coup toutes les bielles D et les massettes E correspondant aux notes de même nom du grand clavier seront mises en mouvement et les pilotes seront soulevés.

K, ressort de rappel attenant à chaque bielle D pour la ramener en place, et, par conséquent, faire cesser l'action de sa massette sur le pilote correspondant.

L, couvercle recouvrant le mécanisme dans toute son étendue.

M, petite planchette attenant au couvercle L, mais n'ayant que la dimension du petit clavier; sa rive antérieure a, en section, la forme d'un bec de canne (fig. 3), de telle sorte que lorsqu'on abaisse une touche, le retour d'équerre C soulève la planchette qui, retombant aussitôt, empêche la touche de remonter; cette disposition a pour but de permettre à l'artiste d'abaisser à l'avance la touche correspondant à l'harmonie qu'il veut produire, en sorte qu'au moment voulu il n'a plus qu'à attaquer la pédale.

Il résulte de cette disposition que lorsqu'une touche du petit clavier est abaissée, il suffit pour la remettre en place d'abaisser sa voisine; le jeu seul de la planchette M produit ce résultat.

N, est un petit ressort placé à l'extrémité droite du petit clavier et qui, au moyen d'une touche supplémentaire sans mécanisme correspondant, sert à faire relever la dernière touche, c'est-à-dire le *si*.

(M.)

MÉTALLURGIE SIDÉRURGIQUE.

SUR LES ESSAIS AYANT POUR BUT DE DÉPHOSPHORER LA FONTE; LETTRE DE M. LOWTHIAN BELL, CORRESPONDANT DE LA SOCIÉTÉ.

« Je viens de recevoir le compte rendu de la séance de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, du 29 novembre.

« Votre membre distingué, M. Gruner (L.), m'y fait l'honneur de citer mes recherches sur la déphosphoration de la fonte (1).

« J'ai communiqué, à l'Institut du fer et de l'acier, les résultats de certaines expériences ayant pour but ce résultat, et j'ai exprimé l'avis, que, en diminuant la température à laquelle on fait agir l'oxyde de fer sur la fonte, on

(1) Voy. cahier de *Janvier* 1879, p. 26.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

produit un changement matériel dans la vitesse relative de l'élimination du carbone et du phosphore.

« J'ai tiré mes conclusions de la façon d'agir de ces deux substances, lorsqu'elles sont en fusion à la haute température des appareils Bessemer et Martin-Siemens.

« M. Gruner fait remarquer qu'il y a une erreur évidente dans ces conclusions, et que c'est la silice, qui se trouve dans la scorie, qui empêche le phosphore de disparaître aux températures élevées. Or, je déduis du contexte que, selon l'avis de M. Gruner, c'est là la seule cause et non la température plus élevée de l'appareil Bessemer qui a retardé l'enlèvement du phosphore.

« M. Gruner ajoute que, lorsque les scories contiennent plus de 30 pour 100 de silice, le phosphate de fer est de nouveau décomposé par le fer et que le phosphore s'unit derechef au métal.

« Je demande la permission de faire observer que, dans les communications que j'ai soumises à l'Institut du fer et de l'acier, j'ai indiqué nettement l'influence antagoniste que la présence de la silice exerce sur la séparation du phosphore; mais, d'après mes expériences, 30 pour 100 de cette substance n'arrêteraient pas complétement la réaction entre le phosphore et l'oxyde de fer. Je suis arrivé à cette opinion, par suite d'un cas dans lequel les scories provenant d'un four à réchauffer dont la garniture était en sable ordinaire, et qui contenaient 30,94 pour 100 de silice, enlevèrent 44,61 pour 100 de phosphore à la fonte. Je pourrais citer un autre cas dans lequel 67,85 pour 100 du phosphore disparurent du fer, avec des scories qui contenaient 33,08 pour 100 de silice.

« Je crains que (probablement à cause de quelque manque de clarté de ma part) M. le professeur Gruner n'ait mal saisi le sens de mon raisonnement. J'ai dit qu'il fallait que la fonte, dont on voulait enlever le phosphore, restât fusible à une température modérée, et que, pour cela, elle retint autant de carbone que possible.

« Il est évident que le puddlage et le procédé que j'ai désigné comme un travail de purification, se ressemblent dans leurs conditions, excepté dans celle de la température. Dans les deux, la fonte fondue se trouve sous l'action intime de l'oxyde de fer. Il n'y a que l'intensité de la chaleur qui varie, celle du puddlage étant la plus forte. Les deux substances étant fondues, le tableau ci-joint indique les degrés de disparition du carbone et du phosphore dans le puddlage et dans le procédé purificateur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

	ENLÈVEMENT			
	DU CARBONE PRIMITIF		DU PHOSPHORE PRIMITIF	
	dans le puddlage.	dans la fonte purifiée.	dans le puddlage.	dans la fonte purifiée.
A la fin de la 1re minute	5 p. 100	0.5 p. 100	5.0 p. 100	15 p. 100
— 2e —	8 —	1.0 —	12.5 —	35 —
— 3e —	10 —	2.0 —	20.0 —	55 —
— 4e —	15 —	3.0 —	28.0 —	75 —
— 5e —	17 —	4.0 —	35.0 —	82 —
— 6e —	22 —	5.0 —	47.0 —	92 —

« M. Gruner remarque, avec raison, que le puddlage enlève le phosphore ; mais ce qui semble lui avoir échappé, c'est que, à une température moins élevée, *cœteris paribus*, au lieu de faire disparaître 22 pour 100 du carbone et 47 pour 100 du phosphore, comme cela arrive dans le puddlage, on n'enlève que 5 pour 100 du premier, et jusqu'à 92 pour 100 du second.

« J'ajouterai que, dans le mazéage dont M. Gruner fait mention, même lorsque ce procédé a été achevé dans un appareil à parois de fonte, l'enlèvement du phosphore n'a pas dépassé, au moins dans mes expériences, 50 pour 100 de sa quantité primitive. Dans mon second Mémoire, j'ai franchement limité toute prétention de nouveauté à l'influence que la température exerce, en changeant l'ordre de vitesse avec lequel le carbone et le phosphore quittent la fonte, lorsque celle-ci se trouve à l'état liquide et exposée à l'action de l'oxyde de fer.

« En même temps, j'ai admis que, dans certains cas, il reste encore à déterminer si la séparation du phosphore se trouve accélérée par la diminution de la chaleur ou retardée par la présence de la silice. »

RÉPONSE DE M. GRUNER A LA LETTRE PRÉCÉDENTE.

« Je ne ferai, au sujet de la communication fort intéressante de mon ami M. Lowthian Bell, qu'une ou deux courtes observations.

« Mon but avait été de montrer que la *haute température* n'était pas la cause *essentielle* de l'insuccès des essais de déphosphoration entrepris dans les appareils Bessemer et Martin-Siemens ordinaires ; je tenais à prouver que cet insuccès provenait surtout de la forte proportion de silice des parois de l'appareil.

« M. Bell reconnaît bien l'influence de la silice ; mais elle serait pourtant, selon ce savant industriel, moindre que celle de la température. Je laisse aux faits cités le soin de trancher la question.

« J'ajouterai seulement que je n'ai pas dit que la proportion de silice était la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

seule cause qui influât sur la déphosphoration, mais « que le facteur *essentiel*, « dont il fallait se préoccuper, était, non la température, mais la nature plus ou « moins *siliceuse* de la scorie. » Je reconnais donc volontiers que la température n'est pas tout à fait indifférente dans ces opérations; qu'il semble bien qu'à *basse* température le carbone s'en va moins vite, en présence de l'oxyde de fer, qu'à une température élevée; que l'on peut, dans ces conditions, comme l'a montré M. Bell, arriver à une déphosphoration fort avancée, en laissant d'ailleurs presque tout le carbone uni au fer.

« Seulement, lorsqu'il s'agit d'obtenir du fer doux, à la fois *décarburé* et *déphosphoré*, on peut se demander s'il n'est pas plus avantageux d'atteindre ce but par une *seule* opération que par deux. Or, j'ai montré qu'en se servant de la chaux comme garniture et comme réactif, on pouvait y arriver, même à une très-haute température. On peut réussir dans une cornue Bessemer, à garniture basique.

« Enfin, si j'ai indiqué les 30 pour 100 de silice comme une limite qu'il ne fallait pas atteindre dans les scories de puddlage, je n'ai jamais entendu donner un chiffre *absolu*, mais une simple proportion approximative. »

AGRICULTURE.

SUR LES PRAIRIES SELON LE SYSTÈME DE M. GOETZ, PAR M. BOITEL, MEMBRE DU CONSEIL (1).

Messieurs, je viens vous dire quelques mots des prairies formées d'après les prescriptions de M. Gœtz. Les prairies naturelles s'observent généralement dans les vallées les plus riches et les plus fertiles. On en trouve encore quelquefois sur quelques surfaces privilégiées des coteaux et des plateaux. La prairie naturelle appartient toujours à un sol de première qualité, doué d'une fertilité exceptionnelle et d'une grande fraîcheur en toute saison; le sol de la prairie atteint généralement une valeur élevée, qui dépasse presque toujours celle des terres cultivées.

Ce n'est point dans ces conditions, naturellement favorables à la pousse de l'herbe, que M. Gœtz cherche à obtenir une abondante production de graminées. Pour ce genre de création, il affectionne particulièrement les terres les plus pauvres et les moins chères. C'est dans les terres crayeuses de la Champagne-Pouilleuse et dans les sables maigres de la Sologne, qu'il aime

(1) Séance du 28 février 1879.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à développer son nouveau mode de culture; le but qu'il poursuit depuis trente ans, avec un courage invincible et une persévérance inébranlable, c'est de fournir, à bon marché, des fourrages en abondance aux contrées les plus pauvres et les plus dépourvues de prairies naturelles et artificielles.

Dans ces derniers temps, les idées de M. Gœtz, appliquées dans quelques exploitations par des agriculteurs d'une grande habileté, ont donné réellement des résultats prodigieux, qu'il est utile d'analyser et de bien interpréter. J'ai vu en Champagne-Pouilleuse, en Seine-et-Marne, dans des sables analogues à ceux de la Sologne et dans plusieurs autres localités, des prairies Gœtz d'une beauté et d'une vigueur extraordinaires. On en retire, par an, 10 000, 15 000 et près de 20 000 kilog. de foin par hectare. Beaucoup de prairies naturelles, en bonnes conditions, n'en rapportent que 3 à 4 000 kilog. par hectare. On peut donc affirmer qu'une prairie Gœtz, bien conduite, peut rendre 4 à 5 fois plus de foin qu'une prairie naturelle ordinaire, et cela en opérant sur un sol de qualité inférieure et sans avoir recours aux irrigations. Seulement le mauvais sol, auquel on confie cette prairie, doit être meuble, perméable, sain en toute saison et suffisamment profond. S'il n'a que 10 ou 15 centimètres de profondeur, la prairie pourra encore donner une bonne première coupe; mais par une année sèche, il ne faudra pas compter sur d'autres coupes en été et en automne.

Voyons, maintenant, comment M. Gœtz forme et entretient sa prairie. On peut dire que la *prairie Gœtz est la culture intensive, appliquée à quelques graminées de choix*. Dans ses nombreux écrits, cet agriculteur conseille de rechercher, par l'expérience et l'observation, les graminées qui semblent le mieux convenir au terrain qu'on veut convertir en prairie. Cette étude préliminaire, qui s'étend à une quinzaine de graminées croissant naturellement dans les champs et dans les prairies naturelles, n'est pas sans difficultés pour des cultivateurs dont la plupart sont étrangers aux notions les plus élémentaires de la botanique. Il est plus simple et plus expéditif de profiter de l'expérience des autres et de composer de suite la prairie Gœtz des seules graminées qui, dans les localités les plus diverses, donnent toujours la production la plus certaine et la plus abondante.

Les prairies Gœtz, les mieux réusssies, m'ont constamment présenté, comme plantes dominantes, le fromental, le dactyle, le ray-grass vivace et la houlque laineuse. Ces quatre graminées viennent dans tous les terrains; il n'en existe pas de plus vigoureuses, de plus fortes et de mieux appareillées au point de vue de la végétation. Elles ont la même précocité et la même propension à s'assimiler les engrais qu'elles trouvent à l'intérieur et à la surface du sol. Si

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on tient à un foin de meilleure qualité, on peut y associer, en petite quantité, la flouve odorante, le paturin commun, et, dans les terres calcaires, l'avoine jaunâtre. Il est inutile d'y joindre des légumineuses, qui seraient étouffées par les quatre graminées dominantes. Ces dernières formeront toujours la masse du foin, et donneront une végétation dense et touffue qui, pour le fromental et le dactyle, atteindra de $1^{m},10$, à $1^{m},40$ de hauteur.

On sème au printemps ou en automne; le printemps paraît être la meilleure saison pour la Champagne-Pouilleuse et les environs de Paris. Plus au sud, où l'hiver serait moins rigoureux, les semis auraient plus de chances de succès à l'arrière-saison.

On peut employer comme semence, par hectare, fromental 30 kilog., dactyle 15 kilog., ray-grass 10 kilog., houlque laineuse 6 kilog., flouve odorante 4 kilog., paturin commun 5 kilog., avoine jaunâtre 5 kilog. La totalité de cette semence coûtera environ 150 francs.

Le sol aura été préalablement fumé à raison, par hectare, de 60 à 100 mètres cubes de bon fumier de ferme, qu'on aura incorporé au sol le plus régulièrement possible et à une moyenne profondeur, pour que les racines des graminées puissent l'atteindre sans trop de difficultés. Ce fumier constitue une réserve importante pour les premières années de production. On répand, en même temps que la semence, un engrais pulvérulent facilement assimilable, du nitrate de soude en Champagne, du sulfate d'ammoniaque en sol siliceux, ou tout autre engrais chimique azoté et phosphaté, à la dose de 200 à 300 kilog. par hectare.

Ces engrais, favorables aux graminées de la prairie, ne le sont pas moins aux mauvaises plantes qui abondent toujours sur les terres les mieux tenues. A la première pousse du semis, il faut s'attendre à voir croître, au milieu des graminées, une foule de plantes parasites d'une vigueur et d'une abondance désespérantes. Il n'y a pas à s'en effrayer, si on n'a affaire qu'à des espèces annuelles qui, une fois coupées à la faulx, disparaîtront à jamais et céderont la place aux graminées vivaces. S'il existe des vides dans les semis, on les regarnit avec de la nouvelle semence associée à des engrais pulvérulents. Il va sans dire que la bonne germination des graines fines des graminées exige une surface très-ameublie et bien nivelée par la herse et le rouleau.

A la seconde année, la prairie entre en plein rapport et doit, si elle est réussie, rapporter par hectare de 2 à 3 000 bottes de foin de 5 kilog., et fournir, en vert ou en sec, de quoi entretenir au moins deux têtes de bétail par hectare.

Quand on suppute la dépense totale d'une telle prairie, en travaux prépa-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ratoires, en fumier de ferme, en semence et en engrais chimiques, on tombe sur un chiffre de 750 francs à 1 608 francs l'hectare.

Ces frais de premier établissement, quoique très-importants, seraient largement compensés, si on était certain de maintenir, sur une mauvaise terre à seigle, une production de fourrage continue et semblable à celle des premières années.

M. Gœtz soutient que la permanence de la prairie n'est pas douteuse, pourvu qu'on rende à cette prairie, pendant l'hiver, une partie importante du fumier qui résulte de la consommation de ce fourrage par les animaux; de plus, on y ajoutera, quand cela sera nécessaire, une certaine dose d'engrais chimiques à la sortie de l'hiver, quelques semaines avant le réveil de la végétation.

Pour les observateurs sérieux et impartiaux, la question de durée et de permanence, avec une production constante, n'est pas encore résolue. Les prairies que j'ai visitées n'ont que quatre à cinq années d'existence, et elles ont traversé une période de saisons humides très-favorables à la pousse de l'herbe. On aura beau rapporter, en totalité ou en partie, le fumier du foin consommé, et y joindre des substances chimiques, il est à peu près certain que la restitution au sol des éléments enlevés par le foin sera toujours insuffisante et incomplète, et que, tôt ou tard, le terrain se fatiguera de porter toujours les mêmes graminées qui passent, à juste titre, pour être très-voraces et très-épuisantes. Cet effet d'épuisement est, du reste, bien connu de ceux qui ont pratiqué les prairies temporaires de ray-grass, de timothy et de fromental.

Le foin de la prairie Gœtz, composé exclusivement de graminées, ne ressemble pas à celui de la prairie naturelle ordinaire; on n'y voit aucune légumineuse, aucune de ces composées et de ces espèces variées qui diversifient et fleurissent la prairie naturelle.

Ce foin n'aura jamais le parfum exquis, l'aspect fleuri et les herbes fines et délicates du foin de pré de première qualité. Il se vendra moins bien que ce dernier sur les marchés; mais il sera supérieur au foin des prés bas et mal assainis, où l'on voit un mélange hétérogène de bonnes et de mauvaises plantes, de graminées et de légumineuses associées à des renoncules, des joncs, des prêles et des laîches qui nuisent à la bonne qualité du fourrage.

Le foin Gœtz est goûté du bétail, à la condition d'être coupé au moment de la floraison des principales graminées; il ne serait plus que de la paille, si

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on commettait l'imprudence de ne faucher ces graminées qu'à l'époque de la maturité de leur graine.

La prairie Gœtz se montre toujours plus précoce que la prairie naturelle ordinaire. Sous le climat de Paris, on peut la mettre en consommation à la fin de mai ; elle a un mois d'avance sur les prairies des vallées froides et humides. Cette précocité relative tient à la nature des plantes qui la composent, à la perméabilité et au parfait assainissement du sol. Sur ces terrains légers, le fromental, le dactyle et le ray-gras se comportent comme le seigle et l'orge dont on connaît la précocité comme fourrage vert.

La conclusion à tirer de tout ceci, c'est que la prairie Gœtz est appelée à rendre de grands services dans les pays pauvres et dans les terres à seigle, partout enfin où il n'existe pas de bonnes prairies naturelles, et où le sol se refuse à la production des fourrages artificiels de légumineuses.

Dans de telles conditions, on aura parfois très-difficilement le fumier de ferme qui constitue la principale dépense de la prairie Gœtz. On conseille, dans ce cas, de procéder par l'emploi des engrais verts en remplacement du fumier. C'est plutôt reculer la difficulté que la résoudre, attendu que les terres pauvres donnent généralement l'engrais vert avec une extrême parcimonie. Il sera donc bien difficile d'échapper aux premiers frais d'établissement, qui constituent une avance au sol d'une grande importance.

Quoi qu'il en soit, ce nouveau mode de culture, inventé après de longs tâtonnements et de grands sacrifices, après des recherches et des expériences nombreuses, a sa place marquée dans certaines conditions déterminées. Il met entre les mains du cultivateur une puissance de production fourragère qui ouvre une voie nouvelle aux spéculations du bétail, pour les contrées les moins favorisées jusqu'à présent au point de vue de vue de l'alimentation des animaux.

En montrant la route à suite pour atteindre un tel résultat, M. Gœtz et les fermiers qui l'ont secondé dans l'application de ses principes, ont rendu à l'agriculture française, un service éminent qu'il serait injuste de méconnaître, et qu'il est utile de signaler à l'attention publique (1).

---

(1) Sur la demande de quelques membres du Conseil, il est entendu que l'insertion de cette communication personnelle n'est faite qu'en vertu du droit des membres du Conseil, et sans rien préjuger sur l'examen du système de culture de M. Gœtz, qui a été renvoyé au comité de l'agriculture, lequel doit l'apprécier au nom de la Société.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

INDUSTRIE HOUILLÈRE.

LES MINES DE HOUILLE D'ANICHE, PAR M. VUILLEMIN (*suite et fin*) (1).

La partie historique du livre se termine en 1878. L'auteur a entremêlé la narration des principaux événements que nous venons d'indiquer à grands traits, d'une foule de faits divers et d'aperçus curieux qui en rendent la lecture des plus attrayantes.

Il passe ensuite à la description géologique et stratigraphique des trois gisements explorés et exploités dans la concession d'Aniche. On trouvera, dans l'atlas qui accompagne l'ouvrage, des cartes sur lesquelles sont indiquées, en même temps que les divers périmètres de concession accordés à la Compagnie d'Aniche, les plans des travaux ouverts sur ces gisements. Sur l'une de ces cartes, sont indiquées la position des 30 puits ainsi que celle des 28 grands sondages d'exploration exécutés par la Compagnie elle-même, depuis sa fondation jusqu'en 1878. M. Vuillemin y a fait, en outre, figurer 159 puits ou sondages ouverts, à diverses époques, dans les environs, par plus de vingt Sociétés de recherches étrangères à la Compagnie.

La nomenclature de ces travaux est probablement loin d'être complète, et malgré cela toute trace de la carte disparaît sous le nombre ; l'on ne distingue plus guère que des points noirs et des points rouges. Ce que représente de temps et de capitaux l'exécution de ces innombrables recherches est impossible à évaluer, même approximativement. Mais ce doit être une somme énorme, si l'on considère que c'est par des milliers de francs que se chiffre la dépense d'un sondage, et que le creusement d'une fosse dans cette région coûte plusieurs centaines de mille francs.

Les succès obtenus ne paient certainement pas l'intérêt de pareilles avances.

Considérant en particulier les gisements découverts à Aniche, la production effective réalisée par l'exploitation d'une surface et d'une épaisseur de terrain houiller déterminées, et, en étendant les résultats ainsi obtenus, l'auteur arrive à des conclusions très-curieuses touchant la richesse de ces gisements.

« Les trois gisements, explorés ou exploités dans la concession d'Aniche, s'étendent sur une surface de 1 552 hectares ou sur le septième environ de sa superficie totale. Ils n'ont été explorés ou exploités que jusqu'à la profondeur de 276 à 350^{m}, ou sur une hauteur de terrain houiller de 108 à 200^{m}.

« Ils ont fourni, depuis l'origine de la Société, 1773, jusqu'à ce jour, 12 335 000 tonnes de houille, ou 9 844 tonnes par hectare exploité, équivalent à une couche de houille de 0^{m},757 d'épaisseur, ou bien encore à 6,59 tonnes, ou 5,07 mètres cubes de combustibles par 1 000 mètres cubes de terrain houiller exploité.

« L'exploitation de ces gisements jusqu'à la profondeur de 800^{m} fournira environ

(1) Voir cahier d'*Avril* 1879, p. 205.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

88 millions de tonnes de houille, dont 12 355 000 tonnes ont déjà été extraites. Il reste à enlever environ 75 millions de tonnes, pouvant fournir 1 million de tonnes pendant 75 ans. Chaque hectare de gisement produira donc 56 500 tonnes, équivalant à une couche de houille de $4^m,345$ d'épaisseur moyenne, s'étendant sur les 1552 hectares occupés par les gisements explorés.

« L'épaisseur totale des couches reconnues est de $26^m,20$, tandis que l'épaisseur des couches calculée d'après la production effective par hectare n'est que de $18^m,07$. On obtiendrait donc, à Aniche, 68,7 pour 100 ou les 2/3 de la houille composant l'épaisseur totale des couches connues, et les pertes de charbon, dues à l'exploitation ou aux interruptions des veines par les crains, les serrages, les failles, seraient de 1/3 environ.

« Cette manière d'apprécier la richesse d'une mine, d'après la production réalisée sur des étendues déterminées, n'a pas encore, je crois, été appliquée. Elle me paraît donner des résultats plus logiques, plus exacts, plus concluants que la méthode dont on se sert habituellement et qui consiste à évaluer la richesse probable d'une mine ou d'un bassin houiller, d'après l'épaisseur des couches de combustible qu'il renferme, réduite, pour tenir compte des pertes dues à l'exploitation et aux accidents de terrain, par un cofficient dont la détermination ne repose sur aucune base fixe, certaine. »

En prenant pour base le chiffre ci-dessus de 56 500 tonnes à l'hectare, jusqu'à la profondeur de 800 mètres seulement, la concession d'Aniche qui s'étend sur 11 850 hectares, dont 9 000 environ de terrain houiller, posséderait donc une richesse capable de fournir 1 000 000 de tonnes pendant 500 ans.

Une mine dont la richesse paraît ne devoir s'épuiser qu'après une durée de 500 ans peut être comparée à une propriété foncière, et, comme celle-ci, se capitaliser à un taux d'intérêt très-notablement inférieur à 5 pour 100. En présence d'une durée semblable, on n'a guère donc à se préoccuper de l'amoindrissement d'une propriété de cette nature, et par suite de l'amortissement du capital qu'elle représente.

Nous ne ferons que signaler, en passant, l'exposé des méthodes d'exploitation en usage à Aniche, qui fait l'objet du chapitre suivant ainsi que celui des différentes modifications apportées à l'outillage qui vient ensuite, et qui constitue une histoire de l'art des mines dans le nord de la France, de nature à intéresser les gens du métier. Ils trouveront, parmi les planches de l'atlas, une série de dessins représentant les divers types de machines successivement employées dans les mines du nord de la France pour l'extraction et l'épuisement. Le rapprochement sur une même planche de ces types successifs, accompagnés de leur date chronologique forme, d'ailleurs, à lui seul une histoire des plus intéressantes.

L'ouvrage se termine par quelques aperçus généraux sur le personnel, les salaires, la production et les prix de vente aux diverses époques. Sur ces différents points nous attirerons spécialement l'attention du lecteur, à cause de l'intérêt tout particulier qu'ils présentent au point de vue historique et statistique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1°. *Ouvriers. — Salaires.*

En 1780, la Compagnie d'Aniche, qui n'était alors qu'en travaux préparatoires dans ses trois fosses, occupait 100 ouvriers. Elle en employait 200 en 1783 et 205 en 1785. L'abandon des vieilles fosses réduisit ce chiffre à 80 en 1789. En 1812, dans une période de prospérité relative, ce nombre était de 512 ; il subit ensuite quelques variations ; mais, en définitive, il n'augmente guère, puisqu'en 1845, c'est-à-dire 33 ans plus tard, il n'est que de 627.

A partir de cette date, les états du personnel sont établis régulièrement avec la distinction des ouvriers du fond et du jour, en y comprenant même les ouvriers malades, blessés ou estropiés.

Le tableau suivant donne l'état du personnel à diverses époques.

Tableau du nombre des employés et ouvriers occupés par la Compagnie d'Aniche à différentes époques.

PERSONNEL.	1780	1812	1845	1855	1860	1865	1870	1875	1877
Du fond.	51	431	522	1 296	1 759	1 925	2 024	2 790	2 833
Du jour.	49	88	84	226	332	426	491	614	502
Malades.	»	»	21	58	81	83	91	139	134
Total.	100	519	627	1 580	2 172	2 434	2 606	3 543	3 469

Ce tableau comprend la totalité du personnel occupé dans l'établissement, depuis les ingénieurs et chefs-ouvriers jusqu'au dernier manœuvre, en y comprenant les ouvriers employés aux opérations accessoires, telles que nettoyage et criblage des charbons, fabrication de coke et d'agglomérés, etc.

Cette remarque est nécessaire, dit M. Vuillemin, car la manière de compter le personnel exerce une influence considérable sur les résultats effectifs de production et de salaire annuels moyens de l'ouvrier ; il faudra donc en tenir compte lorsqu'il s'agira de comparer ces résultats des mines d'Aniche avec ceux obtenus dans d'autres houillères.

Un recensement fait avec soin des 660 familles qui habitent les maisons fournies par la Compagnie d'Aniche, montre que chaque famille se compose, en moyenne, de 5,06 personnes et fournit en moyenne 1,60 ouvrier.

Appliquant ces données aux 3 378 ouvriers occupés actuellement dans les travaux, on obtient un total de 2 111 familles composées de 10 682 personnes, vivant exclusivement des salaires payés dans les mines d'Aniche.

Ces 2111 familles sont réparties dans 27 villages ou communes, dont les territoires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

s'étendent dans le périmètre ou sur les limites de la concession. Ce grand nombre de centres de population qui fournissent des ouvriers aux mines d'Aniche, constitue pour ces mines une situation avantageuse. Le recrutement du personnel y est plus facile que dans d'autres houillères de la région et, par suite, ne rend pas nécessaire la construction d'un aussi grand nombre de maisons. Ainsi, tandis que certaines houillères du Pas-de-Calais logent 70 0/0 des ouvriers qu'elles emploient, la Compagnie d'Aniche n'en loge que 28 pour 100.

Le nombre d'enfants de 12 à 16 ans employés à l'établissement est d'environ 18 pour 100 du nombre total des ouvriers.

La production effective annuelle a été :

En 1800	de	77	tonnes par personne occupée dans l'établissement.
— 1827	—	57	—
— 1845	—	107	—
— 1855	—	139	—
— 1860	—	133	—
— 1865	—	180	—
— 1870	—	171	—
— 1875	—	171	—

En ne tenant compte que des ouvriers travaillant dans le fond de la mine, ces chiffres deviennent :

1855.	169
1860.	164
1865.	221
1870.	221
1875.	217

Le prix de la journée de l'ouvrier mineur proprement dit était, en 1775, de 14 sols et demi ; en 1780, de 20 sols ; en 1785, de 30 sols ; il reste stationnaire à ce taux jusqu'en 1833 ; cette année, il est porté à 1 franc 70 ; puis successivement :

En 1836.	1,80
— 1837.	2,00
— 1846.	2,30
— 1848.	2,60
— 1855.	2,75
— 1866.	3,00
— 1872.	3,25
— 1873.	3,50

Il est donc actuellement quatre fois et demie ce qu'il était il y a un siècle.

Tous les ouvriers mineurs proprement dits, sauf quelques exceptions, travaillent à prix fait ou à la tâche ; les prix ci-dessus n'étaient et ne sont encore que des prix

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nominaux régulateurs, servant de base pour fixer la *tâche*, ou la quantité de travail à fournir en moyenne pendant huit heures de travail. Ils sont bien inférieurs au salaire journalier moyen réellement gagné par l'ouvrier, ainsi qu'on peut le voir par le tableau ci-dessous qui établit le salaire journalier moyen réellement acquis par l'ouvrier mineur proprement dit.

Tableau établissant le salaire journalier moyen des ouvriers à la veine et au percement des voies (marchandage) des mines d'Aniche, pendant les mois de septembre et octobre des années 1827 *à* 1877.

ANNÉES.	NOMBRE de jours d'extraction.	NOMBRE d'ouvriers à la veine et aux voies.	NOMBRE de descentes desdits ouvriers.	SALAIRES payés auxdits ouvriers.	SALAIRES payés par descente.	PRIX officiel de la journée du mineur.	EXCÉDANT du salaire gagné sur le prix officiel de la journée.	
				fr.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	°/₀
1827	50	70	3 527	6 590	1 86	1 50	» 36	24
1834	54	52	2 864	6 564	2 29	1 70	» 59	34
1844	51	118	6 114	14 727	2 40	2 »	» 40	20
1854	56	361	20 620	60 187	2 91	2 50	» 41	16
1864	51	816	42 097	149 295	3 54	2 75	» 79	28
1869	50	897	45 557	180 626	3 97	3 »	» 97	32
1873	51	981	49 486	287 914	5 81	3 50	2 31	66
1874	52	1 043	54 774	332 465	6 07	3 50	2 57	73
1875	51	1 055	53 865	316 202	5 87	3 50	2 37	67
1876	51	1 041	53 164	266 201	5 »	3 50	1 50	43
1877	50	1 123	56 206	264 284	4 70	3 50	1 20	34

Après quelques considérations relatives à la mobilité de l'échelle des salaires dans les pays étrangers producteurs de houille, l'auteur termine cet intéressant chapitre par des réflexions très-justes sur l'amélioration du bien-être de l'ouvrier mineur.

« Les augmentations successives des salaires ont apporté une amélioration considérable dans le bien-être de l'ouvrier mineur, et il y a tout lieu de s'en réjouir, au point de vue humanitaire comme au point de vue de son travail plus productif.

« On entend fréquemment dire que l'ouvrier a bien peu gagné à l'augmentation des salaires ; que les prix de tous les objets nécessaires à la vie ont augmenté dans la même proportion que les salaires, et que, par suite, l'ouvrier ne se trouve pas dans de meilleures conditions d'existence aujourd'hui qu'autrefois.

« Rien n'est moins exact. Il est certain qu'aujourd'hui l'ouvrier, sa femme et ses enfants sont mieux logés, mieux nourris, mieux vêtus, et qu'ils participent, comme les autres classes de la société, aux jouissances que procurent les progrès de la civilisation.

« S'il y a eu augmentation, et même augmentation considérable dans la valeur de certaines substances nécessaires à l'alimentation, comme la viande, le beurre, le lait, les œufs, la chaussure, les légumes, l'huile, le café, etc., par contre beaucoup d'au-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tres objets, non moins indispensables à la vie, sont restés stationnaires, comme le pain, la bière, le vin, la chandelle, le charbon, l'eau-de-vie, etc., et même ont diminué, comme le vêtement, le sucre, le sel, etc.

« Il m'a paru très-utile de justifier ces assertions, et j'ai trouvé à ce sujet un document intéressant et offrant le caractère de la plus grande exactitude : c'est le relevé des prix obtenus aux adjudications des hospices de la ville de Lille pour la fourniture des objets nécessaires au service de ces importants établissements hospitaliers, pendant 55 ans, de 1819 à 1878. J'en ai extrait les prix moyens, par périodes décennales, des principaux articles de consommation d'une famille d'ouvriers, que j'ai réunis dans le tableau ci-dessous.

Tableau donnant les prix moyens par périodes décennales des principaux articles de consommation d'une famille d'ouvriers, de 1819 *à* 1878.

ARTICLES DE CONSOMMATION.	MESURE s'appliquant aux prix.	MOYENNE de 1820 à 1830.	MOYENNE de 1830 à 1840.	MOYENNE de 1840 à 1850.	MOYENNE de 1850 à 1860.	MOYENNE de 1860 à 1870.	MOYENNE de 1870 a 1878.
		fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.
Viande	le kilogr.	» 62	» 75	1 01	1 06	1 34	1 66
Porc frais	—	» »	» »	1 21	1 34	1 39	1 67
Beurre	—	1 50	1 55	1 74	1 86	2 37	3 04
Œufs	le cent.	4 95	5 42	5 46	5 64	6 18	7 84
Lait	le litre.	» 14	» 13	» 13	» 14	» 16	» 16
Pommes de terre	l'hect.	2 33	3 12	4 34	4 25	4 06	4 82
Haricots secs	—	19 10	18 40	21 18	22 50	27 03	29 80
Bière forte	—	12 02	12 66	13 07	12 73	12 36	10 55
Vin rouge	—	50 »	51 »	59 »	69 »	88 »	70 42
Vinaigre de vin	—	43 »	33 »	31 »	43 »	40 »	35 62
Eau-de-Vie	—	127 »	101 »	107 »	149 »	142 »	153 70
Huile d'œillette	—	90 80	106 40	105 45	112 40	137 05	145 40
— de colza	—	84 10	100 40	92 45	100 »	103 70	106 95
Café Haïti	le kilogr.	4 10	2 49	2 03	2 43	2 26	3 26
Sucre blanc	—	2 25	2 11	1 72	1 67	1 38	1 50
Sel blanc fin	—	» 34	» 27	» 35	» 20	» 17	» 16
Savon noir	—	» 62	» 64	» 57	» 58	» 50	» 43
Souliers	la paire.	2 44	2 17	2 50	3 24	4 66	6 53
Sabots	—	0 44	» 52	» 48	» 55	» 82	» 82
Bas de laine	—	» »	2 42	2 53	2 63	3 47	3 20
Drap gros-bleu	le mètre.	4 16	8 05	7 56	8 20	7 68	7 12
Coutil	—	4 16	3 65	3 65	3 25	3 24	2 88
Toile blanche de 1m,05	—	» »	1 49	1 23	1 19	1 28	1 23
Calicot écru de 1 mètre	—	» »	» 87	» 54	» 65	» 88	» 63
Indienne à petits dessins	—	» »	1 03	» 84	» 86	» 81	» 62
Casquettes	la pièce.	» »	1 87	1 62	1 44	1 48	1 45
Couverture laine blanche	—	16 50	20 20	14 65	20 »	20 70	24 64
Charbon tout-venant	le quint.	2 30	2 17	2 03	1 86	1 65	2 10

« L'examen de ce tableau fait voir, comme je l'ai déjà indiqué, que pendant les 55 dernières années les prix de certains articles d'alimentation se sont augmentés dans des proportions considérables : ainsi la viande, les chaussures ont à peu près triplé de valeur ; le beurre, les œufs, les pommes de terre, l'huile d'œillette ont à peu près

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

doublé; d'autres objets, les haricots, l'huile de colza, le lait, le café, ont augmenté dans une proportion moins grande. Mais, par contre, d'autres substances n'ont pas changé de prix, ou ont même diminué de valeur, la bière, le vin, le vinaigre, le sucre, le sel, le savon et enfin tous les articles de vêtement. »

Voici également un tableau indiquant les prix moyens de l'hectolitre de blé par périodes décennales, et dont les éléments ont été pris dans les archives des hospices de Lille; ces prix sont établis d'après les mercuriales des trois marchés les plus près du 1er octobre.

PÉRIODES DÉCENNALES.	FROMENT 1re QUALITÉ.		FROMENT 2e QUALITÉ.		FROMENT blanc nouveau. — Prisée de l'Espier.
	vieux.	nouveau.	vieux.	nouveau.	
	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.
1820-1830	20 33	20 02	» »	18 69	15 03
1830-1840	22 09	21 52	» »	21 07	16 52
1840-1850	23 58	22 51	22 62	21 69	17 46
1850-1860	26 26	25 56	25 30	24 63	18 63
1860-1870	26 39	25 11	25 28	24 02	19 34
1870-1878	25 57	25 63	24 99	24 56	19 77

Il ressort de la comparaison entre l'augmentation des dépenses et l'augmentation des salaires, que les ouvriers mineurs du Nord sont aujourd'hui dans des conditions d'existence bien plus favorables qu'autrefois; que leur bien-être s'est accru dans une grande proportion, et qu'ils participent dans une large mesure aux améliorations que les progrès de la civilisation ont apportées à la vie de tous les hommes.

2°. *Prix de vente.*

En compulsant les registres de la Compagnie, M. Vuillemin est parvenu à établir un certain nombre de chiffres qui donnent une idée très-nette de la variation des prix de vente du charbon depuis la création de l'établissement jusqu'à nos jours.

Chacun de ces chiffres est placé dans l'ouvrage en regard d'une note succincte, indiquant la situation dans laquelle se trouvait l'entreprise à l'époque correspondante. La comparaison est instructive, autant pour l'histoire particulière de la Compagnie d'Aniche que pour l'histoire générale de la houille.

Depuis 1734, date de la découverte de la houille grasse à Anzin, jusqu'en 1878, c'est-à-dire pendant 144 années, le prix de cette matière si utile est resté sensiblement le même, sauf quelques variations dues à des causes particulières et exception-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nelles. Il est, en 1878, de 12 à 13 francs la tonne, comme il était en 1734, 1790, 1802, 1842, 1854, 1863 et 1868.

Il n'est descendu au-dessous de ce chiffre que pendant un certain nombre d'années du siècle dernier.

Il n'a atteint un taux notablement élevé que pendant la crise houillère de 1872-1876.

On remarquera ensuite que, toutes les fois que les prix de la houille s'élèvent et que les houillères réalisent des bénéfices rémunérateurs des capitaux qui y sont engagés, elles se mettent en mesure de développer leur production et de satisfaire rapidement et au-delà à tous les besoins de la consommation. L'offre dépasse alors la demande, et l'élévation des prix est bientôt suivie d'un abaissement qui va parfois jusqu'à l'avilissement.

3°. *Production.*

La production totale des mines d'Aniche a été depuis la découverte de la houille, en 1778, de 12 325 016 tonnes.

La production annuelle a varié dans des limites considérables, et est restée pendant plus de 60 ans, jusqu'en 1843, inférieure à 40 000 tonnes.

Elle a été de :

	Tonnes.
1780 à 1789.	3 700
1790 à 1799.	7 500
1800 à 1809.	20 000
1810 à 1819.	27 000
1820 à 1829.	32 000
1830 à 1839.	34 000
1840 à 1849.	63 000

Il a fallu plus de 70 ans, jusqu'en 1851, pour atteindre 125 000 tonnes.

A partir de cette année, la production annuelle va en croissant d'une manière continue. Elle est en moyenne :

	Tonnes.
De 1850 à 1859.	206 000
— 1860 à 1869.	400 000
— 1870 à 1877.	560 000

Le plus haut chiffre a été de 624 000 tonnes en 1874.

Frais de premier établissement.

Dans le chapitre suivant, nous trouvons le compte exact et détaillé du capital

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

réellement dépensé en travaux pour constituer l'établissement des mines d'Aniche et l'amener à l'état actuel. Ce capital s'est élevé à la somme de 17430836 francs. A ce chiffre, il faut ajouter la somme nécessaire pour la marche de l'entreprise, c'est à dire le fond de roulement, dont l'importance relevée sur le bilan arrêté au 31 mars 1878 est de 2342649; soit, au total, près de 20 millions engagés dans l'entreprise.

Cet exemple était utile à citer pour bien faire apprécier les dépenses qu'exige la création d'une houillère de quelque importance, et montrer aussi que la valeur qu'atteignent ses titres d'action, comme les dividendes qu'ils reçoivent, ne sont que la juste rémunération d'efforts considérables développés pendant de longues années et effectués à l'aide de très-grands capitaux.

Institutions en faveur des ouvriers.

L'ouvrage se termine par quelques détails intéressants sur les institutions philanthropiques établies à Aniche.

La création de la caisse de secours des mines d'Aniche remonte à l'année 1801; c'est la première application de cette utile institution.

L'organisation actuelle date de 1848. Sa caisse est alimentée par une retenue sur les salaires des ouvriers et le produit des amendes; une part proportionnelle forme la contribution de la Compagnie. Telle qu'elle est constituée, cette caisse a rendu et continue à rendre les plus grands services à la population.

Sagement et économiquement administrée, elle a pu successivement augmenter le chiffre des pensions de retraite des vieux ouvriers, des veuves, et le taux des secours journaliers accordés aux ouvriers malades ou blessés.

La succursale de la caisse d'épargne établie à Aniche en 1854, sur l'initiative de la Compagnie et d'accord avec les autres industriels de la localité, a obtenu dès l'origine le plus grand succès et elle est de plus en plus appréciée.

De 35 374 francs, en 1855, les versements sont allés en croissant chaque année et ont atteint 232033 francs en 1877.

Comme utilisation la plus avantageuse possible des épargnes ainsi opérées sur ses ouvriers, la Compagnie a fait construire et continue à construire des maisons isolées qui leur sont cédées au prix coûtant, payables un tiers ou un quart comptant et le reste par annuité, mais sans intérêts ni loyers.

Chaque famille d'employés et d'ouvriers reçoit gratuitement le charbon nécessaire à son chauffage, et la Compagnie prend entièrement à sa charge les frais d'instruction des enfants jusqu'à l'âge de 12 ans. Ceux de ses ouvriers qui sont logés dans les maisons dont elle est propriétaire jouissent, en outre, d'un loyer très réduit, car c'est à peine si elle retire 1,5 pour 100 de l'intérêt engagé dans ces constructions.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La somme totale des sacrifices que s'impose chaque année la Compagnie pour assurer le fonctionnement de ces diverses institutions représente environ 80 francs par ouvrier.

Pour tout esprit impartial, il restera certainement après la lecture de l'exposé qui précède la conviction qu'aucune industrie n'exige, autant que celle des mines de houille, l'énergie, la confiance et la persévérance ; que le succès, lorsqu'il vient couronner de semblables efforts, de pareils sacrifices, est justement mérité ; enfin, qu'il importe à un pays d'encourager, de favoriser même les hommes entreprenants qui consacrent leur intelligence, leur activité et leurs capitaux à la création si longue, si aléatoire de nouvelles houillères d'un intérêt essentiellement public.

MÉTALLURGIE.

SUR LA PRODUCTION, LA CONSTITUTION ET LES PROPRIÉTÉS DES ACIERS CHROMÉS ; PAR M. BOUSSINGAULT.

Depuis quelques années, l'attention des métallurgistes a été fixée sur la propriété que possède le chrome de communiquer à l'acier des qualités spéciales, par exemple une structure homogène, un grain très-fin, une cassure extraordinairement lisse après trempe et une remarquable ténacité, qualités qui le recommanderaient pour un grand grand nombre d'applications.

Par suite d'un brevet pris, en 1869, par M. Julius Bauer, on fabriqua de l'acier chromé et du ferrochrome à Brooklyn, dans l'État de New-York. Ces produits sont aujourd'hui obtenus dans l'État de Pensylvanie. Seule l'usine de Brooklyn avait envoyé des échantillons à la dernière Exposition de Philadelphie : du ferrochrome, de l'acier chromé étiré en barre, des lames de fer doux et d'acier chromé soudées ensemble, espèce d'acier corroyé offrant une résistance exceptionnelle (1).

Si les aciers chromés ont leurs partisans, ils ont aussi leurs détracteurs, et, nonobstant la supériorité incontestable que ces aciers paraissent avoir sur les aciers ordinaires, leur emploi est encore restreint.

D'après des renseignements contenus dans un très-intéressant Rapport que M. l'ingénieur Rolland a bien voulu me communiquer, l'acier chromé serait fabriqué aux États-Unis par un procédé analogue à celui que l'on suit pour obtenir l'acier fondu au

(1) En 1878, à l'Exposition internationale universelle, on voyait des aciers au chrome fabriqués à Sheffield et à Dannemora, des ferrochromes, des ferrotungstènes des usines de Terre-Noire (Loire).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

creuset, avec de l'acier cémenté fait avec du fer obtenu au foyer catalan, avec le fer magnétique du lac Champlain, ou avec des fers provenant de fontes affinées au charbon de bois; ou, pour ce qui concerne les qualités inférieures, avec de l'acier puddlé venant des fontes au bois extraites des minerais du lac Supérieur.

L'acier, quelle qu'en soit l'origine, reçoit, pour être chromé, un alliage de chrome et de fer (ferrochrome) de composition déterminée et dont la dose dépend de la teneur en chrome qu'il s'agit de donner à l'acier. L'industrie de l'acier chromé est donc basée sur deux opérations distinctes, la préparation du ferrochrome, l'addition de cet alliage à l'acier.

On prépare le ferrochrome d'après un procédé breveté, qui consiste à mêler le minerai de chrome réduit en poudre fine avec 6 à 8 pour 100 de charbon de bois ou d'anthracite pure et une certaine quantité de fondants dans laquelle il entrerait de fluorure de calcium ou de sodium additionné de chaux, ou bien de borax avec un carbonate alcalin. En fondant à une très-haute température dans des creusets de graphite, on obtient un régule rassemblé sous la scorie. Les fondants ayant surtout pour objet de déterminer la fusion de la gangue, leur nature doit nécessairement varier suivant les substances terreuses que contiennent les minerais. A Brooklyn, en réduisant le minerai de chrome de Hoboken et de Newhaven, associé à la serpentine, on a fabriqué des ferrochromes contenant de 21 à 46 pour 100 de chrome métallique.

Quand les minerais sont d'une richesse exceptionnelle, l'alliage renferme jusqu'à 60 et même 70 pour 100 de chrome; mais il est difficile et peu avantageux de former des produits d'une telle richesse, parce qu'il se produit fréquemment des trouées dans les creusets. On facilite singulièrement la réduction des minerais chromés en ajoutant au mélange, tantôt de l'oxyde de fer, tantôt de la fonte en nature ; les ferrochromes ainsi fabriqués sont nécessairement moins riches en chrome.

La Tasmanian Iron and C° aurait obtenu au haut-fourneau des fontes renfermant de 6 à 7 pour 100 de chrome; une de ces fontes contenait :

Carbone.	4,42
Silicium.	1,52
Phosphore.	0,10
Chrome.	7,05
Fer.	86,56
Manganèse.	0,14
Cuivre.	traces
	99,79

C'est par ces moyens qu'aux États-Unis on a fabriqué des ferrochromes, des aciers chromés, des fontes chromées, et pour ces fabrications on a pris des brevets, sans se préoccuper de ce qui avait été fait antérieurement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans un de ces brevets concernant l'acier chromé, M. Julius Bauer affirme que le chrome joue le rôle du carbone, qu'il peut le remplacer pour durcir le fer, offrant cet avantage de ne pas disparaître par la combustion pendant le forgeage de l'acier, ainsi qu'il arrive au carbone.

Je montrerai bientôt que le chrome seul, c'est-à-dire en l'absence du carbone, ne saurait déterminer l'aciération du fer; j'établirai ensuite que, dès l'année 1867, on obtenait au haut-fourneau des fontes chromées. Mais, auparavant, je crois devoir tracer l'historique de la découverte de l'acier chromé et de l'obtention du ferrochrome. La découverte de ces composés est due à Berthier, comme le prouve un Mémoire publié en 1820, par conséquent cinquante ans avant les travaux entrepris sur le même sujet dans l'usine de Brooklyn (1). Je ne saurais mieux faire que de citer textuellement une partie des recherches de Berthier.

« En chauffant très-fortement, dans un creuset brasqué, un mélange en proportion quelconque d'oxyde de chrome et d'oxyde de fer, ces oxydes sont complétement réduits, et l'on obtient des combinaisons parfaitement homogènes des deux métaux. Ces alliages sont, en général, durs, cassants, cristallins, d'un gris plus blanc que le fer et très-éclatants; moins fusibles, beaucoup moins magnétiques et bien moins attaquables par les acides que ce métal : ces propriétés sont d'autant plus prononcées que l'alliage renferme plus de chrome. Un alliage résultant de la réduction de 5 grammes de sesquioxyde de fer et de 5 grammes de sesquioxyde de chrome a donné un culot, bien arrondi, rempli de grosses bulles tapissées de cristaux prismatiques allongés et entre-croisés. La cassure présentait une texture cristalline. Sa couleur était plus blanche que le platine, et sa dureté telle qu'il rayait le verre aussi profondément qu'aurait pu le faire un diamant. Il s'est trouvé si fragile, qu'on a pu le réduire en poudre dans un mortier d'agate : sa poussière a conservé l'éclat métallique. Les acides très-forts et même l'eau régale bouillante ne l'ont attaqué que très-peu. Il a fallu, pour l'analyser, le chauffer au creuset d'argent avec du nitre..... Si l'alliage de fer et de chrome peut être de quelque utilité dans les arts, on l'obtiendra avec beaucoup d'économie en substituant le minerai de chrome (fer chromé) à l'oxyde de chrome pur. »

Les essais tentés par Berthier pour obtenir cet alliage par cette voie offrirent de sérieuses difficultés, dues à ce qu'il entre dans la constitution des minerais de l'alumine, de la magnésie, de la silice et autres matières terreuses appartenant à la gangue, ainsi qu'on peut s'en convaincre en consultant les analyses exécutées par M. Clouet, dont j'ai cru devoir résumer les résultats.

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, t. XVI .

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MINERAIS.	SILICE.	ALUMINE.	MAGNÉSIE.	PROTOXYDE de fer.	SESQUIOXYDE de chrome.	TOTAL.
Ile-à-Vache (en grains octaèdres).	0,00	0,00	0,00	48,46	51,53	100,00
Baltimore (en roche).	3,20	5,40	4,09	42,31	45,00	100,00
Christiania (en grains).	4,20	4,80	13,23	37,77	40,00	100,00
Var (en roche).	2,53	13,15	12,53	34,79	37,00	100,00
Hongrie (en roche).	7,30	16,77	14,85	29,60	31,48	100,00
Ekaterinbourg (Oural).	7,07	6,77	13,40	23,27	49,49	100,00
Orenbourg (Russie).	3,05	8,05	10,98	24,92	53,00	100,00
Kavahissac (Asie mineure).	2,15	7,62	12,31	24,92	53.00	100,00
Drontheim (Norwége).	5,00	12,00	21,28	19,72	42,00	100,00
Styrie.	2,50	8,00	11,58	24,92	53,00	100,00
Wiatka (Russie).	2,20	10,00	11,62	18,18	58.00	100,00
Alt Orsowa (Banat).	5,26	12.60	15,09	18,33	48,72	100,00
Minerai de l'Inde.	1,50	9,30	6,00	35,70	47,50	100,00
Californie.	5,48	13,60	14,88	23,84	42,20	100,00
Iles Shetland.	6,10	7,47	17,30	24,93	44,20	100,00
Australie.	8,00	18,00	17,40	23,40	33,20	100,00

Cette composition, toute complexe qu'elle paraisse, serait analogue, suivant M. Peligot, à celle de l'oxyde de fer magnétique Fe^2O^3,FeO; Fe^3O^4. Dans le fer chromé exempt de gangue, une partie du fer serait remplacée par une quantité équivalente de chrome ; de sorte qu'en représentant par M la somme des équivalents des deux métaux, la formule des minerais analysés deviendrait M^3O^4 comme celle de l'oxyde de fer, de l'oxyde des battitures.

La présence de terres, aussi réfractaires qne le sont la magnésie et l'alumine, explique pourquoi la réduction du fer chromé ne saurait avoir lieu sans l'intervention de fondants. Ainsi, en chauffant au creuset brasqué du minerai de l'Ile-à-Vache, recueilli près de Saint-Domingue, non pas à l'état de pureté qu'offraient les cristaux octaèdres analysés par M. Clouet, mais renfermant de la gangue, et contenant :

Silice.	5,0			
Alumine.	21,8			
Oxyde de fer.	37,2 = fer.	26,04	} 50,69	
Oxyde de chrome.	36,0 = chrome.	24,65		

Berthier ne retira que quelques particules métalliques. En ajoutant comme fondant 0,30 de chaux et 0,70 de silice, il eut seulement 0,17 d'alliage de chrome en grenailles disséminées dans une scorie demi-vitreuse, au lieu de 0,57 qu'il aurait dû avoir. Il ne parvint pas à un résultat plus satisfaisant par une addition du verre à vitre égale en poids à celui du minerai. Dans un creuset brasqué avec un mélange de charbon et de borax, on eut 0,32 d'alliage, c'est-à-dire à peu près la moitié de ce qu'on aurait dû en extraire.

Berthier ayant cherché quelle était la nature des agents à faire intervenir, afin

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'obtenir d'un minerai le plus fort rendement en alliage, fut conduit à reconnaître l'utilité du borax. Il constata, en outre, que les fondants siliceux ont l'inconvénient de s'opposer à la réduction des oxydes qu'ils retiennent en combinaison. Berthier termine en disant :

« Si je me suis beaucoup étendu sur la manière de préparer économiquement les alliages de fer et de chrome, ce n'est pas que je croie que ces alliages puissent être par eux-mêmes d'une grande utilité, mais parce qu'il est probable qu'on s'en servira pour introduire le chrome dans l'acier fondu. »

Les vues de Berthier se sont complétement réalisées : aussi doit-on considérer cet ingénieur comme l'inventeur de l'acier chromé et du fer chromé. La découverte, je l'ai dit, porte la date de l'année 1820.

Berthier fit, en effet, deux aciers chromés fondus, l'un contenant 0,010 de chrome, l'autre 0,015. Ces aciers se forgèrent très-bien ; on en fit un couteau et un rasoir : les deux lames étaient très-bonnes. Leur tranchant parut dur et solide, mais ce que les lames eurent de remarquable, c'est le beau damassé qu'elles prirent lorsqu'on les eut frottées avec de l'acide sulfurique. Il y avait donc lieu de croire que l'acier chromé serait propre à faire des lames de sabre damassé solides, dures, d'un bel effet et des instruments de coutellerie fine.

Berthier prépara ce produit en fondant l'acier fondu de première qualité, cassé en très-petits morceaux, avec un alliage de fer et de chrome et il émit cette opinion que, en opérant en grand, il y aurait lieu de substituer l'acier cémenté à l'acier fondu. Il ne croyait pas qu'il fût possible de remplacer avantageusement, dans ces opérations, l'alliage de chrome par du minerai de chrome mêlé de charbon, parce qu'il arriverait probablement que le verre terreux qu'on serait obligé de mettre dans les creusets pour décaper les morceaux d'acier et pour les préserver du contact de l'air dissoudrait la plus grande partie du minerai et en empêcherait la réduction.

J'ai dit précédemment que, contrairement à l'assertion de M. Julius Bauer, le chrome ne communique pas au fer les propriétés de l'acier. C'est ce dont on a pu s'assurer plusieurs fois dans l'usine Jacob Holtzer et ce qu'établit très-nettement l'expérience que je vais rapporter.

On a mis dans un creuset de terre :

Fer de Suède de 1re marque, renfermant moins d'un millième de carbone.	20gr
Chrome pur.	0,3

proportion adoptée pour introduire 0,015 de chrome dans l'alliage. Après avoir introduit un peu de verre pour abriter le métal de l'air, on a chauffé à une très-haute température. Le culot retiré du creuset était bien homogène, d'un grand éclat; on l'a étiré en une petite barre qu'on a trempée au rouge-cerise. L'alliage n'était pas beaucoup plus dur que le fer, on l'entamait aisément à la lime. L'analyse indiqua 0,010 de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chrome ; le tiers de ce métal avait passé dans la scorie. Ainsi, en l'absence du carbone, le chrome existant dans une proportion suffisante pour communiquer à un acier une grande dureté et une grande ténacité n'a pas déterminé l'aciération du fer pur.

Dans une autre expérience, on fondit un fer de Suède avec une certaine quantité de ferrochrome ; le culot forgé et étiré en un fil de $1^{mm},5$ de diamètre contenait :

Chrome.	0,0124
Carbone.	0,0031

Dans l'atelier de précision du Comité d'artillerie, le colonel Maldan reconnut que ce fil n'acquiert pas plus d'élasticité par la trempe à l'huile que du fer renfermant 0,003 de carbone.

Le chrome seul ne déterminerait donc pas l'aciération du fer. Existe-t-il des métaux doués de cette faculté? Ce n'est pas invraisemblable, et, même en s'appuyant sur des recherches que Faraday a entreprises pour améliorer l'acier, en y faisant entrer en minimes proportions de l'argent, du platine, du rhodium, de l'iridium, de l'osmium et du palladium, on crut pouvoir en conclure que deux de ces métaux, l'iridium et l'osmium, pouvaient, en l'absence du carbone, constituer de l'acier en s'unissant au fer. Je ne crois pas que les expériences de l'illustre physicien anglais soient suffisantes pour autoriser une telle conclusion. Sans doute les composés d'acier et d'osmium, d'acier et d'iridium, ont offert de précieuses qualités ; on peut en dire autant du composé d'acier et de rhodium ; mais ces aciers améliorés renfermaient nécessairement du carbone. Il est vrai qu'un passage d'un Mémoire de Faraday fait soupçonner que l'iridium et l'osmium auraient la faculté aciérante. Voici ce passage :

« 0,03 d'iridium et d'osmium fondus avec du fer pur donnèrent un bouton que l'on exposa, après l'avoir forgé et poli, avec d'autres morceaux de fer, d'acier, de divers alliages, dans une atmosphère humide ; il fut de tous le dernier sur lequel la rouille se montra. Sa couleur était bleuâtre et il avait la propriété de durcir par la trempe. En observant ce caractère dans cette espèce d'acier, nous y soupçonnâmes la présence du carbone ; mais, malgré les plus grands soins, il ne nous fut pas possible d'en découvrir (1). »

A l'époque des travaux que je viens de rappeler, j'avais cru que le silicium possédait aussi la faculté aciérante. Faraday ne partagea pas mon opinion,

Depuis j'ai reconnu, en effet, qu'en fondant du fer pur au contact de la silice, on obtient un culot, dans lequel il entre du carbone, dont l'origine ne peut être attribuée qu'aux gaz combustibles carburés et réducteurs du foyer ayant accès dans le creuset. J'ai eu d'ailleurs l'occasion de mentionner une curieuse observation confirmant cette manière de voir, en fondant, dans un creuset de terre, 1 kilogramme de fer très-doux,

(1) *Annales de Chimie et de Physique*. 2e série, t. XXI, p. 62.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ne tenant, par conséquent, qu'une infime quantité de carbone; le lingot que l'on coula renfermait néanmoins près de 0,004 de ce combustible. Le fer, pendant la fonte, avait été transformé en un acier doux. J'ajouterai que si, dans l'analyse de ce produit, on eût fait intervenir un acide comme dissolvant, le carbone aurait disparu avec le gaz hydrogène dégagé pendant la dissolution; mais, en attaquant le métal fondu par la chloruration, on a pu retirer la totalité du carbone combiné qui s'y trouvait.

Néanmoins, la grande et légitime autorité attachée au nom de Faraday m'a décidé à essayer de faire de l'acier en fondant directement le fer avec l'iridium.

I. L'iridium pur avait été préparé par M. Henri Deville; le fer de Suède ne renfermait pas au delà de 0,0007 de carbone.

On a fondu :

Fer.	14gr
Iridium.	0,43

Le culot, très-homogène, a été forgé et étiré en lame. Après la trempe, l'alliage n'était pas sensiblement plus dur que le fer; la lime l'entamait aisément.

II. L'iridium pur a été remplacé par l'osmiure d'iridium, qu'on obtient dans le traitement des minerais de platine.

Fondu :

Fer.	14gr
Osmiure.	0,43

Le résultat a été le même qu'avec l'iridium pur; la dureté de l'alliage n'a pas été modifiée par la trempe.

Le fer pur allié à l'iridium n'a pas offert les propriétés caractéristiques de l'acier. Il m'est donc permis d'avoir quelques doutes sur la réalité du résultat annoncé par Faraday. Ces essais devraient être répétés, en agissant sur de plus fortes quantités de métaux; mais, comme la fusion exigerait un temps bien plus considérable, il y aurait, en supposant qu'il y ait eu aciération, à rechercher dans le produit le carbone que les gaz combustibles pourraient y avoir introduit, ainsi qu'il est arrivé dans la fusion du fer.

On a vu que, d'un haut-fourneau de Brooklyn, on a retiré de la fonte dans laquelle il entrait de 4 à 7 pour 100 de chrome. Je vais établir que cette production de la fonte chromée au haut-fourneau est bien antérieure à ce qui a été fait en ce genre aux États-Unis.

Avant l'année 1867, dans la province d'Antioquia (Amérique méridionale), une compagnie monta une forge dans les environs de Medellin, où l'on traitait un minerai brun ayant l'aspect d'une hématite. Des ouvriers franc-comtois exécutaient les travaux. La fonte que l'on retirait était surtout employée à faire des têtes de bocard pour pulvériser des quartz aurifères; par sa dureté exceptionnelle, elle convenait parfaitement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à cet usage, et, malgré son prix élevé, elle était fort recherchée. Sa qualité tenait à la présence du chrome, que je m'expliquais très-bien, ayant reconnu, durant mon séjour dans la province d'Antioquia, que le minerai de chrome existe en abondance dans le terrain sur lequel l'usine avait été construite, à ce point que les pierres formant les murs d'angle des maisons étaient formées de minerai de chrome. La fonte de Medellin, examinée dans mon laboratoire, était blanche, à larges facettes, offrant tous les caractères d'un spiegeleisen. Voici les résultats des analyses :

Chrome.	1,95	2,80	3,80
Carbone combiné.	4,40	»	»
Graphite.	0,00	»	»
Silicium.	0,75	»	»
Phosphore.	0,07	»	»
Soufre.	traces.	»	»
Arsenic.	0,00	»	»
Azote.	0,01	»	»
Vanadium.	traces.	»	»
Manganèse.	0,84	»	»
Fer.	92,50	»	»
	100,52		

Ainsi une fonte chromée était sortie des hauts-fourneaux de l'Amérique méridionale dans le courant des années 1866-1867, bien avant qu'on en eût produit par les mêmes moyens dans les environs de Brooklyn. Son obtention était donc tombée dans le domaine public. Une richesse supérieure en chrome, résultant de ce que les charges passées au haut-fourneau renfermaient de plus fortes proportions de minerai de chrome, ne saurait motiver un brevet.

OBSERVATIONS FAITES DANS L'USINE JACOB HOLTZER, D'UNIEUX, SUR LE FERROCHROME ET L'ACIER CHROMÉ.

Cette fabrication fut introduite, en 1875, dans l'usine Jacob Holtzer, par l'initiative de M. Brüstlein. On résumera ici les faits les plus saillants recueillis par cet habile ingénieur.

Réduction des minerais de chrome.

Ces minerais exigent, pour être réduits de manière à donner un culot métallique, une température beaucoup plus élevée que celle qui est nécessaire pour la réduction des minerais de fer. Le minerai de chrome dont on disposait avait pour composition moyenne :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sesquioxyde de chrome. . .	0,394	Chrome. . .	0,271
Protoxyde de fer.	0,180	Fer.	0,140
Alumine.	0,276		
Magnésie.	0,116		
Silice.	0,030		
	0,996		

Suivant les prescriptions de Berthier, la nature des fondants que l'on fait intervenir doit nécessairement varier avec la constitution des minerais. Dans l'usine Jacob Holtzer, les fondants employés ont été soit le verre à bouteille, soit la chaux, soit le carbonate de soude, soit le fluorure de calcium; mais on reconnut bientôt que les agents qui, sous le moindre volume, déterminaient la fusion du minerai et la réduction des métaux, étaient aussi ceux qui attaquaient le plus énergiquement les creusets, qu'on ne brasquait pas pour ne pas en diminuer la capacité. Le charbon réducteur était préalablement mélangé au minerai. La chaux, seule mêlée à ce combustible, produisit les meilleurs rendements en ferrochrome. Malheureusement, ce mélange attaquait les creusets, en les coupant au-dessus du métal fondu quand on ne les retirait pas du fourneau à un moment qu'il n'était pas facile de saisir. L'addition du fer ou d'oxyde des battitures, ainsi que l'avait indiqué Berthier, facilitait l'opération en donnant naissance à un alliage plus fusible, mais nécessairement moins chromé. Après bien des tentatives, on parvint à une production satisfaisante de ferrochrome ; ce fut quand la scorie, quoique d'une teinte verdâtre, ne contenait plus que des traces d'oxyde de chrome. La réduction était alors parfaite ; mais cette scorie était quelquefois surmontée d'une sorte d'éponge formée de globules métalliques, dont la réunion nécessitait un broyage et une lévigation. En réunissant ces globules au culot, on approchait du rendement théorique. En augmentant la proportion de fer ou d'oxyde des battitures, la scorie n'était plus couverte de globules, mais on obtenait nécessairement un ferrochrome moins riche en chrome.

Ferrochrome.

Cet alliage présente des caractères assez différents suivant sa teneur en chrome et en carbone. Voici ces caractères, d'après M. Brüstlein :

Une fonte chromée ne contenant pas au delà de 15 pour 100 de chrome est dure, assez tenace ; sa cassure, légèrement lamellaire, présente une teinte blanche ayant un reflet soyeux.

Quand la teneur en chrome atteint 25 à 30 pour 100, l'alliage présente des aiguilles disséminées dans toute la masse. La fonte est blanche et brillante. A mesure que la richesse en chrome est plus grande, les aiguilles, dans un alliage bien fondu, deviennent plus courtes, plus déliées, la fonte plus fragile ; lorsque la teneur en chrome

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dépasse 68 pour 100, l'alliage est difficilement fusible aux plus hautes températures du four à vent.

Ce qui précède s'applique à des fontes chromées saturées de carbone. Quand cette fonte n'en est pas saturée, la structure en aiguilles ne se manifeste que pour des teneurs plus élevées en chrome ; la cassure a une teinte moins blanche. Par exemple, une fonte de 25 à 30 pour 100 de chrome et à 0,025 et 0,030 de carbone conserve la structure lamellaire d'une fonte blanche carburée, dans laquelle il entre 12 à 15 pour 100 de chrome. A mesure que la carburation s'élève, on voit, dans la cassure de l'alliage, des aiguilles blanches brillantes de plus en plus nombreuses. Le carbone influe donc sur la structure cristalline des ferrochromes.

La fonte chromée, riche en chrome, agit moins sur l'aiguille aimantée sans que l'action magnétique disparaisse complétement, ainsi qu'il advient au ferromanganèse ; un ferrochrome à 67 pour 100 est encore attirable à l'aimant. On donne ici la composition de quelques ferrochromes :

	Chrome.	Carbone combiné.	Graphite.	Manganèse.	Soufre.
I.	36,22	»	»	»	»
II.	19,80	3,80	0,00	0,33	»
III.	67,15	5,40	0,00	»	0,30
IV.	48,70	»	»	»	»

M. Brüstlein a comparé certains caractères propres aux scories formées dans la fusion des ferrochromes et qu'il est bon de connaître. La surface d'une scorie chromée en fusion se recouvre, aussitôt qu'elle est exposée à l'air, d'une pellicule prenant, après le refroidissement, une teinte brune formant un contraste avec la couleur très-foncée de la masse. C'est que, probablement à la surface de la scorie, il commence à se former des chromates. Cet effet se manifeste sur une scorie provenant d'un alliage ne renfermant même que 0,01 de chrome. Ce serait donc un caractère spécifique.

La scorie formée au contact d'un alliage de chrome en fusion, ou lors de la réduction des minerais de chrome, est souvent violette par transparence. On n'observe pas cette coloration violette dans la scorie des aciers qui contiennent du manganèse, quand elle ne renferme pas de chrome. (*La suite au prochain cahier.*)

(*Annales de chimie et de physique*).

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Méthode de séparation de l'antimoine et de l'arsenic, par M. le professeur Bunsen. — M. Bunsen a fait dernièrement connaître une méthode exacte et rapide de séparation de l'antimoine et de l'arsenic, qui peut également ser-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vir dans les cas d'analyses quantitatives ou qualitatives. Voici comment on opère :

Les deux métaux, ayant été précipités par l'acide sulfhydrique dans le cours d'une analyse ordinaire de minerai, ces sulfures sont dissous dans une solution de potasse caustique purifiée par l'alcool. On filtre ensuite, on évapore et on redissout dans l'eau ; après quoi on fait passer un courant de chlore gazeux jusqu'à ce que tout l'alcali soit saturé. On ajoute alors un peu d'acide chlorhydrique et on fait évaporer jusqu'à ce que la liqueur soit réduite au tiers ; on verse de nouveau un peu d'acide chlorhydrique et on fait évaporer jusqu'à ce que toute trace de chlore ait disparu. Enfin on traite par une solution saturée d'hydrogène sulfuré qu'on ajoute dans la proportion de 100 cent. cub. pour un décigramme d'acide antimonique ; la totalité de l'antimoine est précipitée à l'état de polysulfure (Sb^2S^5) sans entraîner de l'arsenic. Dès que le précipité s'est déposé, on fait passer dans la liqueur, à travers un tampon de coton, un courant d'air destiné à chasser l'hydrogène sulfuré gazeux, puis on filtre sur un filtre préalablement pesé, on lave et on fait sécher à 230 degrés Fahr. (110° C.) sur un bain de sel ordinaire ; le précipité pesé contient 60,4 pour 100 d'antimoine métallique. Si par hasard il s'y trouve quelques traces d'arsenic, on peut s'en débarrasser en répétant l'opération.

On reprend ensuite la liqueur filtrée et on y ajoute un peu d'eau de chlore, puis on traite pareillement par l'hydrogène sulfuré qui précipite un polysulfure d'arsenic (As^2S^5). On filtre comme ci-dessus, on lave avec de l'eau, de l'alcool et du bisulfure de carbone, et de nouveau avec de l'alcool pour chasser toute trace de soufre. Le précipité séché à 110° C. et pesé, contient 48,4 pour 100 d'arsenic métallique. Les expériences de M. Bunsen ont démontré que, séché à cette température, ce polysulfure d'arsenic accuse toujours la même composition, ce qui n'a pas lieu avec l'arséniate de magnésie et autres sels.

(*The engineering and mining journal*).

Projet de tunnel à Gibraltar. — Il est question de relier l'Espagne et l'Afrique par un tunnel passant sous le détroit de Gibraltar. Ce tunnel doit partir d'un point rapproché d'Algésiras, sur la côte d'Espagne, pour aboutir sur celle d'Afrique entre Tanger et Ceuta.

Sa longueur sera de 9 milles (14k,480), avec une pente de 1 sur 100 ; en outre, il faut compter sur des raccordements de 6 à 7 milles (965 à 1 126 kilom.). La plus grande profondeur de la mer, dans le détroit, étant de 3 000 pieds (900 mètres), comme on a l'intention de laisser entre la voûte et le fond de la mer une épaisseur de terrain d'environ 300 pieds (90 mètres), il s'ensuit que le point le plus bas du tunnel sera à 990 mètres au-dessous du niveau des eaux.

(*American architect*).

Le puits artésien de Pesth (Hongrie). — On creuse à Pesth un puits artésien, qui semble devoir dépasser en profondeur tous ceux que l'on connaît. Il y a quel-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ques mois il atteignait déjà 951 mètres, tandis que celui de Passy n'en a que 547. Il fournit une eau excessivement limpide, très-calcaire, contenant également de la baryte et accusant une température de 37° C.; son débit est de 6 940 hectolitres par jour. Le forage doit continuer jusqu'à ce que l'eau atteigne la température de 65 degrés environ, et qu'elle arrive en quantité suffisante pour alimenter les bains et les établissements municipaux de la ville.

(*Journal of the Franklin Institute*).

Le bassin houiller du comté de Durham (Angleterre). — A propos de la grève des mineurs qui s'est déclarée dernièrement dans le bassin houiller de Durham, il n'est pas sans intérêt de donner des renseignements sur la production de ce bassin pour montrer les conséquences désastreuses que cette grève peut avoir.

Le bassin houiller de Durham est le plus anciennement exploité comme le plus productif du monde entier. Le nombre total des houillères qu'il renferme est d'environ 300, qui fournissent 25 000 000 de tonnes par an; si l'on tient compte des charbonnages du Northumberland, qui, géologiquement, appartiennent au même bassin, il faut alors compter 375 exploitations produisant 30 000 000 de tonnes.

L'importance relative de ce bassin ressortira encore mieux, quand on saura qu'il produit à lui seul plus de charbon que deux bassins quelconques du Royaume-Uni (le bassin de l'Écosse excepté), et que son extraction annuelle dépasse celle des houillères réunies du Cumberland, du Cheshire, du Lancashire, du Warwickshire, du Derbyshire, du Leicestershire et qu'il donne annuellement de l'ouvrage à 50 000 ouvriers. Il jouit, en outre, de l'avantage peu commun et fort appréciable de posséder quatre sortes de charbons, toutes excellentes. Il livre par an au commerce 3 à 4 000 000 de tonnes de charbon de chauffage, 5 000 000 de tonnes de charbon à gaz, destinées à l'approvisionnement des principales usines de la Métropole, et 6 à 7 000 000 de tonnes à l'industrie, principalement aux établissements sidérurgiques du district de Cleveland.

Dans le cours de ces cinquante dernières années, le capital placé dans le bassin houiller du Nord a crû dans des proportions énormes. En 1795, on ne l'évaluait pas à plus d'un million de liv. sterl. (25 millions de francs), et on ne comptait pas plus de trente puits occupant 7 000 mineurs. Mais en 1830, il s'agissait déjà de 30 millions de liv. sterl. (750 millions de francs), et aujourd'hui on parle de 80 millions de liv. sterl. (2 milliards de francs), dont au moins 1 250 millions de francs pour les seuls charbonnages de Durham.

On conçoit quels troubles économiques peut et doit engendrer une grève générale des mineurs, éclatant dans de pareilles conditions. Chaque haut-fourneau du Cleveland ne consomme pas par jour, sous forme de coke, moins de 100 tonnes de houille, et ce district n'est pas le seul auquel les puits de Durham fournissent le combustible. La côte occidentale, qui est dans le royaume-Uni le principal centre de l'industrie de la fonte

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour acier Bessemer, s'y approvisionne également, et un seul établissement, *the Barrow hematite iron and steel works,* vient y prendre de 3 à 4 000 tonnes chaque semaine. Enfin la coutellerie de Sheffield et les fonderies du Yorkshire et du Lancashire sont ses tributaires.

(*L'Économiste français*).

Procédé de désargentation du plomb, par M. Rozan. — Ce procédé, qui a une grande analogie avec celui bien connu de Pattinson, n'en diffère surtout que par l'emploi de la vapeur et par la substitution des moyens mécaniques à la main d'œuvre ordinaire ; dans l'un et l'autre cas, cependant, l'opération repose toujours sur le mode d'enrichissement du plomb par voie de cristallisation.

Dans le procédé Rozan, la vapeur employée joue un rôle à la fois mécanique et chimique. Dans le premier cas, son injection dans le bain de plomb a pour effet d'agiter violemment le métal, de manière à empêcher qu'il ne se produise quelque dépôt à la surface ; en même temps, la cristallisation s'opère plus régulièrement au fur et à mesure du refroidissement, et la séparation des cristaux qui se forment et du liquide restant se fait plus facilement.

Le rôle chimique de la vapeur consiste dans l'action oxydante qu'elle exerce sur l'antimoine, le cuivre, le fer, l'arsenic et autres métaux étrangers qui peuvent exister dans le bain ; ces métaux passant à l'état d'oxydes sont facilement enlevés comme écume, ou entraînés par la vapeur sortante qui les emporte dans un condenseur. Cette action de la vapeur est si efficace, que les riches plombs argentifères de l'Espagne peuvent être désargentés sans calcination préalable et être transformés en excellents produits marchands ; ce qui ne peut se faire par la méthode ordinaire de Pattinson, qui doit être précédée d'une calcination durant parfois 48 heures. Lorsqu'il s'agit de plombs moins doux que ceux de l'Espagne, il ne faut qu'une demi-calcination.

M. Cookson, qui emploie depuis plusieurs années avec succès le procédé Rozan, énumère comme suit ses avantages :

1° Économie de tout ou partie des frais de la calcination, suivant la nature du plomb.

2° Réduction de 4/5 dans le coût de la main-d'œuvre.

3° Réduction de 3/5 dans le combustible.

4° Economie de 1/3 dans les oxydes produits, avantage fort appréciable pour les fabricants de plomb.

D'autre part voici les défauts :

1° Nécessité d'un capital important.

2° Réparation et renouvellement fréquents et coûteux du matériel.

Quoi qu'il en soit et en établissant la balance, M. Cookson estime que les avantages compensent bien au delà les défauts du procédé.

(*The engineering and mining journal*).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 14 mars 1879.

Présidence de M. DUMAS, président.

CORRESPONDANCE. — M. *Proux* (Louis), mécanicien à Vouillé (Vienne). Tarare-ventilateur pefectionné. (Agriculture.)

M. *Jannin* (E.), rue Saint-Jacques, 212, à Paris. Nouveau genre de cliché typographique, par lequel on peut faire des clichés parfaits en moins de deux heures, n'exigeant qu'un matériel très-simple, faciles à monter sur les machines rotatives à imprimer, et pouvant tirer plus de 14 000 exemplaires sans altération. (Constructions et beaux-arts.)

M. *Lemercier*, rue des Boulets, 82, à Paris. Machine à biseauter les glaces. (Arts mécaniques.)

M. *Menant*, rue Oberkampf, 104, à Paris. Tuiles métalliques en zinc ou en tôle galvanisée. (Constructions et beaux-arts.)

M. *Thomas* (Pierre), chimiste, rue Condorcet, 70, à Paris; note sur l'emploi de la chaux caustique comme réactif dans les analyses quantitatives. (Arts chimiques.)

M. *Georges Quesneville*, licencié ès-sciences mathématiques, ancien élève des laboratoires de la Sorbonne, fait hommage à la Société d'un exemplaire de sa thèse pour le doctorat ès-sciences physiques sur l'*influence du mouvement sur la hauteur du son*, sujet encore peu connu malgré les recherches de quelques physiciens.

M. *Chaix* (A.), fait hommage à la Société d'un exemplaire de l'ouvrage qu'il vient d'éditer : *Historique de l'imprimerie et de la librairie centrale des chemins de fer*, édition in-4°.

M. *Henri de Parville*, envoie un exemplaire de son livre intitulé : *Causeries scientifiques, découvertes, nombreux progrès de la science,* 17e année, 1877, grand in-18. Paris, 1878, *Rothschild*, éditeur.

M. *Le Blanc* (F.), membre du conseil, présente au nom de M. *Laugier* (E.), ingénieur des arts et manufactures, actuellement directeur de la Station agronomique de Nice, un livre publié en commun avec M. *Commerson*, ingénieur civil, et ayant pour titre : *Guide pour l'analyse des matières sucrées, etc.* (2e édition, 1878).

Cet ouvrage, rédigé avec soin, comprend l'exposé et la discussion des diverses méthodes d'analyse optique et chimique des sucres bruts, mélasses, produits et résidus divers de fabrication, etc. La deuxième partie de ce traité est exclusivement l'œuvre de M. *Laugier*, et traite, avec détails, de l'analyse des cendres et de la recherche des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

substances organiques des matières sucrées ; elle comprend la description d'une étuve nouvelle pour le dosage de l'eau dans les mélasses.

Les études théoriques des auteurs, et les connaissances pratiques qu'ils ont acquises dans les laboratoires de sucreries et raffineries, donne de l'intérêt et de l'autorité à leurs discussions et conclusions. (Renvoi au comité des arts chimiques.)

ELECTION D'UN MEMBRE DU CONSEIL. — L'ordre du jour appelle l'élection d'un membre du Conseil pour le comité d'agriculture, par suite de la vacance déclarée dans la séance du 14 février 1879.

Le candidat proposé par le comité est M. *Schlœsing*.

Au dépouillement du scrutin, le bureau constate que M. *Schlœsing* a obtenu l'unanimité des suffrages au nombre de VINGT-SIX.

En conséquence, M. le *Président* proclame la nomination de M. SCHLŒSING, comme membre du comité de l'agriculture.

Cette nomination sera ratifiée par la Société réunie en assemblée générale.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Combustibles agglomérés*. — M. *Boutillier* lit, au nom du comité des arts mécaniques, un rapport sur les procédés employés par M. *Denain*, marchand de charbons à Bohain (Nord), pour fabriquer par quantités restreintes, des briquettes, perforées ou non, avec des menus agglomérés.

Le rapporteur propose de remercier M. *Denain* de sa communication et d'insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil. (Voir plus haut, p. 228.)

COMMUNICATIONS. — *Chaleur élevée des fours Martin-Siemens*. — M. *Laurence Smith*, professeur à Louisville, correspondant de la Société, présente des stalactites de quartz produites par la fusion de certaines parties d'un fourneau *Martin-Siemens*.

A Chatanoga, dans l'État du Tennessee, aux États-Unis, les voûtes des fourneaux *Martin-Siemens*, pour la fabrication de l'acier, sont construites avec un grès friable et mou qui est formé de grains de quartz presque absolument pur ; c'est une variété d'itacolumite.

La méthode employée pour faire de l'acier revient à fondre la fonte et à la décarburer par du minerai de fer cru. Toutefois, cette méthode marchait d'une manière très-incertaine, et la masse du métal était parfois refroidie dans le fourneau par une perte irrégulière du carbone de la fonte qui, quelquefois, avait presque entièrement disparu. Lors d'un accident de ce genre, le métal devint entièrement solide et on porta la température au plus haut point possible afin de tacher de refondre le fer ; mais ces efforts furent sans succès.

A la suite de cet accident, le fourneau fut refroidi et démoli et, après le rampant, près du toit du four, on trouva de minces stalactites ayant jusqu'à 2 pieds de longueur d'une matière provenant de la fusion du grès ; cette matière avait la composition du quartz à peu près pur, contenant à peine 3 pour 100 de matière étrangère, laquelle était composée, en majeure partie, d'alumine et d'oxyde de fer. Les échantillons que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Smith* présente à la Société, font connaître les caractères physiques de cette substance, et démontrent la température excessive qui peut être produite dans ce genre de fourneaux.

Combustion du soufre. — M. *Dumas*, président, donne connaissance à la Société de quelques nouveaux essais métallurgiques, dans lesquels on a utilisé la chaleur de combustion du soufre pendant le traitement de certaines pyrites, de manière à réduire considérablement la dépense en combustible que le traitement de ces minerais avait exigée jusqu'à présent.

On opérait sur des pyrites cuivreuses contenant du soufre, du fer, du cuivre et les autres métaux qui accompagnent ordinairement le cuivre dans ces minerais. On employa une cornue *Bessemer* qui, pour la mise en train, fut chargée de combustible ordinaire, avec des pyrites et une certaine quantité de sable. Le fer oxydé se transforma en silicate et fut éliminé ainsi, et la combustion du soufre produisit une matte cuivreuse destinée à être traitée par les procédés ordinaires de la métallurgie du cuivre. Une fois l'opération commencée, on continua à alimenter la cornue de pyrites et de sable en écoulant le laitier ferrugineux silicaté, et la combustion du soufre produisit une température élevée qui suffit pour assurer la continuation de l'opération. La matte contenait l'argent, l'or, etc., qui enrichissent ordinairement ces minerais, et on a obtenu ainsi une simplification très-importante dans la première partie du traitement qui opère sur de plus grandes masses de matière, et qui est, par conséquent, la plus pénible et la plus chère.

Ce mode de traitement des pyrites est tout à fait nouveau, et constitue un progrès important dans ce genre d'opérations métallurgiques. On ne s'arrêtera pas là ; en effet, tous les sulfures minéraux, ceux de plomb, par exemple, dont le traitement doit être fait à peu de frais, pourront profiter de ce progrès, véritable événement industriel qui méritait d'être signalé à la Société.

Jute, fibre textile. — M. le docteur *Vincent* (Ad.), rue Brochant, 10, à Paris, présente des observations sur la matière textile désignée, dans le commerce, sous le nom de *Jute*.

Il y a environ trente ans, dit-il, après l'introduction, en Angleterre et en France, d'une énorme quantité de filasse de Phormium tenax qui fit, dès 1847, l'objet de mes études, on vit paraître, sur nos marchés, une fibre textile à laquelle on donna le nom de *Jute*.

Ce terme fut autrefois appliqué, dans l'Inde et la Chine, au *Corchorus capsularis*, puis au *Corchorus olitorius* qui appartiennent, on le sait, à la famille des Tiliacées.

En 1848, j'ai exposé quelques caractères spécifiques du Corchorus capsularis. (Rapport de l'Institut, le 5 novembre 1849 ; *Payen*, rapporteur.)

Mais aujourd'hui, le mot de *Jute* ne signifie ni une plante, ni un genre et moins encore une famille végétale ; on étend cette dénomination à des fibres autres que les filaments que je viens de citer, et c'est avec ces matières que l'on confectionne les sacs à charbon, etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ainsi, il est admis dans l'Inde, et le commerce européen ne l'ignore pas, que les Corchorus, les Hibiscus (Hibiscus cannabinus et Hibiscus strictus), les Crotalaria et même l'Æschinomene, servent à former le produit hétérogène, de moins en moins défini et exporté sous le nom de Jute.

Nous avons quelques raisons de croire que cette association n'est pas toujours limitée aux seuls végétaux compris dans les familles citées ci-dessus, lorsque les Amaryllidées, les Musacées sont si abondamment répandues dans ces contrées.

Voilà donc les Tiliacées, représentées par les Corchorus, les Malvacées par les Hibiscus, les Légumineuses par l'Æschinomene cannabina, et le Crotalaria juncea, composant le mixte dit : *Jute*, avec l'adjonction probable des Amaryllidées, genre Agave, et des Musacées.

Ces seules remarques suffisent déjà à faire comprendre certaines hésitations, quand cette matière complexe nous est offerte.

Et qui oserait affirmer que le Phormium tenax, en ce moment délaissé, ne reprendra pas faveur à la suite d'études plus approfondies ou de perfectionnements apportés dans la préparation des fibres?

Plusieurs questions surgissent.

Peut-on distinguer ces fibres entre elles? possèdent-elles quelques caractères physiques ou chimiques particuliers?

Ce n'est, certes, pas la couleur ni la grosseur des fibres que l'on invoquera comme moyen d'investigation, et encore moins la longueur des filaments.

La couleur variera avec les procédés d'extraction, c'est-à-dire de désagrégation et d'épuration, la grosseur, souvent avec l'espèce végétale, mais surtout selon l'âge.

Est-ce la longueur? Nous savons, en effet, et d'après des maxima, que les Abacas offrent parfois, rarement il est vrai, des fils bruts ou brins mesurant 3 mètres, les Corchorus 2 à 3 mètres, les Agave fetida et americana 2 mètres, l'Hibiscus strictus, l'Hibiscus cannabinus et les Bromelia 1 mètre ; ce caractère devient de peu de valeur pour la détermination du végétal producteur, puisque des causes diverses, le travail, l'épuration de la filasse, etc., peuvent amener la rupture des filaments.

Il demeure bien entendu que nous faisons, en ce moment, abstraction des longueurs afférentes aux fibres étudiées au seul point de vue de l'analyse micrographique.

Quant à l'aspect offert par les coupes transversales, dans les sections telles que les pratique un savant observateur pour ses recherches microscopiques, nous ne pouvons y trouver un signe toujours caractéristique de l'espèce végétale.

En effet, une même plante, suivant l'âge, et même à des époques assez rapprochées, offre parfois des différences sensibles dans la configuration des coupes, et même si les sections d'un même brin sont plus ou moins distantes de la base du végétal.

Mais on doit rencontrer un auxiliaire dans l'action chimique dont l'étude facilitera nos recherches.

Ces filaments textiles présentent des rapports communs; cependant les diverses

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

réactions chimiques obtenues, sans donner toute la satisfaction désirable, permettent déjà d'établir quelques séries, et de ne pas confondre, comme le fait l'Administration, sous le seul nom de Jute, un certain nombre de fibres végétales servant à former le mélange qui n'est connu que des expéditeurs, et encore au lieu d'origine.

Nous sommes aussi surpris de voir l'Administration créer une deuxième catégorie, sous ce titre : Phormium tenax, Abaca et autres végétaux filamenteux, non dénommés dans ledit tarif.

Mais quels sont ces végétaux ?

Cette question se pose d'elle-même.

J'avais eu la pensée de tenter de la résoudre, et, pour ne susciter aucune susceptibilité, je m'adressai, durant le cours de l'année dernière, à l'Administration supérieure, afin d'être autorisé à donner un coup d'œil aux arrivages à Paris, et, le cas échéant, à prélever sur les ballots quelques grammes de ces filaments ; mais j'ai dû renoncer à cet examen. C'est, peut-être, regrettable ; car la valeur des Jutes importés en 1878 (filasse—fils—tissus) se chiffre par 13 323 826 francs. Nous insistons donc sur la nécessité de fixer l'attention des économistes, en ce qui se rapporte à une plus sévère définition du mot *Jute*, nous appuyant de l'exemple fourni par l'année qui vient de s'écouler, et des documents statistiques officiels sur les importations.

Jutes.	Quantités arrivées en 1878. Kil.	Quantités livrées à la consommation. Kil.	Valeurs actuelles. Fr.
Jutes en brins ou taillés (Angleterre, Indes anglaises).	25 597 790	25 350 154	11 407 569
Autres pays :			
Fils de jute.	230 319	67 557	67 467
Tissus de jute purs.	1 667 081	1 237 920	1 547 401
Sacs de jute.	584 929	109 515	120 467
Tapis de jute.	189 975	90 412	180 822
	28 270 094	26 855 558	13 323 726

(Cette communication est renvoyée à l'examen de la commission spéciale qui s'occupe des fibres textiles).

Noir d'aniline, impression sur laine et soie. — M. *Grawitz*, ingénieur chimiste, boulevard Henri IV, 32, lit la Note suivante sur l'impression des étoffes de laine et de soie en noir d'aniline :

Toutes les couleurs si nombreuses et si variées, dérivées de l'aniline, dit-il, avaient, jusqu'à ce jour, montré beaucoup plus d'affinité pour les fibres animales que pour les fibres végétales.

Le noir seul faisait exception ; tandis que sur coton sa production constituait une des ressources les plus importantes de l'indienneur, aucun moyen n'avait jusqu'à présent réussi à le faire monter, par voie d'impression, sur laine ou sur soie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans son traité pratique des matières colorantes, applicables à l'impression ou à la teinture, M. *Schutzenberger* cite bien quelques échantillons obtenus, en végétalisant la soie par de la cellulose dissoute dans l'oxyde de cuivre ammoniacal. Mais ce moyen constitue une curiosité scientifique plutôt qu'un procédé industriel, et, d'ailleurs, la fibre animale ayant perdu son caractère, cette exception confirmait la règle.

Le procédé dont j'ai eu l'honneur de vous entretenir il y a quelque temps, et qui consiste à faire entrer, dans les mélanges pour noirs, le sel de l'acide chromique, permet de produire le noir aussi facilement sur laine ou sur soie que sur coton.

La couleur se développe exactement dans les mêmes conditions de durée et de température, sans préparation ni mordançage d'aucune sorte de la fibre animale, par l'étendage chaud ou par le vaporisage.

Le noir obtenu est d'un très-beau ton. Il présente la même résistance que sur coton, aux savons, aux alcalis, aux acides. Il supporte, sans verdir le moins du monde, un passage d'une heure dans l'acide sulfurique à 10 degrés Baumé; ce qui est, je crois, le maximum d'acidité employé dans le travail de la laine, et la sèche sans rinçage sur le passage acide.

Enfin, point important, le dosage qui donne les meilleurs résultats sur laine est aussi celui qui convient le mieux au coton.

On ne connaît jusqu'ici, aucun moyen de teindre en noir simultanément la laine et le coton dans les étoffes mélangées. Pour les orléans, alpagas, cachemires ou mérinos d'Ecosse, on teint d'avance le coton de la chaîne, soit en écheveau comme en France, soit en chaînes cardées comme à Bradford.

On pourra dorénavant, tisser le coton écru avec la laine blanche, ce qui permet une production beaucoup plus grande par métier, et teindre en pièce par mes procédés.

Ma méthode d'impression constitue, en effet, le mode le plus simple et le plus rapide de teinture en pièce. On foularde, on sèche et on vaporise au besoin. L'opération totale ne dure pas vingt minutes.

En résumé, l'emploi des sels de l'acide chromique a non-seulement permis de transformer complétement l'impression en noir d'aniline sur coton, mais encore de transporter cette belle couleur sur la laine ou les étoffes mélangées, dans des conditions de simplicité et de rapidité inattendues.

La réaction, qui sert de base à mes procédés, a été niée par une commission de trois chimistes de Rouen.

En présence de la publicité donnée aux conclusions de son rapport, je prierai le comité des arts chimiques de m'autoriser à répéter devant lui les très-courtes expériences qui lui permettraient de rétablir la vérité des faits. (Renvoi au comité des arts chimiques.)

Diffusion de la lumière électrique. — M. *Clémandot* met à profit la lumière électrique qui a été installée dans la salle, au sujet d'autres expériences, pour donner à l'assemblée une connaissance plus complète des effets produits par le globe à ouate de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

verre dont il se sert pour diffuser la lumière électrique. Un de ces globes est installé dans la salle et on remarque la netteté et la blancheur de sa lumière partout égale. Cet appareil fonctionne, non pas en transformant la lumière comme les globes opaques ou opalins dont on se sert ordinairement, mais en opérant simplement une dissémination sans modification propre. Il agit comme les nuages le font par rapport à la lumière solaire qui, le plus souvent, arrive à la terre, non par radiation directe, mais par la diffusion qu'elle éprouve dans les nuages qu'elle frappe ou dans l'atmosphère qui nous la transmet. Il en résulte une pureté plus grande de la lumière, une grande égalité, une atténuation considérable dans les tremblements et les oscillations fatigantes que nous montrent les appareils ordinaires, et surtout une réduction considérable dans la perte qu'éprouve la puissance lumineuse du bec ; cette perte totale n'est que de 20 pour 100 au lieu de 36 pour 100, au moins, que produisent les globes opaques usuels.

Appareils pour projections. — M. *Debray* présente, au nom de M. *Duboscq*, un appareil perfectionné pour faire des projections dans les cours et réunions publiques.

M. *Duboscq* s'est occupé de ce sujet depuis de longues années. La lumière électrique était nécessaire pour rendre les objets en expérience visibles avec d'énormes agrandissements ; sa lampe électrique en rendit l'emploi commode et usuel. On s'est servi de la photographie pour les objets microscopiques. Un négatif direct, agrandi mille fois, servait à faire un positif qui, placé dans la lanterne magique, permettait d'obtenir un agrandissement suffisant pour que les moindres détails fussent visibles. Comme il n'était pas toujours possible de se servir de la lumière électrique, trop chère et trop compliquée pour des réunions limitées, M. *Duboscq* eut recours à la *lumière de Drumond*, qui est produite par un fragment de chaux porté à une très-haute température par la combustion d'un bec de gaz oxy-hydrique. Ce système exigeait certains appareils et des précautions nécessaires. La vitesse du gaz devait être très-grande, pour que la flamme ne pénétrât jamais dans le réservoir et ne causât pas d'explosion. On s'est soustrait à ce danger, en employant deux jets de gaz hydrogène et oxygène justaposés ayant des vitesses d'émission convenables. Enfin, M. *Duboscq* a simplifié ces appareils et obtenu une lumière intense très-suffisante, dans tous les cas, en se contentant du gaz d'éclairage et de quelques sacs d'oxygène.

Ces divers perfectionnements ont étendu les applications des projections pour démonstrations scientifiques, et l'usage de ce genre de représentations s'est considérablement étendu. Il restait, cependant, toute une classe de phénomènes et de tableaux qu'il était impossible de montrer directement par le procédé des projections ; par exemple, tous ceux qui exigent pour les objets une position horizontale, comme les effets du magnétisme ou de l'électricité sur les aiguilles aimantées des boussoles, les ondes liquides et les mouvements produits dans un vase d'eau, etc., etc. M. *Duboscq* a installé son appareil actuel en vue de résoudre cette difficulté. Le faisceau de rayons lumineux traverse verticalement, par transparence, les objets horizontaux à figurer,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

puis l'appareil optique, où il rencontre un prisme à réflexion totale et est renvoyé par par lui, horizontalement, vers le tableau qui doit recevoir l'image. Cette disposition simple, qui n'affaiblit pas sensiblement la lumière, met le tableau dans une position très-convenable pour être vu par un public nombreux.

Cela posé, M. *Debray* et M. *Duboscq* montrent diverses projections qui ne pouvaient être rendues visibles que par cet appareil.

1° Les mouvements de l'aiguille aimantée d'un galvanomètre ; lorsqu'ils sont déterminés par une pile thermo-électrique, on distingue les différences de température des diverses parties du spectre.

2° L'expérience d'Œrsted ou l'action d'un courant voltaïque sur une aiguille aimantée.

3° L'expérience d'Arago sur le magnétisme de rotation. La rotation d'un plateau de cuivre pur entraîne celle d'une aiguille aimantée, quand l'anneau tournant est continu ; elle est sans action quand des coupures multipliées ont rendu cet anneau discontinu.

4° L'action et la distribution de la limaille de fer sur un aimant fixe ou en mouvement. Les mêmes expériences sur un solénoïde.

5° L'appareil pour montrer la rotation magnétique des liquides, changeant de sens avec le sens du courant voltaïque.

6° Le même appareil est utile pour montrer les lignes nodales de Chladni, qu'on observe en semant une poussière sur une plaque de verre qu'on met ensuite en vibration par un archet, et les changements de ces lignes avec la position du point vibrant de la plaque.

7° Le radioscope a un mouvement de rotation rapide quand il est frappé par des rayons lumineux ; l'expérience qui est faite montre que ce mouvement provient non de la lumière, mais de la chaleur rayonnante qui l'accompagne. Le mouvement s'arrête, quand on interpose une lame liquide dans le trajet de la lumière, ce qui éteint les rayons calorifiques.

8° Diverses expériences sur le mélange et le contraste des couleurs, provenant de la rotation de toupies portant des secteurs colorés.

9° Illusion produite par un spectre brisé qui dessine, en relief très-saillant hors du tableau, la forme des objets figurés. (Renvoi au comité des arts économiques.)

Nomination de membres. — Sont nommés membres de la Société : MM. *Barbe* (Eugène), ingénieur civil, à Paris ; *Cavalerie*, ingénieur-mécanicien, à Bordeaux ; *Louis de Soulages*, propriétaire, à Toulouse ; *Martin* (Abel-Jean), chimiste, à Paris ; *Gillet* (François), de la maison *Gillet* et fils, teinturiers.

Paris. — Imprimerie de Madame veuve Bouchard-Huzard, rue de l'Éperon, 5 ;
Jules TREMBLAY, gendre et successeur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE.

RAPPORT *fait par* M. *le comte* DU MONCEL, *au nom du comité des arts économiques, sur la* LAMPE ÉLECTRIQUE A INCANDESCENCE *de* M. E. REYNIER, 81, *rue des Feuillantines, à Paris.*

Dès le commencement de l'année 1878, M. E. Reynier (1), frappé des avantages que pouvaient présenter les effets d'incandescence pour la production facile de la lumière électrique et surtout pour sa division, imagina d'associer à ces effets avantageux ceux résultant de l'arc voltaïque lui-même. Pour cela, il disposa les charbons du système Lodyguine, de manière qu'ils pussent brûler par le bout et fournir, au point de contact, un petit centre de combustion analogue, quant aux effets, à un petit arc voltaïque qui pourrait peut-être, d'ailleurs, se manifester en raison des répulsions exercées par les éléments contigus d'un même courant, comme cela a lieu dans les régulateurs de MM. Fernet et Van Malderen.

Il disposa, en conséquence, au-dessus d'un contact fixe et massif, soit en métal, soit en charbon, une petite baguette de charbon très-mince, qu'il sou tenait verticalement au moyen d'un porte-charbon pesant, et qu'il ne mettait en rapport avec le courant que sur une hauteur, à partir du contact fixe,

(1) Nous rappelons que M. E. Reynier a précédemment soumis à l'appréciation de la Société un système de régulateur de lumière électrique, publié dans le cahier de février 1879, p. 63.

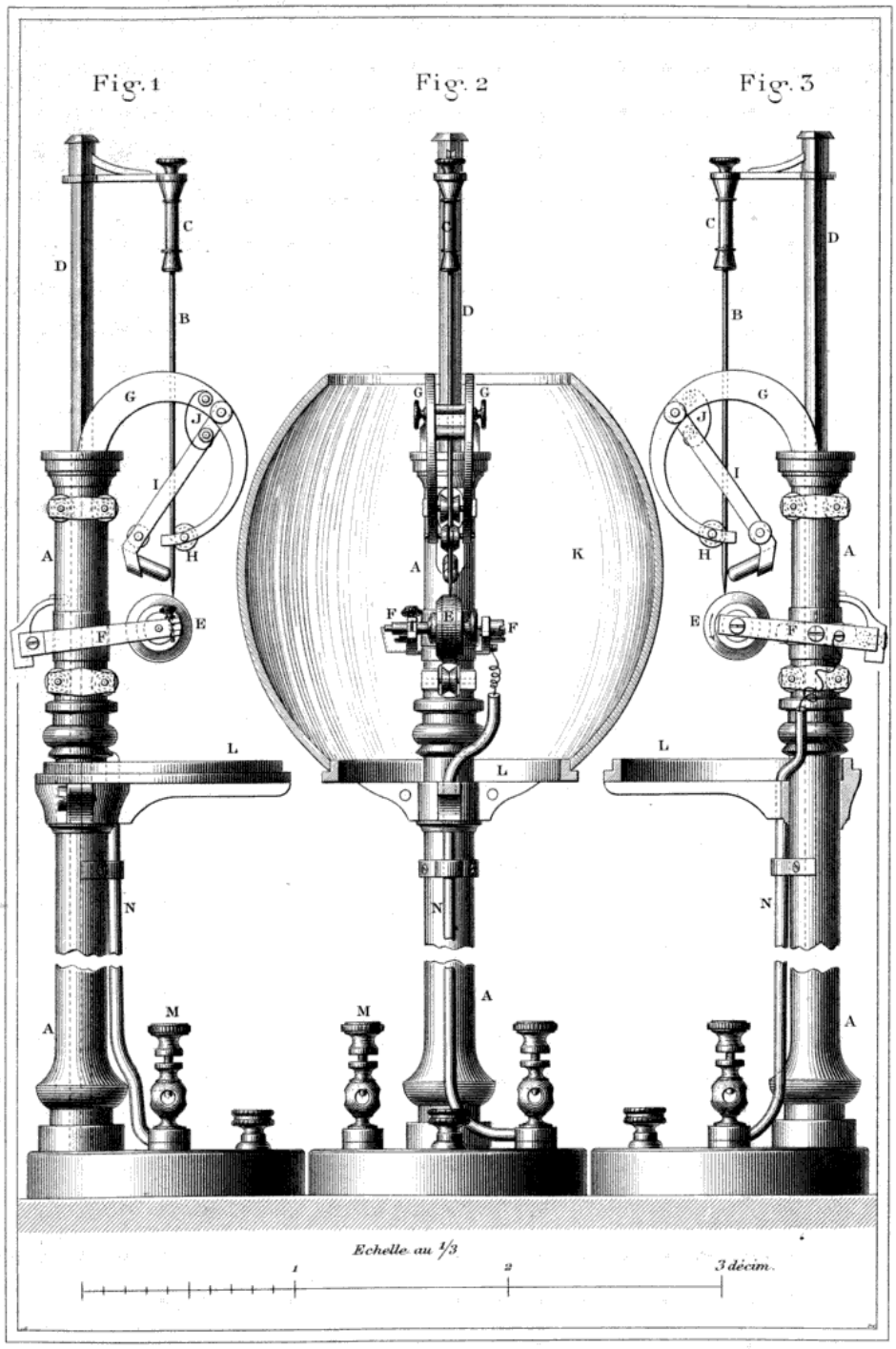
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

convenable pour fournir une incandescence vive de la baguette; et comme, par suite de cette disposition, la baguette s'usait au point de contact avec le charbon massif, il suppléait à cette usure par un avancement progressif de la baguette de charbon, lequel s'effectuait sous l'influence du poids du porte-charbon. Toutefois, comme avec les charbons que l'on vend dans le commerce il résultait de cette combustion des cendres qui pouvaient s'accumuler au point de contact, il disposa l'appareil de manière que le charbon massif, cédant à un mouvement de rotation, pût faire tomber successivement les cendres. Dans ces conditions, M. Reynier put allumer cinq lampes avec le courant d'une pile de Bunsen de 30 éléments, et il put même maintenir allumée, pendant plus d'un quart d'heure, une de ces lampes avec le courant d'une batterie de polarisation de trois éléments de M. Planté. Ces expériences ont déjà été faites à la Société d'encouragement le 24 mai 1878, et devant la Société de physique le 17 mai 1878; mais, antérieurement, le lundi 13 mai 1878, elles avaient déjà été montrées à l'Académie des sciences.

M. Reynier a fait plusieurs modèles de ces lampes. Le dernier se compose d'une longue baguette de charbon de M. Carré, d'environ 2 millimètres de diamètre, soutenue par un porte-charbon pesant qui glisse dans une colonne creuse entre quatre galets, et qui appuie sur un cylindre de charbon pivotant sur un bras horizontal adapté à la colonne. Un guide, muni d'un frein, enserre la baguette de charbon à une petite distance (6 millimètres environ) du cylindre de charbon et lui amène en même temps le courant positif, qui retourne au générateur par le cylindre de charbon et son support. Le point de contact de la baguette de charbon avec le cylindre est placé un peu excentriquement par rapport à la verticale passant par l'axe du cylindre, afin qu'à chaque abaissement du système résultant de l'usure de la baguette, une petite impulsion tangentielle soit communiquée au cylindre et lui fasse accomplir un petit mouvement capable de faire tomber les cendres accumulées au point de contact. Sans cette précaution, ces cendres pourraient altérer les conditions d'éclat de la lumière produite, du moins avec les charbons impurs dont on se sert actuellement.

Les résultats importants, obtenus par M. Reynier avec son système de régulateur à incandescence, ont paru au comité des arts économiques de nature à attirer vivement l'intérêt et l'attention de la Société, surtout à une époque où la question de l'éclairage électrique est à l'ordre du jour, et il vous prie, Messieurs, de décider que des remercîments soient adressés à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Imp. Lamoureux, Paris. *Leblanc del., L. Chaumont et E. Bertrand sc.*

LAMPE ELECTRIQUE À INCANDESCENCE, PAR M. E. REYNIER.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. E. Reynier pour son intéressante communication, et que le présent Rapport soit inséré au *Bulletin* avec les dessins de cet appareil.

Signé : DU MONCEL, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 13 *décembre* 1878.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 98 REPRÉSENTANT LA LAMPE ÉLECTRIQUE A INCANDESCENCE DE M. E. REYNIER.

Fig. 1. Vue de profil de la lampe sans le globe.

Fig. 2. Vue de face avec section du globe et de son support.

Fig. 3. Autre vue de profil du côté opposé à celui de la figure 1.

A, colonne-support de la lampe avec son pied; elle est creuse pour recevoir le porte-charbon.

B, baguette mince de charbon.

C, douille avec vis de serrage, dans laquelle est montée la baguette de charbon B.

D, tige verticale glissant entre quatre galets dans la colonne A et soutenant la douille C et son charbon, qui y sont reliés par une pièce d'équerre.

E, disque de charbon sur lequel appuie la baguette B, et monté fou entre les branches d'un bras à fourche F.

F, bras à fourche portant le disque E et adapté à la colonne A.

G, guide en forme de croissant, entre les deux joues duquel glisse la baguette de charbon B; il est fixé sur la base supérieure de la colonne A.

H, petit galet à gorge placé à l'extrémité inférieure du guide G, et contre lequel appuie la baguette de charbon B.

I, levier incliné fixé au guide G et appuyant contre la baguette de charbon, à la descente de laquelle il sert de frein.

J, lame de ressort produisant la pression du levier I contre la baguette de charbon,

K, globe de verre.

L, support du globe K.

M, borne à laquelle se fixe le fil positif du courant.

N, fil de retour du courant attaché au bras F.

Le courant qui entre en M arrive à la baguette de charbon par le pied de l'appareil, la colonne-support A et le guide G; il s'en retourne par le disque E, le bras F et le fil N.

(M.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMITÉ DES ARTS CHIMIQUES.

RAPPORT *de* M. DEBRAY *sur l'*EMPLOI DU MÉTAL BLANC ET DES LAMES IRISÉES DANS LA PASSEMENTERIE, *par* M. HÉLOUIS, *rue de la Reine Henriette*, 17, *à Colombes* (*Seine*).

M. Hélouis, fabricant de passementerie métallique, a présenté à la Société d'encouragement deux communications relatives à des perfectionnements qu'il a récemments introduits dans son industrie.

On sait que les fils dorés et argentés, qui entrent dans la confection des épaulettes, ceinturons et galons des uniformes militaires, étaient exclusivement fabriqués autrefois en recouvrant d'or ou d'argent purs, par les procédés ordinaires, des fils d'argent au titre de 0,990 ou de cuivre. Avec le fil d'argent, on fabriquait la passementerie dite fine; avec le cuivre, on obtenait le mi-fin.

Le mi-fin a le grand inconvénient de laisser bientôt apparaître la couleur désagréable du cuivre, que les agents atmosphériques noircissent. La mince couche d'or ou d'argent purs qui le recouvre, résiste très-mal au frottement. Cependant, on en emploie toujours d'énormes quantités, à cause du prix très-cher du fil fin qui s'est élevé jusqu'à 350 francs le kilog.

Pour diminuer le prix de ces fils, tout en conservant les avantages de l'argent, on a fabriqué des fils mixtes, dont l'extérieur est en argent à 0,999 et l'âme en cuivre rouge. On les obtient, en creusant au tour un cylindre d'argent, introduisant à force dans le cylindre intérieur une tige de cuivre et tréfilant ensuite. L'ensemble passe à la filière aussi facilement que le ferait un métal unique.

On a confectionné d'abord des tubes où l'argent entrait pour 750 parties et le cuivre pour 250; puis on est descendu à 500 parties d'argent et même à 200 parties, le cuivre formant le reste. Il est difficile de dépasser cette limite de 1/5 environ d'argent, si l'on veut laisser au fil assez de résistance à l'usure pour que le cuivre intérieur ne se manifeste pas promptement.

Les nouveaux produits, fabriqués d'abord en Angleterre et en Allemagne, se sont substitués sur les marchés étrangers et particulièrement dans l'Inde aux produits fins de la fabrication lyonnaise, qui exportait, autrefois, jusqu'à 8 millions de passementeries fines dans ce pays. On a dû, en France, pour lutter contre la concurrence étrangère, fabriquer des produits similaires où

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le bon marché n'est malheureusement obtenu qu'au détriment de la qualité du produit.

Le mi-fin n'avait subi, jusqu'ici, aucune transformation. M. Hélouis, depuis l'année dernière, l'a singulièrement amélioré en remplaçant le fil de cuivre par le maillechort, métal peu altérable et dont la blancheur se rapproche beaucoup de celle de l'argent quand l'alliage contient une proportion suffisante de nickel. Le métal qu'il emploie à cet usage contient 15 pour 100 de nickel, 15 pour 100 de zinc et 70 de cuivre. Jusqu'à ce jour, on avait toujours considéré le maillechort comme impropre au tréfilage ; la dureté et le peu de ténacité des alliages essayés ne permettaient point de l'obtenir couramment en fils suffisamment fins pour l'usage de la passementerie. M. Hélouis, en se servant d'alliages préparés avec des métaux suffisamment purs et en les maniant d'une façon convenable, est arrivé à tréfiler, sans aucune difficulté, des fils de 1/30 de millimètre, correspondant à une longueur de 80 kilomètres au kilogramme.

Ces fils sont, comme on devait s'y attendre, faciles à dorer et à argenter ; ils donnent des produits d'un prix peu élevé, et dont l'avantage sur le cuivre doré ou argenté est trop manifeste pour qu'il soit nécessaire de le faire ressortir ici.

Dès l'année 1878, première année d'exploitation du nouveau fil, M. Hélouis en a fabriqué 2 750 kilog.; cette année donnera une augmentation notable. Sans aucun doute, le nouveau produit, destiné surtout à l'exportation, permettra à nos fabricants de lutter avec avantage, sur le marché extérieur, avec les produits de qualité inférieure des fabriques étrangères.

La seconde communication de M. Hélouis est également importante. Cet habile fabricant est parvenu à colorer de teintes nombreuses d'une grande beauté et d'une solidité parfaite, des lames métalliques avec lesquelles on fabrique des passementeries de couleurs variées et d'un aspect très-agréable.

Cette coloration est produite par le dépôt galvanique d'une couche de peroxyde de plomb, assez mince pour présenter les couleurs vives des anneaux de Newton ou des bulles de savon, ces couleurs variant avec l'épaisseur de la couche.

C'est à Nobili que l'on doit la découverte du phénomène de coloration par l'oxyde de plomb ; mais il a été particulièrement étudié par Becquerel. En 1843, l'illustre physicien français en a fait une intéressante application à la conservation des surfaces métalliques altérables à l'air et aussi à la décoration de petits objets. Aux solutions acides qui n'avaient donné à Nobili que des irisations sans solidité, Becquerel substitua une dissolution de litharge

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans la potasse caustique et en décomposant cette liqueur par un courant d'intensité constante, le pôle positif de la pile étant en communication avec la lame métallique à recouvrir, il obtint des dépôts très-adhérents.

Le métal communiquait par plusieurs points avec le pôle positif, et le pôle négatif était terminé par des fils de platine entourés de verre, de manière à ne laisser passer le courant que par leur extrémité que l'on présentait aux divers points de la surface, afin d'y obtenir l'épaisseur du dépôt et partant la nuance désirée.

L'or, l'argent, le platine, le cuivre, le maillechort, peuvent ainsi être colorés des nuances les plus vives. M. Hélouis a eu le mérite d'appliquer le procédé de Becquerel à la coloration uniforme de lames de métaux divers d'une longueur indéfinie, en se réservant la possibilité de régler cette teinte à volonté.

Il emploie ainsi le bain alcalin de litharge : dans ce bain trempe la lame à colorer qui glisse sur des rouleaux placés à l'intérieur du liquide. Dans celui-ci pénètre plus ou moins l'électrode négative d'une pile constante, et la lame métallique reste constamment en communication avec le pôle positif. Le fil, à l'une de ses extrémités, est fixé à un cylindre animé d'une vitesse constante, sur lequel il s'enroule ; chacune de ses parties subit donc, pendant le même temps, l'action électrique du courant qui y dépose, suivant son intensité (la température et la composition du bain alcalin restant constantes) un dépôt d'épaisseur bien déterminée.

On fait varier l'intensité du dépôt dans un temps donné, en enfonçant plus ou moins l'électrode négative dans le bain alcalin. Enfin, le fil, à sa sortie de ce bain, par un jeu de rouleaux convenable, pénètre dans une autre cuve, où il est lavé ; de là, il est séché avant d'être enroulé.

Il est toujours délicat de chercher à prévoir ce que peut devenir une fabrication soumise, comme l'est celle-ci, au caprice de la mode. Actuellement, les produits nouveaux sont très-recherchés et, quoi qu'il arrive, M. Hélouis, par son ingénieuse fabrication, a certainement apporté un complément intéressant à la belle découverte de ses illustres prédécesseurs.

En conséquence, votre comité de chimie vous propose de remercier M. Hélouis de ses deux intéressantes communications et d'insérer le présent Rapport au *Bulletin* de la Société.

Signé : Debray, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 28 *mars* 1879.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMITÉ DES ARTS CHIMIQUES.

RAPPORT *de* M. SCHUTZENBERGER *sur un travail relatif à la* FABRICATION DE LA MÉTHYLANILINE, *présenté par* M. C. VINCENT, *professeur à l'Ecole centrale des arts et manufactures.*

Messieurs, la fabrication de la diméthylaniline a pris un sérieux développement depuis que cette base concourt, pour une large part, à l'obtention des matières colorantes.

Le violet de Paris d'abord, puis le vert qui en dérive et enfin, dans ces derniers temps, le vert malachite formé directement par l'action du trichlorobenzol sur la diméthylaniline ont donné à ce corps une place considérable dans l'industrie.

Tout progrès réalisé dans sa préparation est donc de nature à éveiller l'attention et se répercute aussitôt dans une branche importante de la fabrication des matières colorantes artificielles.

On doit à M. Bardy, membre de la Société, chimiste très-distingué et bien connu par un grand nombre de recherches couronnées de succès, le seul procédé pratique qui ait été exploité jusqu'à présent. Il est fondé en principe sur l'action du chlorure de méthyle sur l'aniline; mais, à la température ordinaire, le chlorure de méthyle est gazeux ; il en résulte des difficultés d'exécution que comprendront facilement tous ceux qui sont un peu versés dans la pratique des manipulations chimiques. M. Bardy les a heureusement tournées en faisant réagir l'aniline sur l'éther méthylchlorhydrique naissant. Il chauffe en vase clos un mélange de chlorhydrate d'aniline et d'alcool méthylique. Le phénomène est semblable à celui que présente un mélange d'alcool et de sel ammoniac.

Je n'ai pas à m'étendre sur cette méthode; elle est trop connue et a déjà reçu la consécration d'une longue pratique; ajoutons qu'elle a rendu des services sérieux malgré quelques inconvénients. Ainsi, le caractère acide du mélange nécessite l'emploi de vases en fonte émaillée, d'un prix élevé et sujets à se détériorer rapidement. La pression qu'il est nécessaire d'atteindre est considérable, 20 atmosphères environ, et elle peut occasionner des accidents, si l'opération n'est pas surveillée attentivement. Enfin, à cause de la température assez forte que nécessite la réaction, il se forme des produits secondaires dont il faut ensuite débarrasser le terme principal par des rectifications ultérieures; il en résulte une diminution très-sensible dans les rendements.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. C. Vincent a créé, vous le savez, Messieurs, l'industrie du chlorure de méthyle liquéfié par compression et refroidissement, et emmagasiné dans des réservoirs métalliques à parois résistantes (1). Avec ce produit nouveau qui se fabrique aujourd'hui couramment et sur une grande échelle, on pouvait espérer une solution plus complète du problème de la méthylation de l'aniline. M. Vincent l'a abordé avec la rare intelligence pratique dont il a fait preuve dans ses recherches antérieures et on peut le dire avec le même succès.

Le rapporteur de votre Comité des arts chimiques a vu fonctionner les appareils disposés, à cet effet, dans l'usine de MM. Brigonnet et fils à Saint-Denis. L'opération est simple et facile à régulariser ; elle n'exige guère plus de quatre heures pour la méthylation de 45 kilogrammes d'aniline. La température initiale n'atteint pas 100°, et la réaction une fois commencée se poursuit sous l'influence de la chaleur qu'elle dégage. L'introduction du chlorure de méthyle dans le vase à réaction se règle à volonté ; ce qui permet de limiter la température et la pression au moyen d'un robinet, tout aussi facilement que dans un générateur à vapeur. La pression ne dépasse jamais 8 à 9 kilogrammes.

L'appareil se compose d'une chaudière autoclave en tôle ou en fonte *non émaillée*; de grande dimension, disposée dans un bain-marie qu'on peut chauffer à l'aide de la vapeur. Sur le couvercle de cet autoclave se trouvent fixés :

1° Un mécanisme permettant, à l'aide d'une courroie, de transmettre le mouvement à un agitateur à ailettes occupant toute la hauteur du vase ;

2° Un manomètre et une soupape de sûreté ;

3° Deux petits robinets formés essentiellement par un cône en acier, s'appliquant sur un siége en bronze, et destinés l'un à introduire le chlorure de méthyle liquide, l'autre à établir l'équilibre de pression dans le vase supérieur contenant ce produit ; les communications sont établies à l'aide de tuyaux en cuivre réunis par des raccords en caoutchouc renforcés par des toiles ;

4° Enfin, un bouchon à vis destiné à permettre de changer l'appareil et de le vider au moyen d'un tuyau plongeur, en employant la pression.

Pour préparer la diméthylaniline, on charge de l'aniline dans l'appareil (45 kilog. pour un vase de 250 litres), et du lait de chaux renfermant une quantité de cet alcali plus que suffisante pour saturer tout le chlore du chlo-

(1) Voy. *Bulletin* de 1878, 3e série, t. V, p. 430.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rure de méthyle qu'on doit employer en léger excès ; on visse alors le bouchon de l'appareil, on fait fonctionner l'agitateur mécanique, et, au moyen de la vapeur, on porte à l'ébullition pendant une heure le liquide du bain-marie, afin d'élever à 100° environ la température du mélange d'aniline et de chaux. On arrête alors la vapeur, puis on fait couler dans l'appareil le chlorure de méthyle contenu dans un cylindre disposé à un niveau supérieur sur une bascule. Par suite des réactions, la pression augmente aussitôt dans l'autoclave ; on vide bientôt l'eau du bain-marie qui modérerait trop la température de l'appareil, on règle l'écoulement du chlorure, de façon à maintenir la pression entre 8 et 9 kilog. L'expérience montre qu'on obtient ce résultat, en faisant couler par minute environ 500 grammes de chlorure.

Les réactions, qui ont lieu dans l'appareil, développent une quantité de chaleur considérable pendant les deux heures environ que dure l'introduction du chlorure ; il en résulte qu'une certaine quantité de produits distille, et que les vapeurs montent dans le tube relié à la partie supérieure du cylindre alimentaire. En interposant sur le trajet de ce tuyau un serpentin clos, refroidi par un courant d'eau, on fait condenser les vapeurs, et le liquide retourne dans l'autoclave par un tuyau-siphon.

Lorsque la charge de chlorure est complète (ce dont on est averti par les indications de la bascule), on ferme les robinets des cylindres et on envoie de nouveau la vapeur autour de l'autoclave, afin de terminer la méthylation. La pression diminue peu à peu, et lorsqu'elle n'est plus que de 3 kilog. environ, on arrête l'opération. Afin de hâter le refroidissement, on envoie un courant d'eau froide dans le bain-marie, puis on vide l'appareil par pression d'air. On sépare ensuite facilement la diméthylaniline de la dissolution de chlorure de calcium.

Le rendement en diméthylaniline rectifiée n'est jamais inférieur à 118 pour 100 du poids de l'aniline employé, et le produit obtenu distille de 192° à 198°.

On comprend, en effet, qu'en raison de la pureté du chlorure de méthyle employé et de la température peu élevée des réactions, la formation de produits secondaires doit être à peu près nulle.

Les travaux de M. Vincent conduisent donc à un perfectionnement réel et heureux, sous plus d'un rapport, de l'ancien procédé de M. Bardy. La question cependant ne doit pas être uniquement envisagée au point de vue de la facilité du travail et de l'élégance des dispositifs Tout progrès industriel reste incomplet et stérile s'il ne réalise en même temps certaines

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

conditions économiques. Sur ce point, le rapporteur de votre comité des arts chimiques ne saurait être aussi affirmatif. L'avenir seul est appelé à décider si le prix de revient de la méthylaniline, préparée avec le chlorure de méthyle liquide, lui permettra de lutter avec le produit dérivé de l'alcool méthylique.

Cette restriction n'ôte rien au mérite des travaux de M. Vincent; votre comité des arts chimiques vous propose de voter des remercîments à l'auteur de ces belles recherches, ainsi que l'insertion du présent Rapport dans votre *Bulletin*.

Signé : SCHUTZENBERGER, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 28 *mars* 1879.

CHEMINS DE FER.

NOTE SUR L'EMPLOI DES LOCOMOTIVES A QUATRE GRANDES ROUES ACCOUPLÉES DANS LES TRAINS A GRANDE VITESSE, PAR M. BAUDE, VICE-PRÉSIDENT DU CONSEIL (*pl.* 99) (1).

Messieurs, le public profite des améliorations successives qui s'introduisent dans le service des chemins de fer; mais une fois l'amélioration obtenue, il faut reconnaître qu'on n'y fait plus grande attention et que le progrès passe inaperçu, une fois que l'habitude est prise.

Il est juste, cependant, de faire remarquer combien depuis deux ans, en France, s'est augmentée la vitesse des trains express. On ne s'est pas borné à accélérer la vitesse, on a pu accroître le nombre des wagons attelés et les porter de onze à dix-huit, à dix-neuf, avec des vitesses effectives de 70 kilomètres à l'heure, par la substitution des machines à quatre grandes roues accouplées aux machines à roues libres, et particulièrement à celles de Crampton qui étaient employées au remorquage de ces trains sur un grand nombre de voies ferrées.

Le progrès que nous signalons est commun aux six grandes Compagnies de chemins de fer français, car ce qui se fait de bien chez l'une ne saurait tarder à se produire chez les autres. Sans doute, il y a des variations de sys-

(1) Séance du 28 février 1879.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tème d'exploitation suivant la nature des lieux ; mais, avec la puissante organisation des Compagnies, une amélioration bien reconnue est bientôt réalisée partout.

Toutefois, comme exemple, nous allons choisir le plus saisissant qui a été donné par la Compagnie d'Orléans pour le train express de Paris à Bordeaux, et réciproquement. Dans les deux tableaux qui suivent, on peut étudier la marche du train rapide telle qu'elle était en 1875 et telle qu'elle est en 1878. Nous désignerons ces deux trains par les numéros d'ordre qu'ils ont occupés ou occupent encore ; il serait superflu de donner la marche des trains en retour : chacune ne diffère du train d'aller que par des allongements ou des raccourcissements de temps accordé, attendu que ce qui est pente dans un sens devient rampe dans l'autre, mais le résultat final est le même.

La distance qui sépare Paris de Bordeaux, à la gare de Labastide, est de 578 kilomètres.

	h. m.
En 1875, on franchissait cette distance en.	11,34
On met aujourd'hui.	9,07
Différence en moins.	2,27

Cette abréviation de deux heures et demie n'est pas obtenue uniquement par l'accélération de vitesse ; elle est due aussi à la suppression d'arrêts dans certaines stations parasites, comme Sainte-Maure, Couché, Vérac, Ruffec, Luxé, Montmoreau, Charmant, La Roche-Chalais et surtout à des changements d'heures qui permettent aux voyageurs de dîner à Bordeaux, au lieu de s'arrêter 27 minutes à Angoulême, comme on le faisait autrefois.

	h. m.
Il en résulte que le temps des stationnements, qui était autrefois de. .	1,47
a été réduit à.	52
Soit en moins.	55m
Pour la perte de vitesse, arrêt et aiguilles prises en pointe, c'était. . .	52m
Ce n'est plus aujourd'hui que.	35
Différence.	17
	Kil.
La vitesse moyenne, temps d'arrêts compris, était, à l'heure, de. . . .	49,09
Elle est devenue de.	64,04
Et la vitesse type, qui était par le temps de marche de.	63,03
Est aujourd'hui, à l'heure, de.	75,36

On conçoit qu'une vitesse moyenne de près de 76 kilomètres à l'heure ou

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de 19 lieues, pour être observée, exige parfois des vitesses de 100 kilomètres et plus pour compenser les retards que tous les trains sont susceptibles d'éprouver. Il faut rattraper le temps perdu par un arrêt trop prolongé à une station et par bien d'autres causes; mais ces accroissements de vitesse se font peu à peu et le voyageur n'en a pas conscience.

Ces vitesses pourraient être qualifiées d'excessives, si les trains express n'étaient entourés de précautions minutieuses pour éviter toute rencontre; car il ne faut pas oublier que la violence du choc est mesurée par la masse multipliée par le carré de la vitesse, $M V^2$. Le frein à contre-vapeur, les freins automoteurs, par wagon individuel, qui sont à l'étude, augmenteront cette sécurité qu'on est en droit d'attendre des trains express et qui est, dès aujourd'hui, à peu près complète.

Nous ne voulons pas empiéter sur les attributions des ingénieurs distingués, des industriels qui ont eu à s'occuper officiellement de la classe 64 de l'Exposition universelle de 1878, c'est-à-dire du matériel des chemins de fer; nous ne saurions contrôler leur jugement. On a pu remarquer, toutefois, que les six grandes Compagnies françaises et plusieurs Compagnies des sections étrangères ont exposé, chacune, comme pièce principale, des machines locomotives à quatre grandes roues accouplées. De fait, elles sont devenues les moteurs exclusifs des trains express et se sont substituées aux machines Crampton qui avaient, en bien des lieux, le monopole de ces trains.

De tristes événements ont allégé pour la Compagnie de l'Est ses trains dirigés par l'Allemagne, et elle emploie encore les machines Crampton qui font, dans ces conditions, un excellent service.

Au moment où elles vont disparaître, il n'est peut-être pas sans intérêt de les caractériser et de marquer le progrès qu'elles ont fait faire, il y a trente ans, au type des machines à marche rapide.

La machine Crampton (fig. 1, pl. 99) a son essieu moteur à l'arrière et derrière la boîte à feu, de sorte qu'on a pu employer de grandes roues de 2 mètres de diamètre et plus, et concilier la hauteur de l'essieu avec un centre de gravité bas placé.

Cette disposition, pour une machine à six roues, exige une assez grande distance, environ $4^m,80$, entre cet essieu d'arrière et l'essieu d'avant. Il faut donc aux machines Crampton des parcours de courbes à grand rayon, qu'ont heureusement les lignes des grandes artères. Par contre, la machine ayant une grande base, en a plus de stabilité.

L'essieu moteur, étant éloigné du centre de gravité de la machine, ne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

serait chargé que d'un poids insuffisant pour l'adhérence, si on n'avait beaucoup rapproché les cylindres de l'arrière.

La répartition du poids était une difficulté. Pour des machines à roues libres qui pèsent de 27 à 38 tonnes, il fallait donner, autant que possible, de la charge aux roues d'arrière qui sont motrices, sans trop charger celles de devant, qui, à raison de leur faible diamètre, pouvaient faire chauffer l'essieu. On est parvenu à distribuer la charge totale, par 10,3 tonnes sur l'essieu d'arrière, 10 sur l'essieu d'avant et par 7 sur l'essieu du milieu.

Malgré cela, comme ces machines péchaient toujours par le défaut d'adhérence, on a artificiellement chargé l'essieu d'arrière au moyen de lingots de fer répartis autour du moyeu de chacune des deux roues motrices. A la Compagnie de l'Est, ce lestage a été de 1 100 kilog., et en reportant sur l'essieu d'arrière une partie du poids qui pesait sur l'essieu du milieu, on est arrivé à une charge de 13 200 kilog. Les rails s'accommoderaient mal d'un poids supérieur. L'adhérence étant ainsi augmentée, on a pu ajouter trois wagons à la composition des trains express et en porter le nombre à quatorze.

Il reste encore, à la Compagnie de l'Est, 39 machines Crampton en service. Pendant l'année 1877, la consommation, en briquettes, a été de 7k,47 par kilomètre au dépôt de Paris, de 6k,34 au dépôt de Nancy et de 6k au dépôt de Troyes; ces différences sont motivées par les charges des trains.

Les machines Crampton sont revenues à 60 500 francs, y compris un droit de brevet de 2 500 francs. Leur poids à vide est en moyenne de 24 000 kilogrammes. Chacune d'elles a parcouru bien au-delà d'un million de kilomètres.

Leur effort de traction est environ de 1 900 kilogrammes, et nous avons dit qu'elles remorquaient normalement onze voitures sur nos lignes magistrales. Si l'on tient compte de deux wagons à l'avant, pour bagages et messageries, d'un wagon-frein à l'arrière, d'un wagon-poste, il ne reste que sept wagons, soit 168 places, sans compter la réduction des coupés. C'était, la plupart du temps, insuffisant pour l'exploitation.

Ce qui reste des machines Crampton fera encore un bon service, en attendant qu'elles soient remplacées par des machines à quatre grandes roues accouplées, qui vont constituer un groupe particulier de moteurs pour les trains express.

Comment les grandes Compagnies qui se servaient, depuis longtemps, de roues accouplées de 1m,40 à 1m,50 de diamètre, n'ont-elles abordé que si tard les roues accouplées à grand diamètre, c'est-à-dire atteignant ou dé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

passant deux mètres ? C'est qu'on se méfiait de la résistance des longues bielles d'accouplement et de la solidité de leurs boulons d'attache. Cette crainte est manifestée dans un ouvrage publié, en 1863, par un homme très-compétent, M. Eugène Flachat, dont les opinions faisaient autorité, en fait de chemins de fer, avec ses collaborateurs et amis, MM. Le Chatelier et Pétiet. On lit, en effet, dans son livre des *Chemins de fer devant l'enquête*, en 1862 et 1863 (car dès-lors, comme aujourd'hui, on était prodigue d'enquêtes) : « Quant aux machines à voyageurs à deux essieux accouplés, elles ne se sont « pas introduites dans les trains express. A ces vitesses, la bielle d'accou- « plement est trop fatiguée, etc., etc. »

Compagnie d'Orléans.

La Compagnie d'Orléans a appliqué, en 1867, les machines à quatre roues accouplées de grand diamètre aux trains de voyageurs. Dans ces machines à six roues (fig. 2), la distance entre les essieux extrêmes ne devait pas être très-grande, en vue de passer dans les courbes des chemins du Périgord, où elles devaient être employées. De là, la nécessité d'avoir le foyer en porte à faux. On avait cherché à paralyser cette disposition fâcheuse, par un attelage à ressorts énergiquement serrés entre la machine et le tender ; mais on a dû modifier profondément cette partie de la machine, lorsqu'on a voulu établir, en 1876, sur la ligne de Bordeaux, ces trains rapides dont nous avons parlé.

M. l'ingénieur en chef, Forquenot, a ajouté un quatrième essieu porteur à l'arrière, ce qui a donné un empâtement de 5,70 entre les essieux extrêmes ; mais il a évité les inconvénients de passage dans les courbes, par l'application aux essieux d'avant et d'arrière de coussinets à plans inclinés, dont nous détaillerons tout à l'heure l'ingénieuse disposition. Les roues accouplées sont, d'ailleurs, très-rapprochées l'une de l'autre, dans le but de raccourcir, autant que possible, la longueur des bielles d'accouplement.

Compagnie de Lyon.

Les machines à trains de grande vitesse de la Compagnie de Lyon, étudiées par M. l'ingénieur en chef Marié, ont aussi quatre essieux avec accouplement pour les grandes roues du milieu (fig. 3). Elles sont dérivées des machines que, dès 1867, la charge croissante des trains express, malgré leur multiplicité, forçait de substituer aux machines Crampton sur la ligne de Paris à Marseille. Le poids de la machine avec son quatrième essieu a été porté à 45 tonnes, comme sur la ligne d'Orléans.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les types des deux Compagnies ont d'ailleurs un grand rapport dans leurs dispositions générales, et ils ne diffèrent essentiellement que dans les détails.

L'habile ingénieur en chef du matériel de Lyon est partisan, comme son collègue, M. Forquenot, des tubes à grande longueur, de manière à utiliser, autant que possible, la chaleur des gaz dus à la combustion dans le foyer; ces tubes ont $4^m,93$ et 5^m de longueur.

Sans doute, il est bon d'allonger les tubes autant que les dispositions de la machine s'y prêtent; mais, il semblerait résulter des formules de Zeuner et d'expériences récentes, qu'au-delà d'une limite de $3^m,50$ à 4 mètres, la perte pour la production de la vapeur de la chaudière n'est pas très-sensible et qu'il ne faudrait sacrifier aucune condition essentielle à ce mince avantage.

Compagnie de l'Ouest.

Les locomotives de l'Ouest pour les trajets rapides diffèrent du type Crampton. Ce sont les formes dérivées d'un système de la Compagnie produit en 1855. L'essieu moteur est au milieu, l'essieu accouplé est à l'arrière. Les roues accouplées ont $1^m,91$ de diamètre, et l'écartement entre les essieux extrêmes n'est que de $4^m,40$. Les cylindres sont intérieurs au châssis, qui lui-même est extérieur aux roues. On a fait l'accouplement au moyen de manivelles rapportées, calées dans le même sens que le couple de l'essieu moteur. On remarque la petite surface des grilles de $1^{mq},75$; elle est appropriée à l'emploi du combustible, qui est d'excellente qualité et provient des houillères anglaises. En effet, la Compagnie de l'Ouest n'a point de combustible dans le voisinage de son réseau; devant s'approvisionner en Angleterre, il vaut mieux faire porter les droits de douane sur des combustibles de choix que sur des houilles moins chères à la mine, mais de qualité médiocre.

On remarquera que l'essieu moteur est du système dit Martin. Il est appliqué généralement aux machines à trains de voyageurs, puisqu'on le retrouve sur les lignes de l'Ouest sur plus de 150 machines.

L'essieu Martin est, comme on sait, une simplification de l'essieu coudé. Il est droit dans sa partie centrale; mais à chacune de ses extrémités, il s'infléchit, et ses coudes, à angle droit, viennent s'implanter dans un renflement intérieur au moyeu de la roue motrice.

Le châssis est extérieur, et un longeron central soutient, par un coussinet, l'essieu moteur.

Pour être exact, il convient de dire que, dès 1855, la Compagnie de l'Ouest

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a fait étudier des machines à roues accouplées de 1m,90 de diamètre. Depuis, elle a modifié ce premier modèle par trois fois, pour arriver au type que la fig. 4 de la planche 99 reproduit et où l'essieu moteur d'arrière est sous le foyer.

Compagnie du Nord.

Les machines à quatre grandes roues accouplées du Nord dérivent d'un modèle emprunté au Great-North, dont M. Sturrock était l'ingénieur. Cette adoption, qui remonte à 1868, a été faite par M. Delebecque, ingénieur en chef de la Compagnie du Nord. Il a modifié ce modèle surtout en vue d'agrandir le foyer, de manière à brûler du tout-venant et même des menus.

On abandonnait, à cette époque, des machines à quatre cylindres imaginées en vue de faire disparaître les bielles d'accouplement des trains à grande vitesse. L'essai n'avait pas été heureux, à cause de la complication d'un double mécanisme et de la consommation de houille relativement plus grande qu'ailleurs.

La machine actuelle (fig. 5), à quatre grandes roues accouplées de 2m,10 de diamètre, porte, à son avant, un truck monté sur quatre petites roues et relié au corps principal par une cheville centrale à contour sphérique, pénétrant dans une crapaudine cylindrique. Deux glissières, à rotule et à course limitée, placées à égale distance de chaque côté de l'axe, reportent sur le truck une partie du poids de l'avant de la machine.

Celle-ci a un essieu coudé à l'avant du foyer, et l'essieu accouplé est à l'arrière et placé sous le foyer même. Il n'y a aucune résistance à vaincre dans le passage des courbes, grâce à l'articulation du truck.

Le poids de la machine est de 38 400 kilog. ; son chargement en eau et en coke peut être de 3 200 kilog.

Compagnie de l'Est.

La Compagnie de l'Est, comme nous l'avons dit, a longtemps employé et emploie encore les machines Crampton, et son type de machines à quatre grandes roues accouplées s'en est rapproché autant que possible (fig. 6). Sa composition et ses aménagements sont dus à M. l'ingénieur en chef Regray, dont la Société d'encouragement a déjà apprécié les travaux, particulièrement en ce qui concerne les appareils de chauffage des trains (1).

(1) Voy. *Bulletin* de 1877, 3e série, t. IV, p. 485 et cahier de janvier 1879, p. 17.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La chaudière a été relevée pour prolonger le foyer au-dessus de l'essieu d'arrière et l'approprier à l'emploi des combustibles menus. C'est un mode de chauffage que la proximité des houillères de la Belgique et de la Prusse rend économique.

L'essieu moteur, qui est à l'arrière, a reçu ainsi une charge qui, dans la machine Crampton, manquait à cet essieu placé aussi à l'arrière du foyer. L'essieu du milieu accouplé a ses fusées intérieures ; elles sont extérieures au châssis pour l'essieu d'avant.

Dans l'adoption de ce type, on a trouvé l'avantage de ne point charger la machine du poids mort d'un quatrième essieu qui, avec ses roues, pèse plus de cinq tonnes et demie et d'économiser le prix de la matière.

Les roues motrices qui ont, entre toutes, le plus grand diamètre, soit $2^{m},30$, réduisent, dans une certaine mesure, la fréquence du mouvement des organes et, par suite, les frottements.

Nous avons parlé de la difficulté du réglage des têtes de bielles avec les clavetages qui les fixent aux boutons, particulièrement lorsqu'il s'agit des bielles d'accouplement : ou l'assemblage est trop lâche, ou bien il est trop serré, si le mécanicien n'y apporte une grande attention. On a supprimé ce réglage par le doublage intérieur des têtes de bielles avec du métal anti-friction.

Pour l'appliquer, des rainures en queue d'hirondelle sont creusées dans la bielle perpendiculairement et parallèlement à l'axe du bouton de manivelle, de manière à donner de la prise à la garniture et à empêcher la bielle de tourner ou de se déplacer latéralement.

L'alliage en fusion est coulé dans l'espace annulaire compris entre les parois intérieures de la tête de bielle et une forme cylindrique tenant la place du bouton de manivelle ; on alèse ensuite au tour.

L'alliage se compose de : 65 parties de plomb, 10 de cuivre, 25 d'antimoine.

Dès que le jeu des boutons de manivelle devient trop considérable, on coule de nouveau du métal anti-friction.

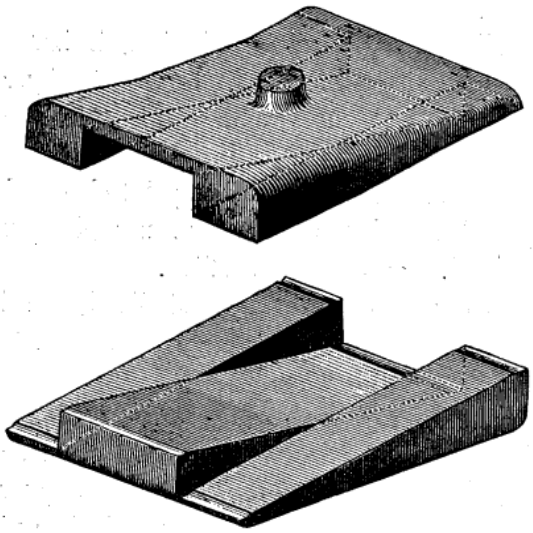
L'empâtement ou distance entre les essieux extrêmes, favorable à la stabilité de la machine, est un inconvénient dans les courbes, et on a cherché différents moyens de faciliter l'inscription du polygone décrit par les roues, au moyen du déplacement de l'essieu ou des essieux simplement porteurs.

On a eu recours à l'appareil simplifié de M. Caillet. L'essieu d'avant, dans la machine de l'Est, ne peut se déplacer relativement au châssis qu'en comprimant un ressort, dont la résistance croît avec l'amplitude du déplacement provoqué par le mentonnet de la roue.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Deux blocs d'acier, à faces planes et inclinées, sont fixés, l'un à la partie supérieure du coussinet, l'autre à la partie inférieure de la boîte. Deux autres faces règlent la marche des plans inclinés juxtaposés. Les figures ci-contre montrent, en perspective, les deux parties de l'appareil qui s'emboîtent l'une dans l'autre; la fig. 8 de la planche 99 les représente en coupe dans la position qu'elles occupent sur la fusée de l'essieu.

Plan incliné supérieur.



Plan incliné inférieur.

Quand l'essieu est dans sa position moyenne dans un alignement droit, la charge se partage également entre les deux plans symétriques de chaque extrémité; mais aussitôt que la roue tend à se déplacer dans une courbe par la résistance que le rail oppose au mentonnet, l'essieu entraîne avec lui le coussinet et le bloc auquel il est lié : alors la charge ne porte que sur les plans inclinés dans la limite du déplacement du bloc inférieur. Lorsque la résistance cesse sur le mentonnet de la roue, la charge donne une composante qui tend à ramener l'essieu dans sa position moyenne ou normale. Il faut que les trois surfaces planes de chaque bloc soient huilées et ne grippent pas.

Dans les machines de l'Est, l'inclinaison du plan est du huitième, de sorte que, pour un déplacement de 10 millimètres, le relèvement du ressort supérieur est de $\frac{10^{mm}}{8} = 0{,}00125$. Les ressorts de la machine ont une flexibilité de 0,007 par 1 000 kilogrammes de charge; il en résulte que la surcharge sur chaque fusée est de $1\,000 \times \frac{1{,}25}{7} = 180$ kilog., soit 360 kilog. pour l'essieu.

Ce chiffre est trop faible pour avoir une action perceptible ou du moins perturbatrice sur la répartition des poids de la machine.

L'organe que nous venons de décrire, et dont le dessin donne l'intelligence, est employé partout où le grand éloignement des roues extrêmes créerait un obstacle au passage des courbes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Compagnie du Midi.

Les machines à trains express sont également dérivées du type Crampton. Essieu moteur à l'arrière, roues accouplées au milieu, avec roues à l'avant, donnant un écartement total de 5m,40. Le jeu de ces essieux est porté à 16 millimètres (fig. 7).

Ces machines ont été construites dans les ateliers de Bordeaux.

Comparaisons entre les divers types.

Le tableau que nous donnons des dimensions principales des locomotives à grande vitesse des Compagnies françaises permet des comparaisons, que nous ne saurions faire sans sortir du cadre restreint où nous avons dû nous renfermer. Nous nous bornerons à remarquer que la tendance générale est d'augmenter les dimensions du foyer, de multiplier les ouvertures des chaudières, à côté de ce qu'on appelle le trou de l'homme, pour favoriser leur lavage et rendre aux surfaces leur facile transmission du calorique; de supprimer les supports intermédiaires de la chaudière et du châssis pour la soustraire à ses réactions.

On semble reconnaître généralement qu'on a atteint la limite du bon emploi des tôles, en ne forçant pas le timbre de la chaudière au-delà de dix atmosphères; qu'il n'y a rien d'absolu dans les rapports de la surface de chauffe totale avec le foyer et les sections de passage des gaz, puisqu'on peut faire varier le premier et le troisième facteur et obtenir le même résultat quant à l'utilisation du combustible; que l'emploi du cuivre rouge pour le foyer se continue et que le fer pour les tôles de la chaudière est préférable à l'acier fondu, dont on avait fait d'assez larges applications.

Dans le même tableau comparatif, on voit que les efforts de traction des six machines se rapprochent, en général, du chiffre de 3 300 kilog., sauf pour la machine du Lyon, où il est porté à 4 527 kilog. Le rapport du poids adhérent est, pour celle-ci, de 1/8,4.

On s'est naturellement servi de la même formule pour calculer l'effort de traction de toutes ces machines. Nous la rappelons ici : $T = \frac{0{,}65\, p d^2 l}{D}$, dans laquelle p représente la pression de la chaudière exprimée en kilogrammes, d le diamètre des cylindres, l la course, D le diamètre de la roue motrice, et 0,65 le coefficient de réduction qui tient compte de la chute de pression de la vapeur dans le passage de la chaudière aux cylindres, de la détente et des autres causes accessoires de déperdition.

Cette chute de pression doit être moindre dans les machines où la vitesse

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du piston est moins accélérée, par suite du grand diamètre donné aux roues motrices, de sorte qu'on peut faire toutes réserves sur l'exactitude du coefficient de la formule.

On trouvera également, dans le tableau comparatif des machines, des données sur les dimensions des tenders qui entrent dans la composition des trains à grande vitesse. Nous ne nous y arrêterons pas.

Ainsi donc, les machines à quatre grandes roues accouplées pour les trains express se divisent en deux groupes : les machines à huit roues et celles à six roues. Dans le premier : Orléans, Lyon, le Nord; dans le second : l'Est, l'Ouest, le Midi.

Les cylindres sont extérieurs dans les machines de quatre Compagnies. Au Nord, les cylindres sont intérieurs avec essieu coudé ; à l'Ouest, les cylindres sont intérieurs au châssis avec essieu du système Martin.

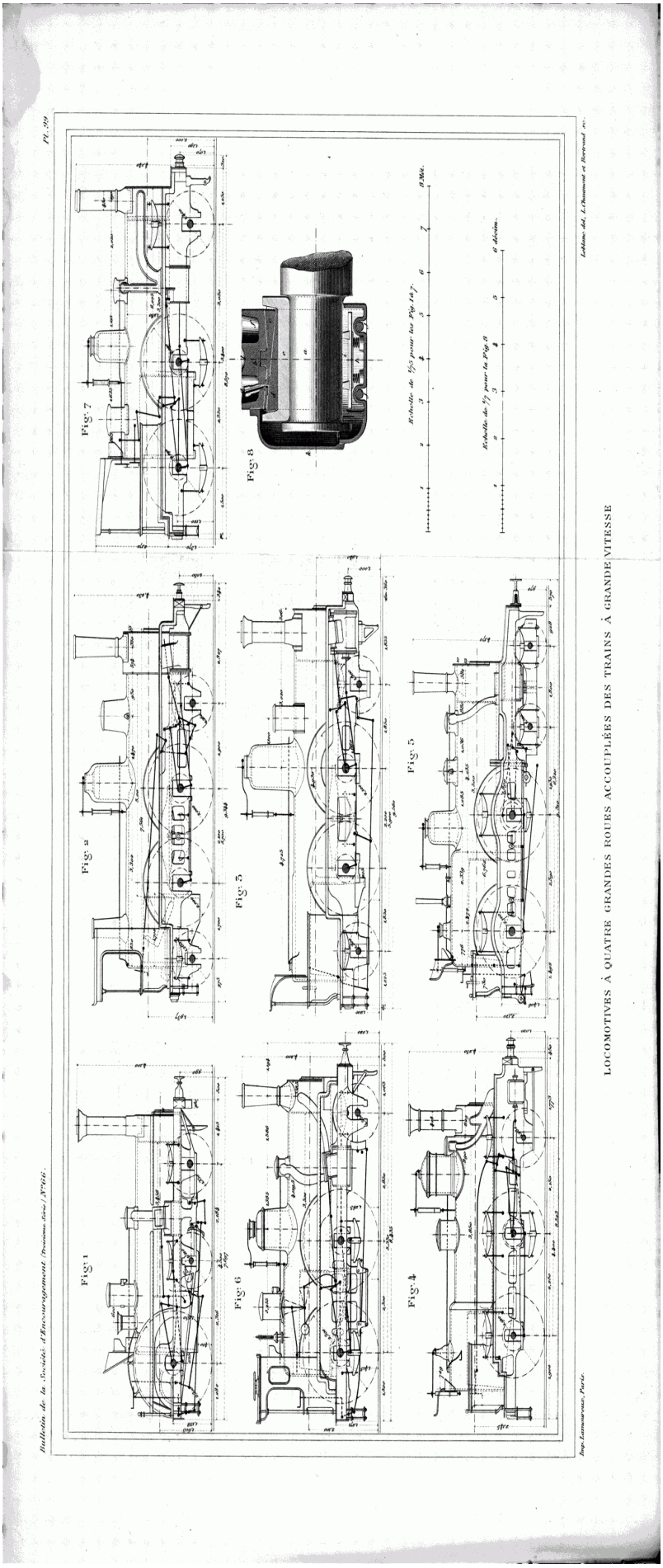
Si nous n'avions pas dû nous restreindre aux machines françaises, nous aurions cité, comme ayant figuré avec honneur à l'Exposition universelle, une machine anglaise de MM. Sharp-Robert et une machine des chemins de fer de la Haute-Italie, toutes deux à quatre grandes roues accouplées.

Tandis qu'en France nous prodiguons les trains express, qu'on les alourdit, tout en augmentant leur vitesse, nous remarquerons que, dans ces derniers temps, il s'est produit en Angleterre une réaction à cet égard, et qu'au lieu de réclamer une rapidité croissante, il y a tendance à revenir à des vitesses moins considérables.

Lorsqu'une machine possède un organe nouveau qui réalise un avantage sur ses devancières, le nom de l'inventeur s'attache à la machine même. Ici, ce n'est point le cas. Si ce n'est le grand mérite de l'aménagement, il n'y a, dans le six types dont nous vous avons entretenus, d'autres progrès que dans les détails ; mais les améliorations dans la construction en général suivent une progression constante, et c'est un devoir pour nous de rappeler les noms, d'ailleurs bien connus, des habiles ingénieurs en chef du matériel et de la traction des six grandes Compagnies françaises : MM. Forquenot, Marié, Regray, Delebecque, Mayer et Laurent. Ils ont concouru puissamment au bon fonctionnement des trains à grande vitesse de nos chemins de fer qui, dans l'état actuel de la science et de l'industrie, ne laissent rien à désirer.

Le jury de l'Exposition universelle de 1878 a décerné à chacune des Compagnies un grand diplôme, à titre de récompense nationale. Les machines locomotives, à grandes roues accouplées pour les trains express, ont sans doute une bonne part dans cette haute distinction, et la Société d'encouragement confirmera ce jugement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU COMPARATIF

des dimensions principales des locomotives à grande vitesse et à quatre roues accouplées des six grandes compagnies françaises.

DÉSIGNATION DES ÉLÉMENTS PRINCIPAUX.		LOCOMOTIVES A 6 ROUES.			LOCOMOTIVES A 8 ROUES.		
		LOCOMOTIVE de l'Est.	LOCOMOTIVE du Midi.	LOCOMOTIVE de l'Ouest.	LOCOMOTIVE du Lyon.	LOCOMOTIVE de l'Orléans.	LOCOMOTIVE du Nord.
Grille.	Longueur.	2m,350	1m,702	1m,624	2m,117	1m,545	2m,273
	Largeur.	1m,015	1m,006	1m,078	1m,010	1m,050	1m,020
	Surface.	2m²,385	1m²,712	1m²,750	2m²,140	1m²,620	2m²,310
Boîte à feu.	Longueur extérieure.	2m,455	1m,900	1m,800	2m,300	1m,700	2m,472
	Largeur extérieure. En bas.	1m,210	1m,180	1m,250	1m,190	1m,230	1m,218
	Largeur extérieure. En haut.	1m,295	1m,308	1m,277	1m,275	1m,277	1m,280
Corps cylindrique.	Longueur (y compris la boîte à fumée).	4m,129	4m,132	4m,504	4m,825	5m,782	4m,245
	Diamètre moyen.	1m,268	1m,280	1m,170	1m,238	1m,250	1m,251
	Epaisseur de la tôle.	0m,0135	0m,014	0m,014	0m,0145	0m,0135	0m,0145
	Nature du métal de la tôle.	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.	Fer.
	Hauteur de l'axe au-dessus du rail.	2m,100	2m,000	2m,150	1m,940	1m,957	2m,120
Capacité de la chaudière.	Timbre.	9 kilog.	9 kilog.	9 kilog.	9 kilog.	9 kilog.	10 kilog.
	Volume d'eau avec 0m,100 sur le ciel du foyer.	2m³,708	2m³,950	2m³,800	3m³,700	3m³,800	3m³,050
	Volume de vapeur.	2m³,266	1m³,500	1m³,600	2m³,650	1m³,800	2m³,550
Tubes.	Nombre.	206	180	156	164	177	201
	Longueur entre les plaques tubulaires.	3m,500	3m,500	3m,850	4m,930	5m,000	3m,500
	Diamètre extérieur.	0m,049	0m,050	0m,050	0m,050	0m,048	0m,045
	Diamètre intérieur.	0m,044	0m,046	»	0m,046	0m,0425	0m,041
Surface de chauffe.	Du foyer.	8m²,50	9m²,12	6m²,98	9m²,00	10m²,60	9m²,37
	Des tubes (calculée d'après le diamètre extérieur des tubes).	110m²,93	98m²,91	94m²,35	127m²,02	133m²,46	99m²,45
	Totale.	119m²,43	108m²,03	101m²,33	136m²,02	144m²,06	108m²,82
Cheminée.	Diamètre. En bas.	0m,410	0m,450	0m,420	0m,500	0m,410	0m,390
	Diamètre. En haut.	0m,520	0m,478			0m,460	0m,480
	Hauteur au-dessus du rail.	4m,200	4m,240	4m,250	4m,256	4m,200	4m,170
Châssis.	Type.	Double.	Intérieur.	Extérieur.	Mixte.	Mixte.	Double.
	Longueur totale à l'extrémité des tampons.	8m,465	8m,570	»	9m,560	9m,056	9m,310
Roues.	Nombre total des roues.	6	6	6	8	8	8
	Nombre de roues accouplées.	4	4	4	4	4	4
	Entre axe extrême des roues.	5m,350	5m,400	4m,400	5m,900	5m,700	6m,320
	Disposition spéciale pour le passage des courbes.	Plans inclinés à l'Av.	Plans inclinés à l'Av.	»	Plans inclinés à l'Av. et à l'Ar.	Plans inclinés à l'Av. et à l'Ar.	Bogie
	Diamètre des roues motrices.	2m,300	2m,090	1m,910	2m,100	2m,000	2m,100
Mouvement et distribution.	Diamètre des cylindres.	0m,450	0m,430	0m,420	0m,500	0m,440	0m,432
	Course des pistons.	0m,640	0m,600	0m,600	0m,650	0m,650	0m,610
	Entre axe des cylindres.	2m,100	2m,060	0m,980	1m,900	1m,900	0m,760
	Longueur de la bielle motrice.	2m,700	2m,650	1m,922	1m,660	1m,800	1m,800
	Entre axe des coulisses.	2m,440	2m,420	2m,144	2m,400	2m,400	0m,240
	Longueur des barres d'excentriques.	1m,500	1m,450	AV 1m,435 AR 1m,460	1m,370	1m,370	1m,560
	Système de la coulisse.	Gooch	Gooch	Rectiligne.	Gooch	Gooch	Stéphenson
Poids.	Poids total de la machine vide.	35 680 k.	34 100 k.	33 050 k.	40 840 k.	37 700 k.	38 400 k.
	Poids total de la machine, ordre de marche.	38 488	37 500	36 050	44 840	41 800	41 600
	Poids adhérent.	27 000	26 000	24 900	25 220	24 950	27 200
	Effort de traction.	3 300	3 105	3 242	4 527	3 681	3 500
Frein.	Type.	A main et contre vapeur	Contre vapeur	Contre vapeur	Contre vapeur	Contre vapeur	Smith
Tender.	Poids de l'eau.	10 000 k.	9 000 k.	6 300 k.	10 200 k.	10 000 k.	8 000 k.
	Poids du combustible.	2 500	3 000	3 500	4 000	3 000	3 000
	Nombre de roues.	4	6	4	6	4	4
	Diamètre des roues.	1m,220	1m,200	1m,110	1m,200	1m,260	1m,217
	Entre axe extrême des roues.	2m,500	3m,800	2m,800	3m,400	3m,000	2m,750
	Poids du tender vide avec agrès.	11 450 k.	12 700 k.	11 700 k.	15 800 k.	11 200 k.	10 600 k.
	Poids du tender en charge.	23 950	24 700	21 500	30 000	24 200	21 600
Observations.		Emploi des combustibles menus.	»	»	»	Est munie de l'appareil fumivore Tenbrinck.	Emploi des tout-venant.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LÉGENDE DE LA PLANCHE 99, REPRÉSENTANT LES LOCOMOTIVES A QUATRE GRANDES ROUES ACCOUPLÉES DES TRAINS RAPIDES DES SIX GRANDES COMPAGNIES.

Fig. 1. Machine Crampton ordinaire ; type de la Compagnie de l'Est.
Fig. 2. Machine à quatre grandes roues accouplées de la Compagnie d'Orléans.
Fig. 3. — — de la Compagnie de Lyon.
Fig. 4. — — de la Compagnie de l'Ouest.
Fig. 5. — — de la Compagnie du Nord.
Fig. 6. — — de la Compagnie de l'Est.
Fig. 7. — — de la Compagnie du Midi.
Fig. 8. Vue d'ensemble de la boîte et des plans inclinés dont est munie la machine de l'Est représentée fig. 6.

a, fusée de l'essieu (fig. 8).
b, corps de boîte en fer cémenté et trempé.
c, plans inclinés supérieurs en acier trempé.
d, plans inclinés inférieurs également en acier trempé.
e, coussinet en bronze.
f, réservoir d'huile pour graissage des plans inclinés.
g, siphon pour le graissage des plans inclinés.
h, dessous de boîte en fonte formant réservoir d'huile pour le graissage de la fusée.
i, tampon graisseur de la fusée.
j, broches réunissant le dessous de boîte au corps de boîte.
k, obturateur de l'extérieur de la boîte.
l, portée de la tige de pression du ressort de suspension.

(M.)

PHOTOGRAPHIE.

SUR L'ÉMULSION SÈCHE AU BROMURE D'ARGENT PRÉPARÉE PAR M. CHARDON; LETTRE DE M. DE LAFOLLYE, CORRESPONDANT DE LA SOCIÉTÉ.

« Dans une communication faite à la Société, et insérée au *Bulletin* du mois de mai 1878 (1), M. Davanne a rendu compte des manipulations qu'exécute M. Chardon pour produire une préparation photographique, présentée sous le nom d'émulsion sèche au bromure d'argent.

« Déjà, en 1874, M. Bolton (W. B.) avait publié, sous le nom de procédé pelliculaire au collodion sec, une méthode opératoire sensiblement semblable : dans un collodion contenant une solution aqueuse de nitrate d'argent, il introduisait, en agitant, une solution alcoolique de bromure. Il versait le

(1) Voy. *Bulletin* de 1878, 3e série, t. V, p. 225.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

produit résultant dans un grand plat, et le laissait se prendre sous la forme d'une épaisse pellicule. Il débitait ensuite cette pellicule par morceaux, et la lavait abondamment. La pellicule séchée était prête à être dissoute dans le mélange ordinaire d'alcool et d'éther.

« Si j'ai bien compris l'intention des inventeurs, et que M. Davanne a particulièrement fait ressortir, c'est d'obtenir un produit stable. Or, on peut se demander si la présence d'une matière organique dans ce produit, est bien de nature à offrir une garantie suffisante, et si, lorsque par accident un peu d'humidité viendra l'atteindre, sa bonne qualité ne sera pas compromise.

« D'un autre côté, les manipulations indiquées sont fort délicates, font perdre une notable quantité d'alcool et d'éther, et peuvent, d'après M. Chardon, introduire dans le produit une petite quantité de chlorure d'argent qui, si elle n'est pas nuisible, paraît cependant n'avoir qu'un effet incertain.

« J'ai cherché à simplifier cette méthode, à la rendre moins coûteuse et à mettre le produit à l'abri des chances d'altération. On obtient ce résultat en se bornant à produire un précipité dans de l'eau de bromure d'argent, et on sait qu'il suffit pour cela de mélanger deux solutions, d'un côté, de bromure soluble, et de l'autre, de nitrate d'argent. Cependant, il est indispensable ici de verser la première solution dans la seconde, en agitant et en calculant les doses de manière qu'il reste un excès de nitrate d'argent. C'est en présence d'un excès de nitrate d'argent que le précipité doit se produire pour rester extrêmement divisé. Quand on opère dans le sens contraire, le précipité est très-grenu et très-difficilement divisable.

« Quelque divisé que soit le précipité, il est cependant notablement plus lourd que l'eau, et se dépose facilement, ce qui permet de le laver par décantation jusqu'à ce qu'il ne contienne plus de nitrate d'argent; ce dont on s'assure en essayant l'eau de lavage avec un chlorure alcalin quelconque, ou plus simplement avec quelques gouttes d'acide chlorhydrique dans de l'eau. Il est bon que l'eau des dissolutions et celle du dernier lavage soient distillées.

« Amené à cet état, le précipité se conserve bien avec un peu d'eau dans un flacon à l'abri de la lumière; mais il est mieux de remplacer cette eau par de l'alcool, qu'il suffit de renouveler une fois par décantation pour enlever suffisamment l'eau du précipité.

« Quand on veut préparer du collodion émulsionné, on se sert du collodion normal dans lequel la quantité d'alcool introduite soit simplement suffisante pour que le coton-poudre se dissolve, et on y verse la quantité convenable

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de bromure d'argent après avoir, bien entendu, agité le flacon qui le contient, et dont l'alcool complète celui du collodion. Il suffit alors d'agiter vigoureusement le mélange de temps en temps, pendant quelques heures, pour qu'il soit prêt à servir. Il est cependant bon de l'agiter de nouveau, et de le laisser se reposer pendant quelques minutes avant de l'étendre sur les glaces. Les proportions m'ont paru les meilleures, quand la glace étant sèche, elle est brillante examinée à jour frisant et paraît sensiblement veloutée à une inspection directe.

« Je n'ai pas besoin d'ajouter qu'il est toujours facile d'arriver à ce point, soit en mesurant d'avance les quantités de collodion et de bromure à mélanger, soit en augmentant, suivant le cas, la proportion de l'une des deux substances, ce qu'on est presque toujours obligé de faire quels que soient le collodion et l'émulsion qu'on emploie.

« Ainsi qu'on le voit, on évite, de cette manière, la perte d'une notable quantité d'alcool et d'éther, et on se dispense du filtrage du collodion qui est ordinairement difficile. Il suffit que seules, les solutions de nitrate d'argent et de bromure soluble, ainsi que les eaux de lavage, soient filtrées pour que le précipité soit pur.

« Enfin, j'ai cherché à rendre les manipulations aussi simples que possible, et à en écarter la précision qui paraît nécessaire à M. Chardon, afin de faciliter l'emploi de ce procédé qui, complété par le développement alcalin, donne des résultats véritablement excellents.

« C'est parce que j'ai pensé que les simplifications que je viens d'indiquer, pourraient avoir quelque intérêt, que j'ai pris la liberté de les communiquer à la Société.

« Les épreuves que j'ai faites avec les émulsions confectionnées, comme je viens de le dire, sont semblables à celles qu'on obtient au collodion humide avec développement au sulfate de fer. »

RÉPONSE DE M. DAVANNE A LA LETTRE PRÉCÉDENTE.

« Je prie M. le Président de me permettre de répondre quelques mots seulement à la Note de M. de Lafollye.

« Sans aucun doute, la préparation proposée par M. de Lafollye paraît plus simple que les procédés assez délicats indiqués par M. Chardon pour obtenir l'émulsion sèche ; mais le résultat est-il le même ? L'emploi de l'émulsion sèche que l'on peut, dès maintenant, se procurer facilement toute prête chez

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de bons fabricants, et dont la mise en œuvre se borne dès lors à une simple dissolution, n'est-il pas préférable pour les voyageurs isolés dans les pays lointains, à une manipulation chimique qui, élémentaire dans le laboratoire, se complique des hasards que M. Chardon a cherché à éviter à ces voyageurs trop souvent inhabiles à ce manipulations?

« M. de Lafollye fait du bromure d'argent isolé, et il l'incorpore ensuite dans le collodion par agitations répétées. Cette préparation nous donnera-t-elle la finesse de précipité qu'il est possible d'obtenir par la double décomposition au sein du collodion, peut-être dans les fibres mêmes de la pyroxyline distendues jusqu'à dissolution par le mélange d'alcool et d'éther?

« La sensibilité sera-t-elle aussi grande?

« Pour décider ces question délicates, il sera nécessaire de faire des expériences comparatives, car, en photographie, les moindres changements dans les préparations amènent de grandes différences dans les résultats. Ces expériences seront probablement faites très-prochainement; l'attention appelée sur ce point va les provoquer, et les soins conseillés par M. de Lafollye en faciliteront certainement la réussite.

« Nous pensons devoir répondre également aux craintes manifestées par l'auteur de la Note sur la conservation des émulsions sèches. Je présente au Conseil des épreuves obtenues par un amateur fort habile, M. Magny, qui me les adressait, il y a trois semaines, bien avant que je n'eusse connaissance des observations de M. de Lafollye.

« L'émulsion sèche, dont M. Magny s'est servi pour la préparation de ses glaces, avait dix-huit mois de date. Les glaces étaient couvertes de leur couche sensible, depuis six mois, lorsqu'il les a employées, et le résultat est complet et très-satisfaisant.

« L'intéressante communication de M. de Lafollye ajoutant une méthode facile de préparation à celles que nous connaissons déjà, les opérateurs pourront choisir celle qui convient le mieux au but qu'ils se proposent; mais nous pensons qu'il y a lieu d'écarter les craintes manifestées sur l'altération des émulsions sèches, qui se conservent pendant un temps encore indéfini, par la simple précaution de les mettre dans un flacon bien bouché et à l'abri de la lumière. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SOUSCRIPTION NATIONALE.

POUR ÉLEVER UN MONUMENT A LA MÉMOIRE DE J. NICÉPHORE NIEPCE.

Nous avons publié, dans le dernier numéro du *Bulletin* (cahier de Mai 1879, p. 238), un Rapport de M. Davanne sur la souscription ouverte par la ville de Chalon-sur-Saône, pour élever une statue à Joseph-Nicéphore Niepce, inventeur de la photographie, souscription à laquelle le Conseil de la Société s'est empressé de s'associer.

Voici, à cet égard, la circulaire qu'a publiée le comité qui a pris l'initiative de cette souscription.

La ville de Chalon-sur-Saône vient de prendre l'initiative d'une souscription pour l'érection d'une statue à Joseph-Nicéphore Niepce, son illustre citoyen. C'est non-seulement une œuvre de patriotisme, mais encore une œuvre de justice, à laquelle tous ceux qui s'intéressent à l'art merveilleux du dessin par la lumière doivent s'associer de toutes leurs forces; car, il faut bien le reconnaître, quoique longtemps la Photographie ait été en quelque sorte confondue avec l'application particulière qui porte le nom de *daguerréotype*, sans Nicéphore Niepce nous serions très-probablement privés de ce merveilleux procédé de reproduction.

Dès 1816, Nicéphore Niepce recherchait le moyen de reproduire l'image de la chambre noire; le premier, il réussit à faire une épreuve, et, en 1824, il obtenait par l'action de la lumière des planches métalliques gravées.

Ce n'était pas encore, il est vrai, la reproduction si fine, si exacte, si parfaite, que nous voyons à toutes les Expositions; mais, il faut le reconnaître, le procédé était là tout entier, et ses imperfections tenaient plus à celles des appareils qu'au procédé en lui-même, puisque aujourd'hui, sans changement essentiel, il arrive presque à la perfection. Avant Niepce, des savants de premier ordre, les Vedgwood, les Davy, les Charles avaient bien essayé de produire des images dessinées par le Soleil, mais sans succès; ils n'obtenaient que des silhouettes, et la lumière faisait disparaître l'image qu'elle avait formée : l'épreuve n'était pas fixée. Niepce a remplacé les silhouettes par l'image de la chambre noire, et il a su la fixer. Bien plus, il dégagea l'image de la couche dans laquelle elle était formée et dévoila en quelque sorte le principe de l'image latente. La méthode tracée par le modeste citoyen que la ville de Chalon-sur-Saône veut aujourd'hui avoir l'honneur de faire sortir en quelque sorte de l'oubli est encore, à l'heure qu'il est, celle qui est adoptée dans tous les procédés.

Nous voyons, dans toutes les inventions qui se succèdent, trois principes dominer toutes les manipulations :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1° La formation d'une couche sensible;
2° Le développement de l'image latente;
3° Le fixage de cette image.

Si les illustres devanciers de Niepce ont échoué là où le modeste chercheur a réussi, c'est qu'ils n'avaient point exactement compris quelle était la marche à suivre.

Les principes posés par Niepce étaient si féconds, que nous voyons, après sa mort, Daguerre et Talbot y rester fidèles, tout en perfectionnant les manipulations de façon à les rendre plus pratiques.

Quand on a parcouru l'Exposition universelle, que l'on a vu non-seulement les expositions spéciales de chaque pays, mais les applications si diverses qu'en a faites chaque groupe, quand on sait l'énorme mouvement d'affaires qui résulte de l'invention de Niepce, on ne peut s'empêcher d'être convaincu que la souscription ouverte par la ville de Chalon sera rapidement couverte, et qu'enfin justice et honneur seront rendus à celui qui, presque sans ressources, a passé une partie de sa vie à doter le monde de cette invention si merveilleuse de la Photographie.

L'appel que nous faisons aujourd'hui s'adresse non-seulement à ceux qui ont trouvé la fortune là où le pauvre inventeur n'a trouvé que les joies et les angoisses de la recherche de l'inconnu, mais aussi à tous ceux qui ont trouvé, dans cet art charmant, le plaisir sans fatigue et la possibilité de conserver de gracieux et de précieux souvenirs. Dieu sait si le nombre en est grand!

Grâce à Niepce, la chaumière a ses portraits de famille et sa galerie de tableaux. L'instruction se répandra d'une façon pleine d'attraits, et le voyageur, tout en conservant pour lui les impressions vivantes de ses expéditions lointaines, peut associer à ses voyages un nombreux auditoire et lui mettre sous les yeux les sites, les monuments et les types des peuples inconnus qu'il a visités. Le savant grave, d'une façon qui défie la main la plus habile et la plus exercée, les phénomènes qu'il observe; bien plus, il parvient à découvrir des faits qui échappaient à l'examen le plus attentif comme aux instruments les plus parfaits.

Aussi espérons-nous que tous voudront apporter leur obole pour contribuer à l'œuvre de réparation entreprise par la municipalité de Chalon.

ARTS INSALUBRES.

DES VAPEURS NUISIBLES ÉMISES DANS L'ATMOSPHÈRE PAR CERTAINES USINES, ET DU RAPPORT FAIT A CE SUJET PAR LA RÉCENTE COMMISSION ROYALE DE LA GRANDE-BRETAGNE, PAR M. ARTHUR G. PHILLIPS.

Les vapeurs nuisibles que dégagent certaines cheminées d'usines, ont été plus que jamais, dans ces derniers temps, l'objet de l'attention publique. C'est là, en effet, une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

question importante dont on ne saurait trop se préoccuper, et au sujet de laquelle je me propose de parler d'abord des fabriques de soude, c'est-à-dire de celles qui, les premières, ont été soumises à une surveillance légale. J'examinerai ensuite les actes législatifs subséquents qui ont soumis à un contrôle lesdites fabriques, ainsi que les usines métallurgiques où l'on traite les minerais de cuivre par la voie humide ; je donnerai une rapide énumération des différents établissements produisant des vapeurs nuisibles et qui ne sont pas encore soumis à l'inspection, en même temps que j'indiquerai quelques-unes des causes qui s'opposent à l'atténuation du mal ; enfin je passerai en revue les prescriptions édictées par la Commission royale en vue de préparer une nouvelle législation sur la matière.

Avant 1863, il n'existait aucune ordonnance spéciale réglant le dégagement des vapeurs nuisibles dans l'atmosphère, et ce n'est surtout qu'à partir de 1862, où les usines se multiplièrent, que l'opinion publique commença à s'émouvoir d'une situation dont la gravité sautait à tous les yeux. C'est pendant cette année même que la Chambre des Lords nomma une Commission spéciale, chargée de faire une enquête sur les dommages causés par les vapeurs nuisibles de certaines usines. Cette Commission, après un examen sérieux, déclara dans son rapport que ces usines nuisaient à la végétation environnante, et signala principalement les fabriques de soude et les établissements se livrant au traitement des minerais de cuivre. En ce qui regarde ces derniers, la Commission émit l'avis que, en présence de l'ignorance où l'on était d'un moyen efficace de neutraliser l'action des gaz dégagés, il n'y avait pas lieu de recourir à une législation spéciale. En conséquence, les prescriptions de la Commission ne visèrent que les fabriques de soude, c'est-à-dire les vapeurs d'acide chlorhydrique émises par elles en quantités considérables.

L'opération qui donne lieu au dégagement de ces vapeurs consiste, comme on sait, dans le traitement du chlorure de sodium ou sel ordinaire par l'acide sulfurique, en vue de la production du sulfate de soude, qui forme la base de presque tous les autres produits chimiques fabriqués dans les usines. Pendant la transformation du chlorure en sulfate de soude, la totalité de l'acide chlorhydrique gazeux se dégage sous la forme de vapeurs blanches, acres, très-irritantes si on les respire même après dilution dans l'air et excessivement nuisibles à la végétation. La décomposition s'opère dans un grand récipient en fonte, disposé sur un foyer surmonté d'un dôme percé par un tuyau, d'où l'acide chlorhydrique formé sort pour se rendre dans des appareils de lavage ou condenseurs. On laisse l'acide se dégager tant qu'il peut s'en produire à basse température, après quoi on continue l'opération dans un four spécial chauffé au rouge où la décomposition des matières se termine et laisse dégager le reste de l'acide chlorhydrique gazeux, qui comme auparavant est conduit aux condenseurs. Ceux-ci, formés de hautes tours en maçonnerie remplies de coke, reçoivent par le haut un courant d'eau continue, qui rencontre en se divisant sur le coke le gaz arrivant par le bas, et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sort à l'état d'acide chlorhydrique liquide plus ou moins concentré, lequel est destiné à la fabrication du chlorure de chaux et autres produits servant au blanchiment. Cette dissolution du gaz n'est jamais complète et il en reste toujours une certaine quantité qui est dirigée sur la cheminée de l'usine, quantité dont l'importance varie selon la plus ou moins bonne disposition des condenseurs.

De l'année **1823**, où l'industrie de la soude commença à se développer en Angleterre jusqu'en **1863**, où parût la première ordonnance (*alkali act*), les fabricants n'ayant pour ainsi dire aucun avantage à condenser leur acide chlorhydrique alors presque sans valeur, le laissaient librement se dégager dans l'atmosphère qui en était véritablement infecté. Il est de fait que jusqu'en **1836**, où M. William Gossage imagina l'appareil dont chaque usine est aujourd'hui pourvue, on ne connaissait aucun procédé bien pratique de condensation.

Ainsi que je l'ai dit plus haut, c'est en **1863** qu'à la suite du rapport de la Commission nommée par la Chambre des Lords, une ordonnance rendue exécutoire à dater du 1^er^ janvier **1864**, édicta que « Toute fabrique d'alcali était tenue de condenser au moins **95** pour **100** de son acide chlorhydrique gazeux, chiffre qui devait être constaté par un inspecteur ou un sous-inspecteur nommés *ad hoc*. »

Les contraventions à ladite ordonnance entraînaient des pénalités, et leur constatation fut confiée à un service composé d'un inspecteur en chef, M. le docteur Angus Smith, et de quatre sous-inspecteurs, répartis dans les quatre circonscriptions suivantes :

1° Liverpool, Widnes, Saint-Helens, Flint, Bristol et Swansea ;

2° Manchester, l'est du Lancashire, les environs de Birmingham, le Yorkshire et Londres ;

3° Newcastle-on-Tyne et ses environs, Middlesborough et Seaham ;

4° Glasgow et toute l'Écosse et l'Irlande.

L'exécution de ces prescriptions ne rencontra pas de grandes difficultés, et quant aux avantages qui en résultèrent pour le public, on s'en fera une idée par cet extrait du premier rapport de l'inspecteur :

« En considérant dix usines seulement dans le district de l'ouest, on avait évalué qu'elles perdaient dans l'air, avant **1863**, **255** tonnes d'acide chlorhydrique par semaine, représentant environ **800** tonnes d'acide liquide concentré. Eh bien, depuis l'ordonnance de **1863**, sept de ces usines, dit M. Smith, ne répandent plus de vapeurs et les trois autres n'en donnent que de faibles quantités. M. l'inspecteur n'ose pas cependant émettre encore une opinion bien précise sur l'influence qu'un pareil résultat a pu exercer sur la végétation, mais il ajoute que les agriculteurs de la contrée ont affirmé, dans une réunion, que cette influence était très-favorable. »

Pendant les années qui suivirent, l'augmentation du nombre des fabriques de soude et leur développement rendirent difficiles à apprécier les avantages que semblait promettre l'ordonnance de **1864**, car les perfectionnements apportés successivement dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les appareils de condensation se trouvaient neutralisés par la création d'établissements d'un autre genre, émettant également des vapeurs nuisibles. Pour ne citer que Widnes, un des centres les plus importants de l'industrie de la soude, M. Smith rapporte que, de 1864 à 1876, le nombre des usines a quadruplé. Voici d'ailleurs des chiffres qui démontrent l'importance de ce remarquable développement :

	1862.	1876.
Capitaux employés.	50 000 000 fr.	175 000 000 fr.
Nombre d'ouvriers.	10 000	22 000
Valeur annuelle des produits marchands. .	62 500 000 fr.	162 500 000 fr.

En présence de cette augmentation d'infection de l'atmosphère, l'ordonnance de 1863 devenait insuffisante ; aussi M. Angus Smith proposait-il de la renforcer par une disposition additionnelle spécifiant « que chaque pied cube ($0^{m3},028$) de gaz ou fumée s'échappant des fabriques susdites dans l'atmosphère, ne devrait pas renferme plus de 1/5 de grain d'acide chlorhydrique (soit environ 2 gr. 30 d'acide par mètre cube). »

Cette disposition donna lieu, en 1874, à une nouvelle ordonnance qui fut rendue exécutoire à partir du 1er mars 1875, et ce qu'il importe de noter, c'est qu'elle s'appliqua également aux usines traitant les minerais de cuivre par la voie humide.

Le procédé par la voie humide consiste à traiter par le sel ordinaire les sulfures de cuivre pauvres, en vue de rendre le métal soluble et de l'extraire ensuite par lixiviation. Les minerais qu'on soumet ordinairement à cette opération, sont les résidus qui proviennent des pyrites servant à la fabrication de l'acide sulfurique. Pendant le grillage, le soufre restant dans le minerai réagit sur le sel, et donne lieu à la production de sulfate de soude et à la formation d'une quantité correspondante d'acide chlorhydrique gazeux. Cet acide est condensé au moyen des tours à coke décrites ci-dessus ; mais comme le grillage s'opère dans des foyers ouverts, la fumée et les produits de la combustion vont aux condenseurs avec l'acide chlorhydrique, si bien que pour empêcher les appareils d'être engorgés par la suie, on est obligé de remplacer le coke par des briques en morceaux. Il en résulte que la dilution de l'acide dans le courant d'eau se fait moins bien, et qu'il s'en échappe dans l'atmosphère plus qu'il n'en faudrait.

La nouvelle ordonnance visait, en outre :

L'acide sulfurique ;

L'acide sulfureux, à l'exception de celui provenant de la houille ;

L'acide nitrique et les autres oxydes d'azote nuisibles ;

L'hydrogène sulfuré et le chlore.

A l'égard de ces gaz, aucun maximum ne fut fixé comme pour l'acide chlorhydrique ; il fut seulement spécifié que chaque industriel devrait recourir aux meilleurs procédés pour empêcher, autant que possible, leur émission dans l'atmosphère ou pour rendre cette émission inoffensive.

Ainsi que je l'ai dit, la nouvelle ordonnance fut rendue exécutoire au 1er mars 1875

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et, pour y obéir, les fabriques de soude et les usines à cuivre durent faire de grands sacrifices, qui se chiffrèrent à une somme de plus de 200 000 livres (5 millions de fr.), nécessitée par l'augmentation du nombre des condenseurs, par la construction de nouvelles cheminées et par de nombreuses modifications du matériel. Heureusement qu'à cette époque la fabrication était des plus prospères, sans cela bien des établissements eussent été probablement contraints de fermer.

Outre le dégagement d'acide chlorhydrique qui se fait par les cheminées et qui est toujours facile à doser, il faut compter sur celui qui s'échappe parfois par suite de rupture ou d'engorgement des tuyaux destinés à conduire le gaz aux condenseurs. Ces tuyaux, qui ont souvent un grand développement, ont à souffrir des variations atmosphériques, d'où résultent des fuites qu'il n'est pas toujours facile de découvrir.

Dans le procédé de fabrication de l'acide sulfurique employé ici, il y a une certaine quantité d'acide sulfureux qui échappe à la condensation dans les chambres et se dégage dans l'atmosphère avec quelque peu d'oxyde d'azote. Dans les fabriques bien organisées, ce dégagement est cependant très-faible et ne dépasse guère un sixième ou un septième de celui que produit la combustion du charbon qu'elles consomment.

Outre les gaz émis par les fabriques de soude, il est une autre source d'infection qu'on ne saurait passer sous silence et qui provient de certains résidus formés principalement de sulfure de calcium. Dans quelques districts, ces résidus sont jetés à la mer; dans d'autres, au contraire, ils sont déposés sur des terrains en contre-bas des usines où ils forment des tas de plus de 12 pieds (3m,60) d'épaisseur, et où, sous l'influence de l'acide carbonique de l'air, ils se décomposent pour former de l'hydrogène sulfuré. Les pluies décomposent également ces matières et donnent naissance à divers sulfures de calcium qui, filtrant à travers le sol, ne tardent pas à se mêler aux ruisseaux, et comme ceux-ci, au voisinage des fabriques, contiennent toujours une certaine quantité d'acide chlorhydrique en plus ou moins faible dilution, il en résulte également un dégagement abondant d'hydrogène sulfuré. Or, ces deux sources d'un gaz dont l'odeur, comme on sait, se perçoit de loin, sont essentiellement insalubres, quoiqu'elles ne nuisent pas à la végétation, et soulèvent de nombreuses plaintes.

Relativement à ce gaz, la Commission royale dit, dans son rapport : « Nous estimons avec les fabricants du Lancashire, que la majeure partie des plaintes exprimées par ceux qui ressentent l'influence des usines, est causée par le dégagement de l'hydrogène sulfuré. Le moindre vent en porte l'odeur à des distances auxquelles les gaz les plus nuisibles cessent de l'être, et sa présence dans l'atmosphère a les conséquences les plus funestes. »

Quant aux effets produits par les ordonnances de 1863 et de 1874, voici comment les apprécie la Commission royale de 1876 : « Bien que les cultivateurs, dit le rapport, prétendent que ces ordonnances n'ont que peu ou point changé leur situation et que l'action nuisible des gaz a plutôt augmenté, nous n'hésitons pas à déclarer, au con-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

traire, que lesdites ordonnances n'ont pas été sans résultats et que là même où ces résultats ont pu être neutralisés par suite de l'augmentation du nombre des usines, elles ont néanmoins servi, dans une certaine mesure, à limiter le mal qui, autrement, aurait été bien plus considérable. »

Cette Commission de 1876, nommée à la suite d'une agitation produite par les cultivateurs voisins des principaux districts manufacturiers, avait été chargée d'examiner le législation existante et de la compléter au besoin. Son premier soin fut d'entendre les plaignants. A cet égard, les témoignages n'ont pas manqué, tendant à démontrer qu'au voisinage des fabriques de produits chimiques, les arbres, les céréales et les récoltes de toute espèce étaient sérieusement endommagés. Ce fait ne saurait être contesté, et quiconque s'est rendu sur les lieux, a pu se convaincre qu'invariablement, autour de ces usines et dans un certain rayon, les arbres ne peuvent vivre, bien que l'herbe et quelques graminées y fleurissent encore. Maintenant, jusqu'à quelle distance l'effet nuisible du gaz se fait-il sentir et quelle est l'étendue des dommages causés ? C'est là que les opinions diffèrent.

Certains propriétaires, par exemple, se plaignent que l'action des gaz a eu pour résultat de diminuer la valeur de leurs terres. Le fait est certainement contestable, et des preuves ont démontré qu'il y avait quelque exagération dans ces plaintes ; que, dans bien des cas où la terre avait pu souffrir, la perte était compensée par une augmentation de valeur résultant de l'accroissement de la population, accroissement permettant d'affecter les terrains à un plus grand nombre de bâtisses. Sur ce sujet, il n'y a qu'à entendre M. James Cross, président du comité local de Widnes et M. Keates, de Saint-Helens.

Le premier dit que, en 1854, la valeur de la terre à Widnes et aux environs, du côté du Lancashire, ne s'élevait guère en moyenne à plus de 60 livres par acre (3 750 fr. l'hectare) ; chose plus curieuse encore, en 1860, la majeure partie de ce qui constitue aujourd'hui la ville et les usines de Widnes, n'était qu'un simple marais salant qui fut acheté de 30 à 40 livres l'acre (1 875 à 2 500 fr. l'hectare). Eh bien aujourd'hui, rien qu'à un demi-mille (800 mètres) du bureau de poste de Widnes, la terre ne se vend pas moins de 1 200 livres l'acre (75 500 francs l'hectare). A 4 ou 5 milles de Widnes, la plus value s'est également produite dans une proportion relative aussi considérable.

De son côté, M. Keates rapporte qu'à Saint Helens, le terrain où sont bâties ses usines, et qui à l'origine ne lui avait coûté que 45 livres environ par acre (2 812 francs l'hectare), vaut maintenant 400 livres (25 000 francs l'hectare). Pour s'étendre dans une direction, il a été obligé de payer sur le pied de 900 livres (56 250 francs l'hectare) un lambeau de terrain qui lui aurait coûté autrefois quinze fois moins cher.

Il est bon également de faire remarquer que, dans certains cas, parmi les propriétaires qui se plaignent le plus vivement du voisinage des usines, il en est qui louent des terrains à ces usines mêmes à des prix exorbitants.

Quoi qu'il en soit, le dommage causé à l'agriculture par les fabriques de produits

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chimiques et quelques autres usines étant suffisamment démontré, la Commission s'est ensuite occupée des différents établissements qui émettent également des vapeurs nuisibles et qui, restés en dehors des ordonnances, ont échappé jusqu'ici au contrôle de l'Administration. Les principaux établissements de ce genre sont :

	VAPEURS DÉGAGÉES.
Les fabriques d'acide sulfurique.	Acides du soufre et de l'azote.
Les usines pour le traitement du cuivre. .	Acides du soufre.
Les usines pour le traitement du plomb. .	Acides du soufre et fumées de plomb.
Les verreries.	Acides du soufre.
Les fours à coke.	Acides du soufre et fumée.
Les fabriques d'engrais chimiques.	Acides du soufre et odeurs de matières organiques.
Les salines.	Acides du soufre et fumée.
Les fabriques de ciment.	Odeurs de matières organiques.
Les fabriques de produits céramiques. . .	Acide chlorhydrique.
Les distilleries de goudron.	Acide hydrosulfurique.

On voit, à l'examen de cette liste, que les gaz nuisibles émis par la plupart de ces usines sont surtout ceux des acides du soufre, et plus particulièrement de l'acide sulfureux. Il ne faut pas oublier que la seule combustion de la houille, et principalement de la houille de qualité inférieure, produit ce dernier acide en quantités considérables et que l'énorme consommation de combustible qui se fait dans les districts manufacturiers suffirait probablement à elle seule pour expliquer le dommage causé à la végétation environnante, quand même les procédés chimiques employés dans les usines ne donneraient lieu à aucune émission de vapeurs nuisibles.

Fabriques d'acide sulfurique. — M. Angus Smith, comparant les quantités de soufre dégagées par la combustion de la houille avec celles qui proviennent des fabriques d'acide sulfurique, établit les chiffres suivants. Il estime à 100 millions de tonnes par an la houille consommée dans tout le pays, et à un million de tonnes la quantité de soufre dégagé dans l'atmosphère, tandis que les fabriques d'acide sulfurique n'emploient ensemble annuellement que 266 000 tonnes de soufre, dont 2 pour 100 seulement s'échappent à l'air libre.

Usines à cuivre. — Quant aux usines à cuivre, la Commission a pu se convaincre que, même en effectuant certaines de leurs opérations dans des appareils perfectionnés, qui peuvent leur permettre de condenser 30 à 40 pour 100 de soufre, elles n'en sont pas moins obligées de laisser échapper à l'air libre les 60 à 70 pour 100 qui restent, car on n'a encore trouvé aucun moyen de condenser l'acide sulfureux qui se dégage à de très-hautes températures. D'ailleurs la condensation des 30 à 40 pour 100 dont nous parlons nécessite la construction très-coûteuse d'appareils pour la fabrication de l'acide sulfurique, et ce sont là des sacrifices que quelques industriels, en petit nombre, se sont imposés, entre autres MM. Vivian, de Swansea et MM. Newton, Keates et comp., de Saint Helens.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Usines à plomb.—L'acide sulfureux produit par les usines à plomb n'est pas moins difficile à condenser que celui des usines à cuivre et, par conséquent, pour le même motif, il n'est pas moins difficile d'empêcher qu'il se répande dans l'atmosphère. Quant aux fumées de plomb, c'est tout autre chose, et pour rendre leur condensation plus parfaite, bien des procédés ont été essayés en même temps que beaucoup d'argent a été dépensé. Aucun de ces procédés n'a, je crois, donné des résultats complétement satisfaisants, et jusqu'à ce jour ce qu'on a trouvé de mieux, c'est de faire parcourir aux fumées un long trajet à travers des conduits où elles se condensent et laissent déposer mécaniquement le plomb. Les fabricants n'ont, d'ailleurs, pas besoin d'être invités à recourir au procédé le plus avantageux, car il est évidemment de leur intérêt de perdre le moins de plomb possible.

Verreries.—Les verreries produisent une certaine quantité d'acide sulfureux, résultant de la fusion du mélange qu'on fait de sable, de chaux, de sulfate de soude et de charbon de bois. C'est pendant cette fusion, qui dure 12 heures, que l'acide se dégage par suite de la décomposition du sulfate de soude, la silice du sable s'emparant de la soude pour former le verre. Ce dégagement a lieu au milieu même des gaz provenant de la combustion de la houille consommée dans les fours, en sorte qu'avant d'arriver dans l'atmosphère, l'acide sulfureux est largement dilué ; or, par suite de cette dilution et de la haute température à laquelle les gaz sortent, il est très-difficile de condenser l'acide sulfureux.

Veut-on savoir maintenant quelle est la quantité d'acide sulfureux produite par la décomposition du sulfate de soude dans les fours de verrerie ? Eh bien, elle est généralement inférieure à celle qui provient des pyrites contenues dans la houille brûlée, et dans certains cas, elle ne dépasse même pas la moitié de cette quantité. Par conséquent, tant qu'on ne trouvera pas un moyen pratique et peu coûteux qui permette de condenser l'acide sulfureux que dégage la houille, il ne faut pas espérer qu'il en puisse être autrement pour l'acide sulfureux des verreries.

Fours à coke. — Le dommage causé par les fours à coke provient de la chaleur, de la fumée et des composés gazeux du soufre qui, dans les anciens appareils de carbonisation en forme de cloche ou de ruche (*beehive*), s'échappent à partir d'une hauteur de 10 à 15 pieds du sol (3^{m} à 4^{m},50) et nuisent à tout ce qui les entoure. Le seul moyen de remédier au mal consiste à adopter des appareils perfectionnés, brûlant plus ou moins complétement les hydrocarbures produits par la cuisson de la houille, et munis de hautes cheminées destinées à favoriser la dilution des gaz de la combustion avant qu'ils ne s'échappent dans l'atmosphère.

Fabriques d'engrais. — Les vapeurs nuisibles que dégagent les fabriques d'engrais chimiques sont dues, en général, à la fabrication de l'acide sulfurique et formées, comme dans les usines à soude, des acides du soufre et de quelques oxydes d'azote ; ces fabriques seront donc, en ce qui concerne de tels gaz, soumises probablement aux mêmes prescriptions. Mais elles ont encore parfois un autre inconvénient, résultant des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

débris animaux et autres matières organiques qu'elles traitent et qui répandent au loin une odeur infecte ; si la végétation n'a pas à en souffrir, en revanche les habitants du voisinage ont souvent de justes motifs de se plaindre. Je ne sache pas, cependant, qu'on ait jusqu'ici réussi d'une manière efficace à remédier au mal.

Salines. — La fabrication du sel, obtenu par l'évaporation des sources salées, produit, au voisinage des usines, de sérieux dommages, causés par l'acide sulfureux et par la fumée noirâtre de la houille, ainsi que par les particules salines dont sont chargées les vapeurs qui se dégagent des chaudières.

La Commission a acquis la preuve que, malgré les nombreuses amendes dont ils ont été frappés par les autorités locales, les fabricants n'ont apporté aucune modification à leurs procédés ; l'opinion du plus grand nombre est, d'ailleurs, que la moindre intervention législative dans la question aurait pour conséquence inévitable d'éloigner cette industrie des districts où elle existe depuis plusieurs siècles. Son importance est démontrée par le chiffre de sa production, qui s'élève actuellement, en Angleterre, à **2 750 000** tonnes de sel par année.

Fabriques de ciment.— Il y a, aux environs de Londres, plusieurs fabriques de ciment qui donnent lieu à un certain nombre de plaintes. La fabrication se fait avec de la craie et de l'argile de Medway, mélangées avec de l'eau ; le mélange séché, calciné avec du coke dans des fours où il subit une demi-fusion et finalement broyé, constitue le ciment. Les vapeurs que dégagent les fours et qui sont plutôt désagréables que nuisibles, sont probablement dues à une combustion imparfaite des matières organiques contenues dans quelqu'un des éléments qui entrent dans la fabrication ; avec des appareils perfectionnés, on pourrait bien certainement remédier, jusqu'à un certain point, à cet inconvénient.

Fabriques de produits céramiques. — Dans les fabriques de produits céramiques, il est certaines poteries dont le vernis s'obtient au moyen du sel ordinaire (*salt-glazing*). Sans doute la décomposition de ce sel dans les fours produit de l'acide chlorhydrique qui s'échappe dans l'air, et le fait a été signalé à la Commision royale ; mais le dommage qui doit en résulter est bien peu considérable. A l'époque où parut l'ordonnance de **1863**, elle ne visait pas ces fabriques, parce qu'on ne connaissait aucun procédé pour condenser leurs vapeurs d'acide chlorhydrique ; mais, depuis lors, des perfectionnements se sont fait connaître, et il résulte d'un rapport de l'inspecteur qu'elles peuvent être soumises aux mêmes prescriptions que les fabriques de soude.

Edifiée par un ensemble de documents certains, la Commission royale a proposé d'introduire les modifications suivantes dans l'ancienne ordonnance :

Elle a demandé qu'un maximum fût imposé relativement à la proportion des acides du soufre et de l'azote contenue dans les vapeurs d'usines, et que ce maximum fût, par pied cube ($0^{m3},028$), dans le premier cas de **1** grain ($0^{gr},0647$), dans le second de **1/2** grain ($0^{gr},03235$) ; d'où la nécessité de placer les fabriques d'acide sulfurique sous le contrôle de l'inspection.

A cela on peut objecter que, quoique dans la plupart des usines bien organisées le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dégagement des acides du soufre soit très-inférieur au maximum proposé, il y a telles circonstances, par exemple lors de l'allumage des fours, où il est impossible, pendant un certain moment, de ne pas dépasser cette limite. En conséquence, il semble qu'il serait préférable de ne pas imposer de règle fixe et de laisser à l'Inspection le soin de prononcer à cet égard sur les différents cas qui peuvent se présenter. Quant aux acides de l'azote, dans tous les établissements munis de tours à condensation, leur proportion dans les gaz dégagés est généralement inférieure à un demi-grain par pied cube.

La Commission s'est également prononcé au sujet des résidus des fabriques de soude, dont l'amoncellement est préjudiciable comme on l'a expliqué plus haut; en désirant les voir l'objet d'une réglementation, elle ne fait que répondre à un vœu généralement exprimé.

La Commission voudrait également voir soumettre à l'Inspection les fabriques de produits chimiques, telles que les fabriques d'arsenic, les fabriques de ciment, les fabriques de cobalt, les fonderies de cuivre, les usines électro-chimiques, les verreries, les fonderies de plomb, les fabriques de nickel, les fabriques de poteries où le sel est employé au vernissage, les salines, les fonderies de zinc, les fabriques de fer-blanc et les usines où l'on prépare les couleurs dérivées du goudron; les inspecteurs seraient tenus de visiter tous ces établissements et d'adresser tous les ans un rapport à l'autorité locale. Celle-ci, de son côté, fixerait de temps en temps et d'une manière provisoire, jusqu'à l'approbation du Parlement, les maximum de gaz nuisibles que pourraient contenir les fumées desdits établissements ou prescrirait les meilleures méthodes pour absorber ces gaz.

Ce projet de fixer, de temps en temps, un maximum pour chaque espèce d'usines présente évidemment certains avantages. S'il était adopté, les établissements qui ne sont aujourd'hui visés par aucune ordonnance seraient tout d'abord soumis à l'Inspection. A l'expiration d'une année, le rapport des inspecteurs relaterait, pour chaque genre d'établissements, quelle est la quantité du gaz nuisibles émise par ceux d'entre eux qui sont le mieux organisés ; cette quantité serait considérée comme un maximum qui ne devrait pas être dépassé. On arriverait, de cette manière, à connaître, dans chaque genre d'industrie, les usines qui emploient dans cette voie les procédés les plus perfectionnés, et dès qu'une nouvelle amélioration se produirait, le maximum pourrait être abaissé. Ainsi basée sur la pratique, cette réglementation aurait chance de ne pas rencontrer d'opposition de la part des industriels.

Une question qui a attiré, d'une manière toute particulière, l'attention de la Commission royale, est celle de l'Inspection. Dépendra-t-elle d'une direction centrale comme aujourd'hui, ou bien sera-t-elle placée sous le contrôle de l'autorité locale?

Sur ce point, l'opinion des industriels est unanime en faveur du développement du système actuel d'Inspection centrale. Les inspecteurs, disent-ils, ayant tous une instruction scientifique, peuvent souvent donner d'excellents conseils pour améliorer les procédés de condensation ; d'un autre côté, en les plaçant sous la direction d'un inspec-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

teur en chef, il y a plus de chance de voir toute réglementation appliquée d'une manière rigoureusement uniforme dans les différents districts, que si ces fonctionnaires relevaient de l'autorité locale d'un comité pouvant être exclusivement composé, tantôt de manufacturiers et tantôt de représentants des intérêts agricoles. Dans le premier cas, il y aurait danger de voir les règlements passer à l'état de lettre morte, grâce aux influences qui en rendraient probablement l'application peu sévère; dans le second il serait à craindre, au contraire, qu'ils ne fussent appliquées avec une rigueur préjudiciable aux industriels.

La Commission royale dit, à cet égard, dans son rapport, que « l'action uniforme de l'Inspection peut être obtenue facilement au moyen d'un inspecteur en chef, ayant sous ses ordres des fonctionnaires nommés par le Gouvernement, et ne dépendant pas des autorités locales; tandis qu'il est douteux que cette uniformité puisse être réalisée avec des inspecteurs nommés et rétribués par lesdites autorités, et soumis, par conséquent, aux influences locales. » Plus loin elle ajoute « qu'il y a toute raison de craindre que les industriels n'obéissent avec plus de répugnance à une Inspection locale qu'à une Inspection centrale; qu'ils auront plus confiance dans un fonctionnaire du Gouvernement, moins enclin à user de sévérité à leur égard et peut-être plus disposé à excuser des infractions parfois inévitables dans les usines les mieux organisées. Il est telles industries qui ne sauraient présenter constamment les caractères d'une innocuité absolue; par conséquent, il est nécessaire que l'inspecteur sache, quand il le faut, user de tolérance; or, c'est là une qualité qui lui est aussi nécessaire que la vigilance et la fermeté dont il doit faire preuve, et il y a plus de chance de la rencontrer chez un fonctionnaire du Gouvernement. »

La Commission s'est également occupée d'une manière sérieuse des moyens que fournit la législation actuelle pour apprécier les dommages causés par les fumées d'usines. Les plaintes qu'on lui a soumises reposent sur ce fait que, lorsqu'un propriétaire a ses récoltes abîmées, il ne peut obtenir d'indemnité qu'à la condition d'indiquer exactement d'où provient le dommage; or, la chose est absolument impossible dans les régions où les fabriques forment des agglomérations denses.

A cela, M. F. S. Reilly propose, comme remède, de diviser ces régions en zones, et d'attribuer une responsabilité collective à tous les établissements compris dans chaque zone. Toute personne ayant à réclamer une indemnité de ce genre, serait autorisée à intenter une action contre le délégué des manufacturiers de la zone correspondante et pourrait obtenir jugement contre l'un quelconque d'entre eux représentant tous les autres. En cas d'insuffisance du fonds commun pour solder l'indemnité accordée par le jugement, la différence serait imputée à tous les manufacturiers de la zone qui auraient à en faire eux-mêmes la répartition.

Les industriels, il va sans dire, font à ce projet un certain nombre d'objections et, à cet égard, ils ont rédigé un Mémoire qu'une députation des fabricants de soude est venue récemment présenter à M. Sclater-Booth, président de la Commission locale du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Gouvernement. Ils disent d'abord « que la responsabilité obligatoire qu'on voudrait leur imposer à tous aurait pour effet de refroidir le zèle qu'ils peuvent apporter à condenser leurs fumées, parce que celui qui prend le plus de précautions à cet égard serait mis sur le même pied qu'un autre moins habile, moins scrupuleux ou même incapable, faute de ressources, de faire les dépenses nécessaires pour appliquer les meilleurs procédés. » D'un autre côté, ils font remarquer que, au cas où cette responsabilité réciproque serait appliquée, il serait de toute justice qu'elle fût alors également supportée, non-seulement par toute usine dégageant de l'acide sulfureux par le seul fait de la combustion de la houille, mais encore par chaque maison particulière qui brûle ce combustible.

Enfin le Mémoire cité exprime le désir qu'on sollicite la Commission royale de ne pas provoquer une réglementation spéciale, avant que l'imperfection de celle qui existe n'ait été complétement établie. Les chiffres suivants tendraient, en effet, à démontrer que cette dernière n'est pas aussi inefficace qu'on pourrait le croire. Les actions en dommages et intérêts, portées au nombre de 43 devant les tribunaux du Lancashire et du Cheshire, se sont réparties comme suit :

Nombre d'actions	retirées par les plaignants.	5
—	écartées par les tribunaux.	7
—	n'ayant pas donné lieu à des dommages et intérêts.	4
—	ayant donné lieu à des dommages et intérêts. . . .	27
		43

Si les agriculteurs s'étaient contenté d'attendre les résultats du rapport de la Commission royale, il est probable que les manufacturiers en auraient fait autant. Mais presque aussitôt après la publication de ce rapport, des réunions ont été tenues par les diverses associations établies en vue de constater l'émission des gaz nuisibles, et ces réunions ont adressé au président de la Commission locale du Gouvernement une députation, chargée de représenter les intérêts agricoles et d'insister sur l'adoption de la responsabilité collective dont il a été question plus haut. Pendant ce temps, les manufacturiers s'empressaient, de leur côté, de rédiger une pétition tendant à empêcher l'adoption de mesures qui pourraient être fatales à leurs industries.

Certains agriculteurs de Widnes ont prétendu un jour que, si on ne parvenait pas à empêcher les usines de leur causer des dommages, les grands propriétaires s'en iraient. A cela, nous répondrons qu'il s'agit de savoir si ce départ serait une plus grande calamité, que celle de voir supprimer des industries qui font vivre des milliers de personnes. Il ne faut pas oublier que la terre occupée par les manufactures emploie, au moins, cent fois autant de bras que si elle était consacrée à la culture; la preuve en est dans l'augmentation qu'a subie la population de Widnes pendant les 38 dernières années. Cette population qui n'était en effet que de 2 200 personnes en 1841, dépasse aujourd'hui 20 000, presque toutes employées directement ou indirectement dans les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fabriques de produits chimiques. Si ce district était resté purement agricole, il est probable que, de nos jours, il n'aurait pas employé un homme de plus qu'en 1841.

Il appartient à nos législateurs d'examiner sagement la question, et tout en étudiant les moyens de prévenir les dommages causés par les manufacturiers, ils doivent éviter, autant que possible, d'édicter des mesures trop restrictives, capables d'obliger leurs industries à s'installer ailleurs et à priver de travail toute la population qu'elles font actuellement vivre.

(*Journal of the Society of arts*).

(M.)

TRAVAUX PUBLICS.

SUR LES TRAVAUX DU TUNNEL DU SAINT-GOTHARD, PAR M. D. COLLADON.

L'achèvement du tunnel se poursuit, malgré de grands obstacles et une lutte continuelle contre de nombreuses difficultés. M. Louis Favre, de Genève, s'est engagé à percer et à achever en moins de neuf ans ce tunnel, long de 14 920 mètres, dans le massif du Gothard, à travers de puissants bancs de granit, de gneiss variés et de serpentine. Il espère terminer le tout en huit années, ce qui serait un puissant encouragement à l'entreprise de longs tunnels prenant naissance aux bases mêmes des grandes chaînes de montagnes. Il a cependant rencontré des séries de difffcultés qui ont notablement retardé les progrès du percement et qui ne pouvaient être prévues qu'en partie.

Outre la dureté excessive des bancs de serpentine et de quartz, l'insuffisance de la force hydraulique du côté d'Airolo, lors des très-basses eaux de la saison d'hiver, des torrents du Tessin et de la Tremola, on a rencontré, pendant le percement des trois premiers kilomètres de la partie sud, des infiltrations d'une gravité exceptionnelle et tout à fait inattendue.

Le volume des infiltrations s'étant élevé, dès la seconde année de l'attaque, à plus de 230 litres par seconde dans la galerie d'avancement, qui n'a que 7 mètres carrés de section, les ingénieurs peuvent facilement se rendre compte de l'état de cette galerie, où coulait une rivière s'élevant à 30 et 40 centimètres, où il fallait poser la voie sous l'eau, déblayer dans les mêmes conditions et travailler à la perforation sous des jets dont la violence était parfois égale à celle d'une pompe à incendie.

Deux autres obstacles également sérieux et peu prévus se sont rencontrés de chaque côté du tunnel : l'un sous la plaine d'Andermatt, qui doit être un ancien lac ; l'autre à la partie sud, à environ $5^{km},5$ de l'entrée, et entre les couches qui doivent aboutir au lac Sella.

Sous Andermatt, le tunnel a traversé un massif de feldspath décomposé, mélangé de gypse, sur une longueur de 180 mètres environ ; cette matière plastique se gonfle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au contact de l'air humide et exerce, en tout sens, des pressions d'une effrayante énergie, capable d'écraser les plus forts boisages et même une voûte en granit de 1 mètre d'épaisseur.

Dans ces deux passages difficiles, on a dû procéder au percement à la main avec une extrême lenteur et l'on s'estimait heureux d'avancer de 1 mètre en trois ou quatre jours, tandis que, même à travers le granit, nous avons obtenu, par l'air comprimé et la perforation mécanique, un avancement régulier de près de 4 mètres par vingt-quatre heures d'un seul côté du tunnel, et cet avancement a atteint parfois jusqu'à 6 mètres et plus dans les couches de gneiss. Après cet exposé sommaire des principaux obstacles qui ont ralenti la marche, je dois donner des renseignements sur l'état actuel de nos moyens de perforation mécanique, et surtout sur les appareils qui compriment l'air, aèrent le tunnel, et sur les machines perforatrices.

Du côté d'Airolo, nous avions à l'origine l'eau d'un seul torrent, la Tremola, et trois roues tangentielles en bronze, de $1^{m},20$ de diamètre, mises en mouvement par une chute de 180 mètres d'élévation verticale, et devant avoir, par conséquent, une vitesse excessive de 300 à 350 tours par minute; on a ajouté ensuite une quatrième turbine semblable. Les compresseurs d'air que j'ai fait adopter, actionnés par ces turbines, donnent environ 150 à 160 coups utiles de piston par minute, et, malgré cette grande vitesse, la température de l'air, comprimé à 7 ou 8 atmosphères absolues, peut être maintenue facilement à 30 degrés cent., à la sortie des cylindres, par l'injection de l'eau froide pulvérulente.

Le volume d'eau de la Tremola ayant été reconnu tout à fait insuffisant pendant une grande partie de l'hiver, M. Favre a dû établir une autre prise d'eau dans le Tessin et un aqueduc de 3 000 mètres, suspendu contre les flancs presque à pic et éboulants de la rive gauche, et commander de nouvelles turbines et quatre compresseurs, de même système que les précédents, mais d'un plus grand volume, la hauteur de chute n'étant plus que de 80 mètres et la vitesse de rotation moindre. Ces nouvelles turbines sont en fonte de fer; elles ont 5 mètres de diamètre et font environ 50 à 60 tours par minute.

Un fait bien digne d'être noté, c'est que les turbines de petit diamètre, en bronze, d'une seule pièce, qui font en moyenne 155 millions de tours par an, se conservent bien, et qu'après quatre ou même cinq ans de ce prodigieux service, elles peuvent encore fonctionner utilement après qu'on a enlevé, sur le tour, quelques millimètres à leur circonférence pour égaliser la partie extérieure des cubes. MM. Escher Wyss, qui les ont établies, ont constaté que, sous des chutes moindres, la fonte de fer et l'acier se perforent d'une multitude de petits trous et que les turbines faites avec ces métaux durent au plus une année sous ces pressions excessives.

Nous avons actuellement, de chaque côté du tunnel, seize compresseurs d'air en activité, servant à l'aération et aux travaux de perforation : douze à grande vitesse, mus par des turbines de $1^{m},20$ à Airolo et de $2^{m},40$ de diamètre extérieur à Gosche-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nen, et quatre grands compresseurs de même système, actionnés par deux turbines de 5 mètres.

Ces moteurs et ces seize compresseurs envoient dans le tunnel, quand l'eau ne fait pas défaut, un volume d'air sous la pression de 8 atmosphères, qui suffit à l'action de dix-huit à vingt perforatrices et à une bonne aération dans toute la partie déjà perforée, qui est aujourd'hui de 6 100 mètres du côté nord et de 5 590 du côté sud (1). De chaque côté il y a, nuit et jour, plusieurs centaines d'ouvriers, autant de lampes, et l'on y consomme environ 300 kilogrammes de dynamite.

On avait établi, il y a deux ans, à chaque bouche du tunnel, deux grandes cloches aspirantes, destinées à assainir le tunnel en entraînant, le long de la voûte, la fumée et l'air vicié ; quoiqu'elles soient entièrement installées et prêtes à fonctionner, la nécessité de leur secours ne s'est pas fait sentir. Les compresseurs suffisent à la bonne aération, et ce fait démontre bien la puissance de leur action.

Le transport des matériaux et des déblais dans le tunnel se fait par des chevaux, dans la moitié la plus avancée, et par des locomotives à air comprimé dans la moitié du côté de l'entrée. Elles ont un réservoir qui emmagasine de l'air comprimé à 12 atmosphères. Ces locomotives ont été construites au Creusot (2).

Pour alimenter ces locomotives avec de l'air à 12 et même à 14 atmosphères, M. Favre a commandé, à la Société genevoise de construction, huit de mes compresseurs, de 26 litres de volume effectif. Ces appareils, auxquels j'ai fait une modification pour annuler l'influence des espaces morts, sont répartis, quatre à Airolo et quatre à Goschenen ; ils aspirent l'air de la conduite d'aération et refoulent cet air, amené à 12 ou 14 atmosphères, dans une conduite spéciale de 5 centimètres de diamètre, qui se prolonge sur la longueur que peuvent parcourir les locomotives.

Nous avons essayé, de chaque côté du tunnel, plusieurs modèles de perforatrices. Chaque année a vu paraître des modifications et des améliorations importantes, permettant de percer avec plus de rapidité et de perforer plus profondément. Leur poids et leur coût d'établissement ont été abaissés : pour une perforatrice ayant un jeu de $1^{m},40$, le poids actuel est d'environ 200 kilogrammes.

Le nombre des organes extérieurs, les plus exposés à des détériorations, a été réduit. Il est difficile d'assigner un nom unique à ces appareils, qui réunissent les idées de divers inventeurs ; on peut citer cependant quatre noms : ceux de MM. Ferroux, Mac Kean, Turrettini et Séguin. Je viens d'assister encore à des essais de machines perforatrices assez notablement modifiées, et peut-être que l'année prochaine amènera plusieurs dispositions avantageuses.

En terminant cet exposé sommaire de l'état actuel de nos installations mécaniques,

(1) Cette note, remontant à quelques mois, l'avancement doit être évidemment plus considérable aujourd'hui (R).

(2) Voy. l'article et les dessins publiés à cet égard au *Bulletin* de 1876, 3e série, t. III, p. 22.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

je crois utile de faire une courte digression pour rectifier les notions erronées qui ont cours sur l'état des travaux du chemin du Gothard et de son tunnel.

La Compagnie du Gothard s'est chargée jusqu'ici de toute la ligne, à l'exception du grand tunnel, que l'habile ingénieur M. L. Favre a entrepris de percer et d'achever complétement en moins de neuf années, d'après les types arrêtés par les ingénieurs de la Compagnie, pour un prix déterminé, et en suivant des méthodes et en créant, suivant ses propres vues, toutes les installations. Il est le seul auteur de tout le grand tunnel, dont la Compagnie a arrêté à l'avance l'emplacement, le tracé, les pentes et les dimensions, ainsi que les profils des types de maçonnerie d'après la nature du terrain.

Les travaux de la Compagnie, en dehors du tunnel, sont suspendus depuis deux ans; ses devis ont été dépassés de beaucoup, et la différence entre les dépenses prévues à l'origine et celles qui sont aujourd'hui probables, a été estimée, par son ingénieur en chef actuel, à près de 100 millions.

Les travaux du tunnel, ou de l'entreprise Favre, n'ont pas été interrompus un seul jour depuis six ans, et ses devis, calculés à l'avance, malgré les obstacles imprévus que j'ai cités et malgré des estimations très-modérées à l'origine, ne seront probablement pas dépassés, ou le seront de fort peu; on peut prévoir qu'environ huit années auront suffi pour mener à bien cet immense travail.

(*Comptes rendus de l'Academie des sciences.*)

MÉTALLURGIE.

SUR LA PRODUCTION, LA CONSTITUTION ET LES PROPRIÉTÉS DES ACIERS CHROMÉS, PAR M. BOUSSINGAULT (1).

Acier chromé.

Le chrome ajouté aux aciers leur communique de remarquables propriétés. Leur limite d'élasticité s'élève, c'est-à-dire que ces aciers ne commencent à se déformer que sous des charges beaucoup plus fortes que l'acier sans chrome. La charge à la limite d'élasticité peut être presque doublée. La charge à la rupture est aussi considérablement accrue. La résistance au choc est également plus grande dans les aciers chromés.

Voici quelques expériences faites par M. Brüstlein dans l'usine Jacob Holtzer.

I. Un acier contenant : chrome 0,022, carbone 0,006, avait à la limité d'élasticité 45 à 50 kilogrammes de charge par millimètre carré de section.

70 à 75 kilogrammes de charge à la rupture et 18 à 20 pour 100 d'allongement et une striction telle au point de rupture que la section était moindre que le tiers de la section initiale.

(1) Voir cahier de *Mai* 1879, p. 250.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La cassure était tout à nerf. La résistance au choc fut plus grande que celle présentée par un acier doux et exempt de chrome.

Ce même acier chromé trempé à l'huile, quand il eut été chauffé au rouge-cerise clair, a pu soutenir, avant d'être rompu, une charge de 140 kilogrammes par millimètre carré ; la charge élastique se confondant, dans ce cas, avec la charge de rupture, l'allongement a été de 3 pour 100.

Après la trempe à l'huile, l'acier recuit au rouge très-obscur a été rompu sous une charge de 110 à 120 kilogrammes par millimètre carré de section ; la charge élastique fut très-voisine de la charge de rupture et la cassure tout à nerf.

II. Acier contenant : chrome 0,012, carbone 0,0034, a donné 35 à 40 kilogrammes de charge à la limite d'élasticité.

62 kilogrammes à la rupture avec 21 pour 100 d'allongement.

Trempé à l'huile, la rupture a eu lieu avec une charge de 100 kilogrammes, et 7 pour 100 d'allongement. La cassure était toute à nerf.

III. Acier contenant : chrome 0,040, carbone 0,011, a donné avant la trempe 115 kilogrammes par millimètre carré de section avec 7 1/2 pour 100 d'allongement. La limite d'élasticité fut insaisissable tant elle était rapprochée de la rupture. Cassure toute à nerf (1).

Après la trempe à l'huile, cet acier a pris une telle dureté que les éprouvettes cassaient à la tête.

Des tôles en acier chromé, fabriquées dans l'usine Jacob Holtzer, ont résisté d'une manière remarquable à l'action des projectiles.

Des tôles dans lesquelles il entrait : chrome 0,022, carbone 0,006, dont l'épaisseur était de $0^{m},0035$, trempées à l'huile, ont reçu à la distance de 40 mètres une balle sortie d'un chassepot d'ordonnance : la plaque ne s'est infléchie que de 6 millimètres au point d'impart. Il est douteux, fait remarquer M. Brüstlein, qu'avec d'autres aciers on ait jamais obtenu un pareil résultat. Aucune de ces tôles chromées soumises aux essais n'a criqué ; ce sont celles qui avaient été trempées à l'huile sans recuit qui se sont le mieux comportées.

On joint ici des essais divers faits sur des échantillons d'acier au chrome, provenant de l'usine Jacob Holtzer, essais exécutés à la fonderie de Nevers, par le capitaine Barbier, sous la direction du colonel Maillard, en 1877.

Les essais ont porté :

1° Sur un canon de 90 millimètres, du poids de 375 kilogrammes, trempé à l'huile au jaune et recuit au rouge.

Ce canon a été pris dans un lingot de 1500 à 1600 kilogrammes. Deux barreaux cylindriques et un barreau carré ont été détachés de la troisième rondelle arrière et deux autres barreaux cylindriques de la troisième rondelle avant.

2° Sur une barre octogonale de 22 millimètres de diamètre de cercle inscrit et de 1 mètre de longueur.

Les résultats sont consignés dans le tableau ci-après.

(1) Les essais à la traction ont été faits sur des éprouvettes cylindriques de $13^{mm},8$ de diamètre, ayant une longueur de 100 millimètres entre les points de repère.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DÉSIGNATION.		TEMPÉRATURE.	DIAMÈTRE		CHARGE par millimètre carré		ALLONGEMENT		RAPPORT	ÉPREUVES	OBSERVATIONS.
			Avant l'épreuve.	Après l'épreuve.	correspondant à la limite d'élasticité.	qui a produit la rupture.	Avant la rupture.	Après la rupture.	des sections.	au choc.	
					kg.	kg.					
Canon de 90mm	Barreau cylindrique	Jaune.	13,90	10,00	44,35	80,24	93,33	152,22	0,518	»	Non cassé, non touché. Redressé au marteau-pilon. Cassé.
En acier au chrome	»	»	14,20	10,40	46,47	80,84	»	137,00	0,537	»	
Coulé au creuset.	Barreau carré.	Jaune.								3m,00 Flèche 25mm - 0mm - 1m,55 Flèche 75mm	
3e rondelle											
Arrière											
3e rondelle avant.	Barreau cylindrique	Jaune.	14,00	10,70	47,88	83,27	»	126,66	0,585	»	Petite soufflure.
	»	»	14,20	13,20	46,47	81,25	»	83,33	0,865	»	
Barre octogonale	Barreau cylindrique	Non trempé.	14,15	10,00	60,12	76,42	38,20	150,00	0,500	»	Rupture au collet droit.
	»	Jaune.	14,15	14,00	»	134,50	21,20	12,00	0,980	»	
De 22mm en acier	»	Cerise clair.	14,15	13,70	»	142,66	30,00	20,00	0,938	»	
Doux au chrome	»	Cerise.	14,15	8,60	43,81	73,37	101,50	140,00	0,370	»	
Coulé au creuset	»	Sombre.	14,15	8,60	38,72	70,31	80,90	172,00	0,370	»	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« On voit, d'après ce tableau, que la limite élastique et la résistance à la rupture des barreaux cylindriques pris à l'arrière et à l'avant du canon sont très-élevées comparativement à celles demandées dans les cahiers des charges de la Marine; l'allongement après rupture varie entre 12 et 15 pour 100 : sauf le deuxième barreau avant, qui avait un défaut de peu d'importance, tous les autres en étaient exempts.

« L'égalité de limite élastique et de résistance à la rupture des barreaux avant et arrière indique un métal d'une homogénéité parfaite.

« Le barreau carré soumis à l'épreuve du choc du boulet de 18 kilogrammes avec une hauteur de chute croissant de 5 en 5 centimètres, à partir de 1 mètre de hauteur, a donné une flèche de 25 millimètres, à une hauteur de 3 mètres, sans se rompre ni sans toucher l'enclume.

« La forme de ce barreau ne permettant pas de le redresser en le retournant sur les couteaux de l'enclume, on l'a redressé d'un seul coup sous le marteau-pilon du poids de 2000 kilogrammes tombant de 1 mètre de hauteur. Après cette épreuve, il ne présentait ni crique ni autre défaut. Ce barreau, soumis de nouveau à la même épreuve du choc, ne s'est rompu qu'à une hauteur de $1^{m},55$. La cassure était très-nette et le métal ne présentait aucun défaut.

« La barre octogonale a été divisée en cinq parties égales. Pour en détacher la première partie, on a fait une entaille de 2 millimètres de profondeur avec une tranche et l'on a essayé de casser la barre en la courbant sur une enclume avec un marteau de forgeron du poids de 5 kilogrammes. La barre s'est ployée sans se rompre et sans présenter aucune crique à l'entaille.

« On l'a ensuite portée dans un gros étau de forge en la disposant de manière que l'entaille fût placée à 2 milimètres au-dessus des mâchoires, et l'on a frappé sur l'extrémité de la barre. Au vingtième coup de marteau la barre s'est rompue. La courbure était de 60 degrés environ.

« La cassure indiquait un métal nerveux et très-résistant.

« On a pu en tirer cinq barreaux cylindriques qui ont été trempés à des températures différentes et soumis à la traction.

« Le premier barreau non trempé a donné 60 kilogrammes de limite élastique, 76 de résistance à la charge de rupture et 15 pour 100 d'allongement; on a remarqué que cet allongement ne s'est produit que sous les dernières charges.

« Le deuxième et le troisième trempés, l'un au jaune, l'autre au cerise clair, ont donné des charges de 134 à 142 kilogrammes et un allongement très-faible.

« Cet acier est susceptible d'acquérir par la trempe, à une haute température, une résistance qu'aucun acier n'a encore atteint jusqu'à ce jour.

« La limite élastique n'a pu être déterminée ni par l'observation du manomètre ni au moyen des courbes des allongements en fonction des charges.

« Le quatrième et le cinquième trempés au rouge cerise et au rouge sombre ont donné des résults analogues à ceux des bons aciers à canon.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Les cassures de cinq barreaux ont été très-nettes et n'ont présenté aucun défaut.

« En résumé, l'acier chromé coulé au creuset, trempé au jaune et recuit, du canon de 90 millimètres étant très-homogène, possédant une résistance considérable au choc et les autres qualités des meilleurs aciers à canon, pourrait être employé à la fabrication des canons de la Marine, si son prix de revient n'est pas trop élevé et si l'on peut obtenir le même degré d'homogénéité en opérant sur de grandes masses.

« L'acier de la barre octogonale, grâce à sa souplesse, comparable à celle du fer doux, et à sa limite d'élasticité très-élevée lorsqu'il est employé non trempé, à sa grande résistance lorsqu'il est trempé au rouge-cerise clair, peut fournir une excellente matière pour la fabrication des projectiles de rupture et peut-être pour celles des plaques de blindage. »

Deux autres échantillons d'aciers chromés, fabriqués à Unieux, ont été essayés à la fonderie de Nevers : l'acier était forgé en barreaux de 14^{mm} de diamètre.

	N° 1.	N° 2.
	kg.	kg.
Charge à la limite d'élasticité.	74,41	68,69
Charge à la rupture.	120,56	124,90
Allongement pour 100 après rupture.	3,4	7,5

Au tour, à l'ajustage, à teneur égale en carbone, les aciers chromés sont plus durs à travailler que les aciers sans chrome.

Avec 0,020 à 0,040 et 0,012 à 0,014 de carbone, un acier, alors même qu'il a été recuit, est d'une telle dureté qu'il est presque impossible d'y percer un trou avec une mèche en acier à outil ordinaire. Ces aciers, avant la trempe, sont assez tenaces pour qu'il devienne difficile d'en briser une barre en tronçons ; les tranches d'acier trempé avec lesquelles on veut l'entailler refoulent. On a fabriqué avec ces aciers non trempés des lames de couteaux de bon usage. Par la trempe, la dureté devient excessive ; aussi les lames sont-elles sujettes à s'ébrécher, à casser.

M. Brüstlein a recueilli dans l'usine Jacob Holtzer des observations intéressantes sur la trempe des aciers chromés.

Trempés au rouge-cerise, à l'eau, ils acquièrent un grain d'une finesse extraordinaire. Quand ces aciers ont une forte teneur en chrome et en carbone, on ne voit réellement plus de grain ; la cassure est comme vitreuse.

Avec une teneur de 0,020 à 0,040 de chrome et de 0,009 à 0,012 de carbone, ils prennent le même grain que par la trempe à l'huile ; en les chauffant un peu plus qu'on ne le fait pour la trempe à l'eau, ces aciers deviennent, après la trempe à l'huile, assez durs pour rayer le verre.

Si, pour les tremper, on chauffe ces aciers au delà du point développant la cassure vitreuse, ils acquièrent un grain très-fin, analogue à celui de la porcelaine. Si, avant de les tremper, on les porte à une température encore plus élevée, l'acier donne des outils qui s'ébrèchent. Enfin, si l'on maintient l'acier chromé pendant quelque temps

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au feu jaune oxydant, la cassure présente des facettes blanches très-brillantes, de près d'un demi-millimètre carré de surface. L'acier n'a plus de corps, il est brûlé.

Les aciers chromés présentent cette particularité de ne pas décaper par la trempe à l'eau ; l'oxyde formé pendant la chauffe reste adhérent, de sorte que, pour les faire recuire (en termes d'atelier revenir), on est obligé de les décaper à la lime ou sur un grès pour juger la teinte du recuit.

Des essais faits à l'usine Jacob Holtzer montrent, ainsi qu'on l'a déjà dit, que le chrome ne saurait remplacer le carbone dans l'acier ; en d'autres termes, qu'un acier chromé est nécessairement carburé ; mais il a été reconnu que le chrome communique cependant une certaine dureté au fer, sans lui donner sa propriété d'acquérir de l'élasticité par la trempe.

L'acier, en général, est, par lui-même, cristallin et le chrome qu'on y ajoute a pour effet de rendre les cristaux plus fins qu'ils ne le sont dans un acier ordinaire de même teneur en carbone.

Selon M. Brüstlein, ce serait principalement à la ténuité de leur grain que les aciers chromés devraient une ténacité qui se maintient dans toutes les phases des opérations auxquelles on les soumet. Cette particularité se manifeste aussi dans la cémentation : les aciers fondus ordinaires cémentés dans les fours acquièrent de larges facettes, tandis que les aciers chromés fondus et cémentés n'en ont que de petites.

Si les aciers chromés sont doués de qualités qui les feront apprécier pour de nombreux usages, et l'on doit citer celle de se laisser ployer et de supporter les chocs mieux qu'un acier doux non chromé, tout en ayant des résistances à la traction aussi élevées que les aciers durs, il faut avouer, cependant, que leur fabrication présente d'assez grandes difficultés. On se bornera à les indiquer sommairement.

L'introduction du chrome dans l'acier force de recourir à une température très-élevée pour opérer la fusion, et, durant le coulage, aussitôt que par le refroidissement la matière fondue passe du blanc vif au blanc jaunâtre, elle prend une consistance pâteuse, en un mot, l'acier chromé se fige avec une rapidité incomparablement plus grande que les autres aciers. En outre, et c'est là un grave inconvénient pour le métal chromé, c'est que par l'action de l'air il s'oxyde et se recouvre d'une pellicule renfermant du sesquioxyde de chrome, substance des plus réfractaires, non scorifiable, de sorte qu'il est à peu près impossible qu'il n'en reste pas d'interposé dans l'acier. M. Brüstlein fait remarquer que cette circonstance, jointe à un retrait considérable, crée des difficultés que ne présentent pas les aciers ordinaires, difficultés qui augmentent avec les dimensions des lingots à couler. A cause de cette formation du sesquioxyde de chrome, il est probable qu'on ne pourra pas songer à traiter des fontes chromées comme les fontes ordinaires au four à puddler : la loupe ne se souderait pas, à cause du sesquioxyde de chrome très-adhérent au métal et qui reste interposé. Enfin, si les aciers chromés peu carburés, alors même qu'il y entre 2 pour 100 de chrome, s'étirent et se forgent bien aux températures auxquelles on étire et on forge les aciers

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

doux, il arrive qu'à mesure qu'augmente la proportion de carbone et de chrome, le chauffage et le travail à la forge exigent plus de ménagements, parce que cet acier prend alors facilement l'état cristallin caractérisant l'acier surchauffé.

Dans une grande masse d'alliage de fer et de chrome, il se manifeste lors du refroidissement une sorte de départ, indiqué par l'apparition d'aiguilles plus ou moins développées. En fait, l'alliage, bien avant d'être refroidi, n'a plus l'homogénéité de constitution qu'il avait alors qu'il était en fusion. Les cristaux formés sont d'autant plus développés que la masse fondue contient moins de chrome ; tout au contraire, dans les alliages riches en chrome, les cristaux étant comme gênés dans leur développement sont en très-petites aiguilles donnant au métal un aspect éminemment cristallin.

M. Brüstlein a assisté à une formation instantanée des aiguilles dont il vient d'être question. Du ferrochrome en fusion étant tombé par mégarde, à côté de la lingotière, sur une plaque de fonte, se consolida aussitôt en un amas d'aiguilles tellement ténues qu'il ressemblait à une touffe de cheveux.

Il reste à décrire les moyens à employer pour doser le carbone et le chrome dans les aciers et dans les ferrochromes. (*La fin au prochain cahier.*)

(*Annales de chimie et de physique*).

ENGRAIS.

Rapport sur le système d'utilisation des matières de vidange de M. d'Hubert, par M. Frémy (1).

L'Académie connaît l'importance que présente, au point de vue de l'hygiène et en même temps sous le rapport de l'agriculture et de l'industrie, la bonne utilisation des matières de vidange.

Les substances solides, une fois désinfectées, forment un engrais apprécié des agriculteurs ; quant aux sels ammoniacaux produits par les liquides, ils sont employés dans les fabrications de l'ammoniaque, de l'alun ammoniacal, des engrais, et sont la base d'une industrie nouvelle qui prend en ce moment un développement considérable.

En effet, les sels ammoniacaux servent aujourd'hui, dans les soudières, pour fabriquer les sels de soude d'après le nouveau procédé qui porte le nom de *méthode à l'ammoniaque*.

Le traitement des matières de vidange s'est fait pendant longtemps et se fait encore

(1) Ce Rapport a été présenté à l'Académie des sciences au nom d'une commission composée de MM. Dumas, Chevreul, Boussingault, général Morin et Frémy.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trop souvent par des pratiques que l'hygiène et les applications agricoles condamnent également.

Un ancien commissaire des poudres et salpêtres, M. d'Hubert, s'est proposé de remédier aux principaux inconvénients que présentait le traitement des matières de vidange, en ayant recours à des dispositions ingénieuses que nous décrirons sommairement.

Les mesures de police proscrivent de jeter dans les fosses, au moment de leur vidange, une dissolution de sulfate de fer qui absorbe l'hydrogène sulfuré et le sulfhydrate d'ammoniaque.

Ce procédé est inefficace et ne produit qu'une désinfection partielle. Pour la compléter, M. d'Hubert fait rendre les gaz qui sortent de la tonne dans un appareil de son invention; ces gaz, en traversant une dissolution de sulfate de cuivre et des couches de chlorure de chaux, se trouvent absorbés et décomposés.

Lorsqu'on emploie la vapeur pour la mise en mouvement des pompes de vidange, les gaz infects, au lieu d'être décomposés comme il vient d'être dit, sont brûlés sous le foyer de la locomobile. Les tonnes qui reçoivent chaque nuit les matières de vidange sont vidées dans des bateaux pontés et complétement clos, placés en différents points de la Seine et du canal Saint-Martin.

L'introduction des eaux vannes dans la tonne s'opère, sans répandre d'odeur, à l'aide d'un tuyau en caoutchouc qui s'adapte à la vanne de la tonne.

Ces bateaux enlèvent chaque nuit 1500 à 1800 mètres cubes de matières; leur emploi supprime en partie les inconvénients du transport par les anciennes méthodes. Les treize bateaux qui font ce service jaugent ensemble 4295 tonnes.

Les bateaux ainsi chargés sont amenés aux trois usines du Point-du-Jour, d'Aubervilliers et de Maisons-Alfort, où ils sont déchargés à l'aide d'une pompe à vapeur qui refoule les matières, au moyen de conduites souterraines, dans de grands bassins clos et couverts, où elles sont soumises à une série de décantations et envoyées ensuite, à l'aide de pompes, dans des colones à plateaux. Là, sous l'influence de la chaleur, les sels ammoniacaux volatils, tels que le carbonate et le sulfhydrate, distillent après avoir traversé une série de serpentins; il se condensent ensuite dans des bacs à saturation contenant de l'acide sulfurique. Ces bacs sont en plomb et hermétiquement clos. Les gaz odorants qui se dégagent pendant la saturation sont envoyés sous les foyers des générateurs, où ils sont brûlés : nous nous sommes assurés qu'après cette combustion aucune odeur ne se répand au dehors.

Les eaux usées par la distillation, qui forment le résidu de cette fabrication, peuvent être encore utilisées pour l'agriculture, comme cela a lieu dans l'usine de Maisons-Alfort; leur efficacité a été constatée par une pratique de plusieurs années.

Nous considérons l'usine de Maisons-Alfort, qui est à la fois une fabrique de produits chimiques et une exploitation agricole de 124 hectares, comme un modèle véri-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

table de bonne utilisation des matières de vidange : les opérations ne laissent dégager au dehors aucun gaz fétide ; les résidus ne sont pas pas jetés dans la rivière et sont, au contraire, appliqués à l'agriculture ; en un mot, rien n'est perdu et tout est utilisé.

Les eaux vannes, décantées, laissent un résidu de matières solides dans lesquelles l'azote est fixé par différentes méthodes, mais principalement par l'acide sulfurique.

Ces matières sont desséchées à air chaud et à eau chaude dans de vastes séchoirs clos et couverts ; les vapeurs produites par l'évaporation sont dirigées sous les foyers des générateurs pour y être brûlées.

Les trois usines de Maisons-Alfort, d'Aubervilliers et du Point-du-Jour transforment chaque jour en engrais et en sels ammoniacaux les 1 800 mètres cubes de matières transportées par les bateaux. Elles produisent annuellement 7 000 tonnes d'engrais solide et 4 000 tonnes de sulfate d'ammoniaque.

Il serait bien à désirer, dans l'intérêt de l'hygiène publique, que toutes les matières de vidange fussent ainsi utilisées et que l'on n'en jetât pas une partie dans la Seine, comme cela se pratique encore aujourd'hui.

Votre Commission a pensé que, par cet ensemble de perfectionnements introduits par M. d'Hubert dans le transport et le traitement des matières de vidange, cet habile ingénieur avait résolu un des problèmes qui intéressent le plus l'hygiène, l'agriculture et l'industrie, et qu'il avait mérité le prix des Arts insalubres de la fondation Monthyon ; en conséquence, elle lui décerne ce prix, dont la valeur est de *deux mille cinq cents francs*.

(*Comptes rendus de l'Académie des sciences*).

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

La gélatine-dynamite. — M. Nobel a récemment découvert qu'une petite quantité de cellulose nitratée (6 pour 100 environ), préparée avec du coton par un procédé particulier, a la propriété de transformer la nitroglycérine liquide, corps extrêmement dangereux comme on sait, en une masse gélatineuse douée d'une puissance explosive très-considérable, mais dont le maniement offre toute sécurité. Sous aucune pression elle ne dégage de nitroglycérine ; l'eau n'altère en rien ses qualités, et sa force destructive est double de celle de la dynamite n° 1. Celle-ci coûtant environ 50 ou 60 pour 100 de moins que la nouvelle matière, l'application de la gélatine-dynamite paraît probable en Autriche, soit pour le chargement des torpilles, soit même avec quelques modifications pour les pièces de gros calibre. Voici quelle est sa composition :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nitroglycérine.	86,40
Coton-poudre soluble.	9,60
Camphre.	4,00
	100,00

Son poids spécifique est de 1,6. Ses titres principaux à remplacer la nitroglycérine sont les suivants :

1° Elle peut être facilement mise à l'abri de l'humidité pendant un temps illimité ; 2° elle demeure stable dans sa composition, même sous les plus hautes pressions ; 3° le choc ou les vibrations du milieu ambiant ne sauraient déterminer son explosion.

(*Army and Navy journal*).

Substitution de l'air comprimé à la poudre pour l'abatage du charbon dans les houillères. — M. Garforth, de Dukinfield, inspecteur en chef des mines, a lu dernièrement à la Société géologique de Manchester une note relative à l'emploi de l'air comprimé pour l'abatage de la houille. Dans cette note, il est dit qu'on a construit une petite machine qui permet à deux hommes de comprimer de l'air jusqu'à 946 atmosphères. Cet air est envoyé, au moyen de tubes en fer, dans une douille ou cartouche en fonte de 12 pouces (0^{m},30) de long, disposée dans un trou creusé à cet effet dans le front de taille de la houille et rendue étanche autant que possible. La résistance de la cartouche est calculée de telle sorte qu'elle puisse éclater quand l'air arrive près de son maximum de compression.

Une expérience de ce système, faite à la houillère de Bower, dans une couche très-dure de 5 pieds (1^{m},50) d'épaisseur, a permis d'abattre d'un seul coup 5 à 6 tonnes de charbon dans de bonnes conditions. Si ce nouvel emploi de l'air comprimé est aussi pratique que le prétend M. Garforth, on comprend l'importance considérable qu'il peut avoir, surtout dans les mines à grisou.

(*Journal of the Franklin Institute*).

Nouvel emploi du fer dans la construction des maisons, par MM. Paraire et Englebert. — On vient d'achever à Paris, rue de l'Aqueduc, 5, une construction avec façade en pans de fer, qui montre les progrès que l'introduction du fer et de la fonte semble devoir réaliser dans l'art de la construction.

Les parties en fonte et en fer de la façade, qui sont apparentes, sont les montants en fonte du sol jusqu'au sommet du cinquième étage, composés chacun de six pièces s'emboîtant à chaque étage, et les travées horizontales qui réunissent ces montants.

Chacune de ces travées est formée de poutrelles en tôle de 0^{m},008 d'épaisseur, assemblées avec des cornières de 50/50. Ces poutrelles, pesant 1 100 kilog., ornements compris, reposent d'un côté sur la console en fonte des colonnes, et de l'autre sur la tête en pierre du mur mitoyen disposé à cet effet.

Chacun des montants en fonte pèse 9 500 kilog. et revient à 30 francs les 100 kilog.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Entre ces montants, à chaque travée, pour former les cadres des fenêtres et encastrer les trumeaux en pierre, sont placés des montants de fer en **U** de $0^m,17 \times 0^m,05$ assemblés par le haut aux équerres en fer à cornières, et par le bas sur un sabot en fonte. Ils portent des cours de cornières de $0,03 \times 0,03$ percées de trous d'attache et sur lesquelles sont montés les cadres en bois des fenêtres. Pour couvrir le joint qui existe entre le montant en fer en **U** et la pierre et former en même temps chambranle, on a placé de chaque côté des fenêtres une colonnette demi-circulaire en fonte creuse de $0^m,07$ de largeur; ces colonnettes sont fixées avec des vis.

Les tables des balcons en saillie sont en tôle striée de $0^m,008$ d'épaisseur et montées en bascule sur une armature en fer à double **T** et à **U** de $0^m,10$ de hauteur, passant à travers la lame extérieure de la poutrelle par des entailles, et fixée à l'intérieur par des cornières, le tout garni de moulures et de rosaces. Le poids de ces balcons est de 1 800 kilogr.

Le poids total de la façade est de 28 000 kilog. à 60 francs les 100 kilog., soit 16 800 francs.

Dans les murs de cour, les murs intérieurs, les séparations, etc., le métal n'est pas apparent comme dans la façade; mais le principe de la construction est la même : faire d'abord une ossature en fer et remplir ensuite les intervalles.

L'escalier de la maison est tout en fer. La cage est en maçonnerie jusqu'à l'entresol, et en fer et vitres de l'entresol jusqu'en haut.

(*Bulletin du comité des forges de France*).

Sur l'emploi des locomotives pour le transport du charbon dans les mines de Doman (Hongrie), par M. C. Heinrich. — Les forges de Resiczka, dans le Banat Hongrois, tirent leur charbon de deux couches situées à Doman, dans la formation liasique. L'exploitation se fait au moyen de galeries de niveau, portant des voies de chemins de fer et débouchant dans la vallée; la principale a 6 800 pieds de développement (2 040 mètres) depuis l'ouverture jusqu'au lieu de chargement des wagons, et se prolonge au jour sur une étendue de 1 470 pieds (540 mètres), qui aboutit aux ateliers de criblage et de lavage de la houille. L'extraction journalière est d'environ 300 tonnes.

La voie est formée de rails en fer à champignon, du poids de 14 livres ($6^k,30$) par yard ($0^m,90$), soit 7 kilog. par mètre courant, assemblés sur des traverses en chêne distantes de 1,8 pied ($0^m,55$); sa largeur est de 2 pieds 3,5 pouces ($0^m,690$), sa pente de $0^m,045$ par mètre en galerie et de $0^m,02$ au jour.

Les locomotives, au nombre de deux, qui font le service sur ce chemin de fer, ont été construites de manière à remplir les conditions suivantes : 1° remorquer jusqu'au bout de la ligne 60 wagons pleins ou 30 lorsqu'ils emmènent les ouvriers, soit une charge de 22 tonnes à la vitesse de 4,34 milles (6 980 mètres) à l'heure; 2° avoir une section transversale ne dépassant pas 19,35 pieds carrés (1,70 mètre carré), afin de ne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pas entraver la ventilation ; 3° pouvoir porter son approvisionnement d'eau pour l'aller et le retour, et faire aussi peu de fumée que possible. La surface de chauffe est de 94,7 pieds carrés (8,50 mètres carrés) par cheval-vapeur ; c'est plus d'une fois et demie celle qu'on adopte dans les locomotives ordinaires. A l'exception de l'ouverture de la cheminée, chaque machine est totalement recouverte dans le but de protéger le mécanicien et le chauffeur contre la fumée et la chute des pierres qui peuvent se détacher du toit de la galerie. Voici les dimensions principales de ces curieuses machines :

Diamètre des roues.	2 pieds 3,5 pouces. . .	0m,685
Diamètre des cylindres.	» 6,3 — . . .	0m,150
Course du piston.	» 8,7 — . . .	0m,210
Pression effective de la vapeur. . . .	10 atmosphères.	
Surface de chauffe des tubes.	79,7 pieds carrés.	7m²,17
Surface de la grille.	1,9 —	0m²,17
Poids de la machine en charge. . . .	4 tonnes 8 cwt. . . .	4 488k,80
Poids de la machine sans charge. . .	3 — 13 —	3 207k,00
Force de la machine.	10 chev. vap.	
Longueur maximum.	12 pieds.	3m,60
Largeur maximum.	4 — 3,1 pouces. . .	1m,280
Hauteur maximum.	6 — 2,8 — . . .	1m,870

C'est au commencement de 1876 que ces petites locomotives ont commencé à fonctionner.

Le temps exigé pour un voyage aller et retour, c'est-à-dire pour remorquer un train vide depuis les ateliers de lavage jusqu'au fond de la galerie et le ramener plein, est de 50 minutes, arrêts compris. Il y a, par poste de 10 heures, 12 trains qui transportent chacun 20 tonnes 8 cwt (20 718 kilogr.) ; ce résultat est obtenu avec une pression moyenne de vapeur de 77 livres, soit 5k,35 par centimètre carré. La houille consommée par jour est de 633,6 livres (285k,10) et l'eau évaporée par train, de 29 gallons (131,60 litres).

Un ventilateur du système Guibal, de 29,5 pieds (8m,85) de diamètre, actionné par une machine à vapeur de 70 chevaux et faisant 20 tours par minute, est chargé d'assainir la galerie où circulent les trains ; ces appareils sont installés dans une chambre spéciale, disposée à cet effet sur le côté de l'entrée de la galerie. Des lampes à réflecteur sont accrochées de place en place et des sonneries électriques, disposées à chaque extrémité de la ligne, signalent l'arrivée des trains.

Avant l'adoption de ces locomotives, le service des trains était fait par 8 chevaux, qui en 12 heures ne sortaient que 180 tonnes de houille ; pour en sortir 300, comme on le fait aujourd'hui, il eut fallu 13 chevaux faisant ressortir le coût du transport à 2 d. (0 fr. 20) par tonne. La substitution de la traction à vapeur à celle des chevaux permet de réaliser sur ce chiffre une économie de plus de 40 pour 100.

(*Proceedings of the Institution of civil Engineers*).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Méthode de détermination du carbone dans les aciers, par M. Richter. — Le procédé ordinairement employé pour déterminer la proportion de carbone contenu dans un acier est celui connu sous le nom de procédé colorimétrique de Eggertz, lequel est basé sur la coloration plus ou moins foncée accusée par la dissolution du métal dans l'acide nitrique (1).

D'autres méthodes avaient été essayées auparavant, et entre autres celle consistant à traiter le métal par une dissolution de chlorure de cuivre qui sépare le carbone, mais à moins que la dissolution ne soit parfaitement neutre, il peut se perdre une certaine quantité de carbone sous la forme de quelque hydrocarbure gazeux. Pour remédier à cet inconvénient, M. le professeur Richter a eu l'idée de substituer au chlorure de cuivre le double chlorure de cuivre et de potassium ou celui de cuivre et de sodium, qui tous deux peuvent être facilement obtenus cristallisés et parfaitement neutres. M. Richter estime que le double chlorure de cuivre et d'ammonium est encore plus convenable pour l'opération, comme prévenant plus sûrement toute perte de carbone et dissolvant le métal beaucoup plus rapidement; il suffit, en effet, de quinze minutes pour dissoudre complétement 3 à 4 grammes de copeaux d'acier. Le résidu de carbone est recueilli sur un filtre pesé et calciné, ou bien lorsque le métal contient, outre le carbone, une quantité appréciable de silicium, il est préférable de recueillir le résidu sur un filtre en amiante et d'oxyder ensuite le carbone par l'acide chromique, l'acide carbonique formé étant absorbé par la potasse et dosé à l'état de carbonate.

(*Ibid.*)

Nouvel alliage imitant l'or, par MM. Maffre et comp. — L'alliage que préparent MM. Maffre et comp. ressemble à l'or par sa couleur et sa résistance à l'oxydation. Pour cela, ils fondent ensemble, dans un creuset, 800 grammes de cuivre pur, 15 grammes de platine et 10 grammes d'acide tungstique. Quand le mélange est complétement fondu, ils le font granuler en le versant dans une eau qui contient 500 grammes de chaux éteinte et 500 grammes de potasse par mètre cube. Le mélange granulé est ensuite séché et refondu avec 170 grammes d'or.

(*Journal of the Franklin Institute*).

Eclairage d'une mine de sel par la lumière électrique. — Une expérience a été faite récemment pour éclairer à la lumière électrique les chantiers de la mine de sel de Marston, près Northwich, l'une des plus importantes de l'Angleterre.

---

(1) La méthode Eggertz repose sur le fait suivant : lorsqu'on traite du fer carburé par de l'acide nitrique légèrement étendu et chaud, le carbone combiné se transforme en un produit organique fortement coloré, tandis que le graphite n'est pas attaqué. En diluant la liqueur, on peut l'amener à la force d'une dissolution normale provenant d'un acier de composition connue, et conclure alors de son volume la teneur en carbone du métal essayé. (Voy. *Bulletin* de 1868, 2e série, t. XV, p. 217.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'espace où a eu lieu l'expérience est de 7 à 8 acres (2,80 hectares) et mesure 30 pieds (9 mètres) de hauteur ; une seule lampe a été trouvée suffisante pour éclairer cet espace, grâce à la réflexion de la lumière par les parois de sel. La machine envoyant le courant était installée, au jour, à une distance de 300 yards (274^{m},20) de la lampe, et les fils conducteurs couraient le long du puits, profond de 120 yards 109^{m},70). La lumière produite avait un pouvoir éclairant égal à celui de 6,000 bougies, et ce qu'il y avait de remarquable, c'est que là où le sel était fraîchement mis à nu sur les parois, le scintillement produisait des effets de couleur prodigieux.

Bien qu'on ne dise rien sur le prix de revient de ce nouvel éclairage, ses avantages ont été trouvés assez considérables pour faire croire qu'il sera définitivement adopté.

(*Ibid.*).

Le premier pont en acier construit en Amérique. — Le général Smith, ingénieur en chef du chemin de fer *The Chicago and Alton railway*, qui s'est fait connaître, il y a quelques années, par de nombreuses études sur la résistance du fer et de l'acier, se propose de faire une application intéressante de ses expériences ; il s'agit d'un pont tout en acier qui sera construit sur le Missouri.

Ce pont sera composé de cinq arches, ayant chacune 350 pieds d'ouverture (105 mètres), et sa hauteur au-dessus du niveau des hautes eaux n'aura pas moins de 80 pieds (24 mètres). La construction absorbera environ 1 500 tonnes d'acier, quantité équivalente à peu près au double de fer.

(*Ibid.*).

Emploi du téléphone pour s'assurer de l'état des torpilles fixes. — Le capitaine Evoy emploie le téléphone pour connaître l'état dans lequel se trouvent les torpilles. Il munit chaque torpille, à sa partie supérieure, d'une plaque vibrante disposée horizontalement, et sur laquelle se trouvent de petits corps lourds. Au moindre ébranlement de la torpille, le déplacement des petits corps fait vibrer la plaque et produit un son déterminé que l'on peut percevoir au moyen du téléphone placé à terre, dans l'observatoire ; mais si la torpille est endommagée, on ne peut entendre aucun son.

(*Revue maritime et coloniale*).

Bouées éclairées au gaz. — Depuis quelque temps, on expérimente, en Angleterre, un système de bouées côtières éclairées au gaz, dont nous résumons comme suit la description.

Le système consiste à charger les bouées de gaz, suffisamment comprimé pour qu'il puisse suffire à un éclairage d'assez longue durée. Le gaz est obtenu par le traitement des résidus d'huile de schiste ou de toutes autres matières grasses de peu de valeur, traitement qui fonctionne, avec succès depuis six ou sept ans, en Allemagne, et depuis

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trois en Angleterre. Un fourneau et quelques cornues de fonte suffisent pour l'opération. Le gaz qui s'échappe des cornues traverse successivement les laveurs, purificateurs et condenseurs avant de se rendre au réservoir, où il demeure emmagasiné provisoirement. Des pompes le refoulent ensuite, dans des caisses spéciales, jusqu'à dix atmosphères.

Les expériences, faites par ordre du département de la Marine, ont eu lieu sur divers points des côtes d'Angleterre. Une des bouées était mouillée par le travers de Trinity Wharf, Blackwall. D'une capacité de 1 680 décimètres cubes, elle a brûlé du 29 août 1878, à 5 heures du soir, au 27 septembre à 6 heures du soir, avec une belle lumière qui diminuait graduellement vers la fin. Pendant les expériences, on a projeté de l'eau à haute pression sur la lampe, sans pouvoir l'éteindre. Une autre expérience ayant été faite près de Dundee, l'ingénieur du port a déclaré que ce mode d'éclairage est appelé à remplacer les bateaux-feux qui coûtent très-cher, qu'on peut construire des bouées de grandeur suffisante pour éclairer pendant six mois et que la lampe peut être placée à une hauteur telle, que la lumière soit visible à une distance de 7 à 8 milles.

Le nouveau système de bouée est en tôle de fer, capable de supporter une haute pression. Il se compose du réservoir à gaz, renfermé dans la bouée proprement dite, et de l'appareil d'éclairage qui surmonte cette bouée et qui est mis en communication par un tuyau avec le réservoir; un régulateur est interposé dans le trajet, pour permettre au gaz d'arriver au brûleur à la pression voulue. D'après les estimations, le coût de l'éclairage, par vingt-quatre heures, varie de 30 à 60 centimes.

On a cherché à munir les bouées lumineuses d'appareils électriques, pour n'allumer les lampes que du coucher au lever du soleil; mais l'économie de gaz qu'on ferait n'est pas en rapport avec les dépenses d'établissement du matériel nécessaire; il vaut mieux laisser le feu allumé jour et nuit, car il ne semble pas qu'il puisse s'éteindre par suite de gros temps.

Les bouées, que l'on construit actuellement, ont une dimension permettant une provision de gaz de quatre mois environ, et l'on se propose d'en faire de plus grandes encore.

Une autre application non moins importante de ce nouveau genre de bouées, c'est leur emploi probable dans la pose des câbles télégraphiques. Quand, par les mauvais temps, on sera forcé de couper un câble pendant la pose, on y attachera une bouée lumineuse qui servira, pendant la nuit, de point de repère au bâtiment.

(*Ibid.*).

Paris. — Imprimerie de Madame veuve Bouchard-Huzard, rue de l'Éperon, 5;
Jules TREMBLAY, gendre et successeur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

78e année. Troisième série, tome VI. Juillet 1879.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

BANQUET DU CONSEIL DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT.

Dernièrement, une bien touchante cérémonie réunissait les membres du Conseil d'administration de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale. Il s'agissait de fêter le cinquantième anniversaire de l'entrée, dans ce Conseil, de l'illustre et affectionné président de la Société.

Un banquet lui a été offert avec une spontanéité et un empressement qui ont dû lui aller au cœur, si on en juge par les termes émus du discours qu'il a prononcé en réponse à l'allocution que lui a adressée M. Baude, l'un des vice-présidents de la Société.

Bien que ce fût une fête de famille, la Commission du *Bulletin,* pensant qu'il convenait d'en laisser la trace dans ses annales, a décidé qu'elle publierait les paroles de M. Baude et celles de M. Dumas.

Allocution de M. Baude.

« Messieurs, nous atteignons aujourd'hui le cinquantième anniversaire de l'entrée de M. Dumas dans le Conseil de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, et nous avons tenu à donner un témoignage de vive et respectueuse sympathie à notre illustre, à notre vénéré Président.

« En lui offrant nos souhaits, nous n'avons pas l'intention de tourner en compliments le rappel de ses mérites; le monde les connaît, et nous nous bornons à le remercier de l'illustration qu'ils donnent à la Société qu'il préside.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« L'industrie nationale a sans doute moins besoin d'être protégée aujourd'hui qu'autrefois ; mais notre Société n'en reste pas moins son utile auxiliaire, en maintenant cette alliance intime de la science et de la pratique qui ne cesse d'en activer les progrès. L'honorable M. Dumas n'en est-il pas la vivante expression, et ne retrouve-t-on pas cette alliance dans toutes les découvertes dont il a enrichi la physiologie et la chimie, à laquelle, dès sa jeunesse, son génie, un peu universel, avait voué une préférence ? Ses grandes découvertes, publiées en 1821, sur les secrétions, la génération et le sang ; ses mémorables travaux sur les densités des vapeurs, la théorie atomique et la loi des substitutions ; son travail monumental sur les alcools, qui forme aujourd'hui un chapitre considérable de la chimie ; ses publications théoriques et expérimentales sur les équivalents chimiques, et bien d'autres découvertes, qu'en profane nous ne saurions aborder, forment certainement une des plus belles couronnes scientifiques que puisse ceindre le savant le plus ambitieux de gloire et de renommée.

« Nous n'oublions pas que l'éminent secrétaire de l'Académie des sciences est aussi membre de l'Académie française, et qu'il joint le bien dire au bien penser. Il est le dernier anneau de cette chaîne de savants, qui ont honoré notre première assemblée littéraire et qui, depuis Fontenelle, en passant par D'Alembert, Laplace, Biot et Claude Bernard, ont donné un nouvel éclat à notre belle et pure langue française.

« Je n'insiste pas, Messieurs, afin de ne point donner à notre simple et cordiale réception une teinte d'éloge académique ; j'ai hâte d'arriver à l'énumération rapide, et sans doute incomplète, des services plus modestes qu'a rendus à la Société d'encouragement celui qui la préside depuis vingt-cinq ans, puisque M. Dumas a succédé, en 1845, à son maître, à son ami, le baron Thénard, dont nous honorons tous la mémoire.

« Certes, si j'appréciais minutieusement tout ce que M. Dumas a fait pour la Société, je ne serais pas près d'en finir ; mais, rassurez-vous, je me borne à la simple nomenclature de quelques-uns des progrès qui se sont accomplis sous son impulsion ou par son initiative :

« En 1845. — La Société fonde 25 médailles, du prix de 50 francs pour les plus anciens ouvriers des fabriques et ateliers.

« En 1852. — On crée la Commission des beaux-arts, qui est aujourd'hui l'un de ses comités les plus importants.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Même année. — Fondation, par la Société, de récompenses pour les élèves des écoles professionnelles et des écoles de dessin.

« En 1853. — Réorganisation de la rédaction du *Bulletin*.

« En 1864. — Création de membres perpétuels, qui déjà, au nombre de 40, augmentent la fortune de la Société de 2 000 francs de rentes perpétuelles.

« En 1865.—Etablissement de caisses de secours pour diverses industries, produits chimiques, cristallerie, etc., etc.

« En 1874. — Reconstruction de l'hôtel de la Société.

« En 1875. — Réorganisation de la Société, et nouveaux statuts qui lui assurent une stabilité si nécessaire aux institutions scientifiques.

« Je ne parle que pour mémoire de la fondation du prix de 12 000 francs, du prix Gustave Leroy pour l'industrie des cotons, du prix d'Exposition Elphège Baude, etc., etc.

« Une Société, comme la nôtre, progresse ou décroît suivant la valeur du *Bulletin* qui rend compte de ses travaux, suivant l'intérêt des séances où ils se sont produits. En rendant justice à l'excellente rédaction du *Bulletin*, sous la direction de nos deux secrétaires, à la variété des sujets traités dans nos séances publiques, qui peut ignorer combien leur viennent en aide le charme de la parole de notre Président, quand, de son fauteuil, il entre dans le vif de nos discussions?

« La célébration d'une cinquantaine, quelle que soit la date de son commencement, fût-elle dès la naissance, a souvent quelque chose de triste, parce qu'elle implique un grand nombre d'années disparues, une longue étape parcourue dans notre existence bornée. Mais ici, quand on songe aux immenses travaux de M. Dumas accomplis dans cette période, à la gloire qui en a rejailli sur lui-même et sur notre Société d'encouragement; que l'on considère sa jeunesse d'esprit, sa parole toujours vibrante, et je ne saurais l'oublier, sa santé robuste qui résiste à ses occupations incessantes, et qui s'en améliore, nous n'éprouvons aucun regret, et la cinquantaine, dans ces circonstances, n'a rien qui ressemble à la vieillesse.

« C'est donc de grand cœur, Messieurs, que nous portons avec vous, un sympathique toast à notre illustre, à notre vénéré, à notre bien cher Président!

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Réponse de M. Dumas.

« Messieurs et bien chers collègues, je vous remercie du fond du cœur de la pensée qui vous réunit ; elle me remplit de reconnaissance et fait vibrer mes sentiments les plus intimes ; elle me prouve que vous avez compris combien est vif et sincère l'attachement que je porte à l'Institution, produit indépendant et libre de l'initiative privée, dont vous êtes les dignes et dévoués représentants. Je me sens bien ému, vous le voyez, des paroles trop bienveillantes que je viens d'entendre, et de l'accueil sympathique qu'elles ont reçu de votre part. Quand on approche du terme de la vie, on aime à penser qu'on laissera des souvenirs et des regrets.

« Il y a longtemps que nous nous sommes rencontrés pour la première fois, notre éminent vice-Président et moi. Il était élève de l'Ecole polytechnique, quand j'y entrais comme répétiteur. Depuis lors, tandis qu'il poursuivait avec une autorité croissante sa carrière dans le corps des Ponts et chaussées, dirigeant les plus grands travaux et les plus utiles applications de la science, je me sentais plus particulièrement entraîné vers les études et les recherches de la théorie. Après avoir parcouru deux routes différentes, nous nous sommes rejoints au sein du Conseil de cette Société ; elles y conduisaient toutes les deux.

« Tel est, en effet, le caractère distinctif et dominant de la Société d'encouragement ; elle représente l'union intime de la doctrine et de la pratique, de la théorie et des applications. Dès son origine, elle a voulu éclairer les procédés traditionnels des ateliers par les lumières de la science pure et fournir à la science les résultats constatés par la pratique industrielle ou agricole.

« Ne voit-on pas figurer, en effet, au nombre de ses fondateurs, ou premiers souscripteurs, les savants les plus illustres : De Candolle, Berthollet, Laplace, Monge, Montgolfier, Coulomb, Prony, Vauquelin, Alex. Brongniart ; les industriels les plus éminents : Benjamin Delessert, Scipion Périer, Ternaux, Hartmann, Berthoud, Laffitte, Conté, Desarnod ; des agriculteurs renommés : Bosc, Cels, Silvestre, Teissier, Huzard, Vilmorin, Dietrich ; le Chef de l'Etat et tous les hommes politiques de l'époque ; l'élite, enfin, des hommes du monde, parmi lesquels j'aime à citer Eusèbe de Salverte, dont le nom se perpétue si dignement au milieu de nous.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« En choisissant comme président, le comte Chaptal, dont la personne offrait le triple symbole du savant, du praticien et de l'administrateur, votre Conseil avait voulu donner, dès la naissance de la Société, un signe sensible et permanent de sa propre signification : union dans un grand intérêt national, de la théorie et de la pratique dans les ateliers, sous le contrôle de la prévoyance, de la règle et de l'ordre.

« En lui donnant pour successeur le baron Thénard, la Société ne s'est pas écartée de sa pensée première, car notre illustre et regretté président, réunissait aussi la science la plus haute, l'esprit pratique le plus sûr, aux qualités de l'administrateur prudent et ferme des affaires de l'Université.

« Sans subordonner la pratique à la théorie, vos prédécesseurs et vous-mêmes, vous avez donc compris que la science méritait tous vos respects, qu'elle devait toujours être largement représentée dans votre Conseil, qu'à elle appartenait le dernier mot dans vos discussions.

« La Société d'encouragement est plus jeune que la Société des Arts de Londres; elle s'est formée, à son image, quant à son organisation générale, sous l'inspiration de Pyrame de Candolle et de Benjamin Delessert; mais, dès le premier jour, il faut le remarquer, elle ne s'est pas contentée comme elle, d'appeler dans ses conseils des praticiens, elle s'est immédiatement placée sous le patronage de la science la plus élevée. Elle obéissait ainsi aux traditions du XVIII^e^ siècle et aux principes professés par les membres qui illustraient alors l'Académie des sciences. Notre Société n'a point à regretter d'avoir pris ce parti et d'y avoir persévéré, car c'est ainsi qu'elle a grandi aux yeux de l'opinion, et que sa voix a pu se faire entendre avec autorité, tantôt pour apprécier la valeur des produits ou des procédés de l'industrie, tantôt pour éclairer l'Administration publique.

L'invention, ce fruit merveilleux de l'imagination dirigée par le bon sens, l'invention, cet admirable attribut de l'homme, l'invention, jugée par la science, n'est-ce pas là, la plus noble des magistratures? C'est celle que vous exercez avec la plus ferme indépendance, avec la plus parfaite libéralité.

« S'agit-il de l'Agriculture, à qui de droit revient la première place dans une revue rapide de vos services, n'est-ce pas à vous qu'appartient l'honneur d'avoir conservé à la France l'industrie du sucre de betteraves? Au moment, où l'Etat proposait le rachat des fabriques existantes, où les fabricants de sucre découragés consentaient à leur suppression, où les colonies, la marine et le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fisc la réclamaient comme un bienfait, n'est-ce pas vous qui avez pris la défense de cette belle industrie? N'est-ce pas vous qui avez démontré qu'elle était indispensable au progrès de notre agriculture ; qu'elle amenait l'amélioration du sol soigneusement sarclé et profondément labouré ; qu'elle augmentait la production du blé et celle de la viande ; qu'elle introduisait dans les fermes la connaissance et le maniement des machines ; qu'elle élevait la rente du sol, la valeur du fond, l'intelligence et le bien-être de l'ouvrier des campagnes? N'avez-vous pas, enfin, donné par vos encouragements une sanction sérieuse aux distilleries de betteraves, dont les produits ont permis de réserver à la consommation alimentaire les vins destinés à la chaudière autrefois?

« Les irrigations, le drainage, le gazonnement et le reboisement des terrains en pente, les ravages dus à l'oïdium et au phylloxera n'ont-ils pas été l'objet des études de votre comité d'agriculture, de vos prix et de vos encouragements?

« S'agit-il des Arts chimiques, qui peut avoir oublié la part prise par la Société dans la découverte des moyens de fabrication de l'outremer artificiel? A une époque où cette belle couleur, précieusement enfermée dans des tuyaux de plume, se vendait au poids de l'or, vous n'avez pas hésité à mettre au concours sa production artificielle. Un ancien élève de l'Ecole polytechnique, Guimet, a remporté ce prix et fondé, par suite, la première et la plus importante des fabriques d'outremer. Si cette admirable couleur, réservée jadis à la palette des plus grands peintres, est devenue, aujourd'hui, d'un usage universel et peut être prodiguée dans les décors, la carrosserie, le papier peint, les impressions sur étoffes et l'azurage du papier ordinaire, c'est à votre initiative que cet étonnant résultat est dû ; c'est elle qui a fait naître un commerce annuel, qui se chiffre par millions.

« Si l'industrie du photographe et la science de l'astronome trouvent, à Paris, les verres purs et incolores, le flint et le crown, nécessaires à la construction de leurs objectifs, n'est-ce pas au puissant concours que vous avez accordé à Guinand qu'il faut attribuer la création et le progrès de cette belle industrie? Si la France fabrique une immense quantité de cristaux et de verres, soit teints dans la masse, soit à plusieurs couches, soit peints ou décorés à la moufle, n'est-ce pas encore à vous qu'elle doit ce bienfait? Ne sont-ce pas les prix que vous avez proposés qui ont éveillé le génie inventif d'un ancien élève de l'Ecole centrale, M. de Fontenay, et ouvert la route où s'est précipitée l'industrie verrière d'abord et la céramique à sa suite?

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Les faïences fines à émail dur, les bouteilles à liquides gazeux supportant des pressions réglées, et bien d'autres améliorations industrielles, ne doivent-elles pas être enregistrées au compte des services rendus par votre comité des arts chimiques?

« Le comité des arts mécaniques, de son côté, ne peut-il pas réclamer une part légitime dans le succès obtenu par le bel ouvrage que Poncelet a consacré à l'histoire des découvertes dans les industries qui se rattachent à l'emploi des machines? N'est-ce pas en compulsant vos archives et en discutant avec sa raison supérieure les matériaux qui s'y trouvaient rassemblés, qu'il a réuni une grande partie des documents mis en œuvre avec sa haute autorité?

« Burdin et Fourneyron pour l'invention des turbines, Heilmann pour les peigneuses et tant d'autres inventeurs, n'ont-ils pas trouvé dans ce même comité des excitations, des encouragements et de hautes récompenses?

« Mais, parmi tant de souvenirs qui se présentent à mon esprit, permettez que j'en signale deux qui, à l'intérêt technique ou scientique, joignent un intérêt moral. Si la France a conservé pour un de ses enfants l'invention de la filature du lin, n'est-ce pas à l'examen critique et sévère de ses droits, fait par votre comité, qu'il faut l'attribuer? Philippe de Girard est sorti triomphant de cette épreuve conduite avec tout le soin d'une enquête judiciaire, et personne n'a réclamé contre l'arrêt patriotique rendu par votre Conseil avec toute l'autorité d'un tribunal compétent.

« Si les ouvriers chargés de la taille des meules, à la Ferté-sous-Jouarre, possèdent, enfin, des moyens propres à les mettre à l'abri des dangers que ce travail leur faisait subir, n'est-ce pas encore grâce au concours plein de zèle que vous avez prêté à l'association, formée en vue de provoquer la découverte des procédés hygiéniques recommandés par votre Commission?

« Je m'arrête, ou plutôt je termine en rappelant que c'est vous qui avez signalé les premiers et qui avez recommandé, après vérification incontestable, ce procédé miraculeux alors, par lequel Appert arrêtait la fermentation et la putréfaction des matières alimentaires. Ce fait inexplicable, vous l'avez affirmé; la confiance qu'il méritait, vous vous en êtes portés garants; la pratique avait devancé la science, vous avez rendu justice à la pratique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Avec quel bonheur, cependant, quand l'heure de la science est venue, à son tour, vous l'avez honorée en la personne de notre illustre collègue, M. Pasteur, expliquant le procédé d'Appert, l'élevant à la généralité la plus haute et ouvrant, par ses découvertes, des perspectives nouvelles à la science, des méthodes de travail et de conservation neuves et sûres à la préparation des liquides fermentés, une route féconde et inexplorée à l'hygiène et à l'art de guérir.

« Un comité plus jeune que les précédents, le comité des beaux-arts, n'a pas encore une longue histoire à invoquer comme eux, et, cependant, ne trouverait-on pas dans les souvenirs du Conseil des titres dont il aurait droit de se prévaloir? La lithographie, à ses débuts, n'a-t-elle pas été, parmi nous, l'objet d'une sollicitude empressée? Aucun de ses progrès vous a-t-il été indifférent ou étranger; beaucoup d'entre eux n'ont-ils pas été provoqués par vous? La photographie n'est-elle pas dans le même cas, et n'avez-vous pas été les premiers à rendre justice aux deux Niepce, à Daguerre, à Poitevin, qui, créant cet art nouveau lui ont donné son cachet scientifique, sa touche artistique, son caractère pratique et en ont fait la base d'un immense commerce?

« Les comités techniques n'ont jamais dévié devant les obstacles; ils ont toujours cherché dans la science la plus haute, un point d'appui pour l'industrie, un guide à travers les difficultés. Le comité des beaux arts cherchera, de son côté, dans le sentiment du goût le plus pur, la règle de ses décisions.

« En 1851, au moment où, pour la première fois, l'Exposition universelle de Londres mettait sous les yeux de l'Angleterre surprise, les inventions industrielles du génie français, les admirables étoffes de Lyon et de Mulhouse, les meubles et les papiers peints de Paris, les membres anglais du comité des Présidents s'écrièrent : « La Science et l'Art sont de l'argent. »

« C'était là une grande vérité que le temps a consacrée. La science pure, l'art le plus élevé sont les meilleures sources de fortune pour les manufactures et les ateliers. Le Vrai, le Beau exercent sur l'humanité une attraction qu'elle peut passagèrement dédaigner à certaines époques d'impuissance, ou méconnaître dans certaines contrées dans l'enfance, mais le Vrai et le Beau reprennent, tôt ou tard, leur empire absolu.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« La Science et l'Art, le Vrai et le Beau, répétons-le, à l'honneur de l'espèce humaine et comme preuve de la dignité de son origine et de la grandeur de ses destinées, la Science et l'Art, le Vrai et le Beau sont de l'argent, c'est-à-dire conduisent à toutes les découvertes utiles, s'imposent à tous les consommateurs délicats ou entraînés par l'exemple.

« Messieurs et bien chers collègues, vos comités ont toute la gloire et, cependant, qui de nous voudrait méconnaître la part qui revient à la Commission des fonds, à nos éminents secrétaires et à l'administrateur si dévoué de la Société ? Depuis quelques années, les travaux de la Ville de Paris nous ont créé des difficultés imprévues que leur sagesse a surmontées. Les événements politiques ont porté quelque trouble dans la situation de nos sociétaires; ces brèches ont été réparées. Si la Société n'a pas encore entièrement vaincu les obstacles qui lui sont survenus de toutes parts et parfois bien à l'improviste, la vigilance de vos censeurs nous assure non-seulement un avenir calme, mais encore un avenir prospère et digne des grands desseins qu'il vous appartient de former dans l'intérêt de l'Industrie française. Saluez donc, mes jeunes collègues, saluez cet avenir qui n'est pas fait pour moi, avec confiance et sécurité.

« Et si j'exprime le regret que nous ayons attendu si longtemps pour songer à une réunion amicale comme celle que vous avez bien voulu provoquer à mon occasion; si j'énonce l'espoir qu'on n'attendra pas cinquante ans pour la renouveler, n'est-ce pas vous dire avec quel bonheur je constate la cordiale entente qui se manifeste autour de moi ? En vous remerciant de nouveau du témoignagne d'affection dont je suis l'objet et dont le souvenir ne s'effacera pas de mon cœur, je porte de toutes les forces de mon âme, et avec une patriotique conviction, un toast à la prospérité croissante de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, au maintien des nobles et indépendantes traditions qui la dirigent depuis sa naissance, à l'union perpétuelle des membres de son Conseil ! »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

HORLOGERIE.

Rapport fait par M. Haton de la Goupillière, *au nom du comité des arts mécaniques, sur une* horloge mystérieuse *de* M. E. Rosset, 33, *rue Neuve-Saint-Augustin.*

Messieurs, M. Rosset a soumis à votre appréciation une horloge mystérieuse construite par lui dans des conditions intéressantes. L'aspect artistique qu'elle présente, au premier coup-d'œil, est celui d'une statuette soutenant d'une main un axe horizontal sur lequel oscille un balancier compensé, alourdi à sa partie inférieure par une boule étoilée et surmonté au-dessus de son point de rotation par un cadran de verre. Au centre de ce dernier se trouvent les deux aiguilles. L'examen le plus minutieux ne permet d'apercevoir aucune connexion de mouvement entre ces dernières et la boule, dans laquelle on pressent facilement que doit être caché le mécanisme moteur. Cette connexion, en effet, n'existe nullement, et le principe du mouvement des aiguilles est différent de celui d'une transmission cinématique empruntée aux organes ordinaires des machines.

Dans le moyeu de la rotation des aiguilles se trouve dissimulée une petite masse, qui surmonte l'extrémité d'un levier articulé par le bas au cadran de verre. Lorsque celui-ci oscille à droite et à gauche, cette masse chavire successivement, de chaque côté de sa position moyenne, dans le petit logement qui lui est ménagé. Un pied de biche qu'elle actionne dans ce mouvement alternatif fait mouvoir un rochet, et celui-ci commande la grande aiguille par l'intermédiaire d'un rouage destiné à ralentir suffisamment la rotation. Une minuterie ordinaire, mais très-petite et également cachée dans le moyeu, emprunte à cette aiguille le mouvement de celle des heures.

Quant à l'oscillation motrice du pendule dans son ensemble, elle est obtenue de la manière la plus simple. Un mouvement d'horlogerie renfermé dans la boule inférieure ferait osciller sur le centre de cette boule un balancier remontant, si ce centre était fixe et le balancier libre à son extrémité. Mais, au contraire, la boule est indépendante et l'extrémité du balancier, disposée en forme de fourchette, embrasse un petit axe horizontal fixé à la statue. C'est donc la boule qui obéit à la réaction mutuelle, et qui prend le mouvement voulu d'oscillation.

Cette combinaison, Messieurs, a semblé à votre comité des arts mécaniques ingénieuse en principe, et bien mise en œuvre. Nous ne devons pas

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dissimuler toutefois qu'elle occasionne, bien qu'à un faible degré, un sensation particulière et plutôt fâcheuse, en raison de l'habitude inconsciente, mais invétérée, que nous avons de voir les cadrans d'horloges fixes dans l'espace, tandis que celui-ci se balance en obligeant l'œil à le suivre pendant un instant dans cette oscillation pour pouvoir lire l'heure. Nous ne vous en proposons pas moins de remercier M. E. Rosset de son intéressante communication, et d'ordonner l'insertion du présent Rapport dans le *Bulletin* de la Société avec une planche à l'appui.

Signé : Haton de la Goupillière, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 29 *novembre* 1878.

LÉGENDE RELATIVE A LA PENDULE MYSTÉRIEUSE DE M. ROSSET REPRÉSENTÉE PLANCHE 100.



Le dessin ci-contre représente une vue perspective de la pendule et de la statuette qui la supporte.

La planche 100 donne les détails du mécanisme.

Fig. 1. Vue de profil de la pendule (sans la statuette qui la supporte), avec section de la boule étoilée du balancier.

Fig. 2. Section verticale, agrandie de quatre fois, du moyeu de la rotation des aiguilles et du petit mécanisme qu'il renferme ; le cadran est enlevé.

Fig. 3. Vue des deux aiguilles sur leur face postérieure, avec section du mécanisme ; cette figure est à une échelle double de l'exécution.

Fig. 4. Vue à la même échelle du pied de biche et du rochet qu'il actionne.

A, tige fixe de suspension de la pendule, soutenue par la main droite de la statuette (fig. 1).

B, axe horizontal fixé à la tige A, et sur lequel oscille le balancier compensé.

C, balancier compensé.

D, cadran de verre avec ses aiguilles, surmontant le balancier C, avec lequel il fait corps et qu'il suit, par conséquent, dans ses oscillations.

E, boule fixée à l'extrémité inférieure du balancier, et contenant le mouvement d'horlogerie qui actionne la fourchette motrice dudit balancier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

F, fourchette motrice du balancier C, dissimulée derrière ce balancier et mise en mouvement par le rouage d'horlogerie de la boule E.

G, petit axe fixe embrassé par la fourchette F et fixé à l'extrémité inférieure de la tige A.

H, moyeu de la rotation des aiguilles, placé au centre du cadran de verre.

I, petite masse placée dans le moyeu H.

J J′, levier portant la masse I et articulé par le bas au moyeu du cadran.

J′, axe d'oscillation du levier J J′ et, par conséquent, de la masse I.

Grâce à cette disposition, on voit de suite que, chaque fois que le cadran s'incline à droite ou à gauche avec le balancier qui le supporte, la petite masse I oscille également autour de l'axe J′.

K, pied de biche actionné par la masse I (fig. 4).

L, roue à rochet commandée par le pied de biche K.

M, rouage transmettant à la grande aiguille, en le ralentissant, le mouvement de la roue à rochet L (fig. 2).

N, minuterie de la petite aiguille, mise en mouvement par la grande.

Il faut que la masse I fasse 80 oscillations, dont 40 à gauche et 40 à droite, pour que la grande aiguille franchisse une minute ; pour les 60 minutes de l'heure, il faut donc que la masse fasse 480 oscillations. Plus le balancier est long (ce qui dépend de la hauteur de la pendule), moins le rochet contient de dents et, par conséquent, moins la masse fait d'oscillations.

O, O′, sont des pointes d'arrêt pour limiter, dans les deux sens, les oscillations de la masse I (fig. 4).

(M.)

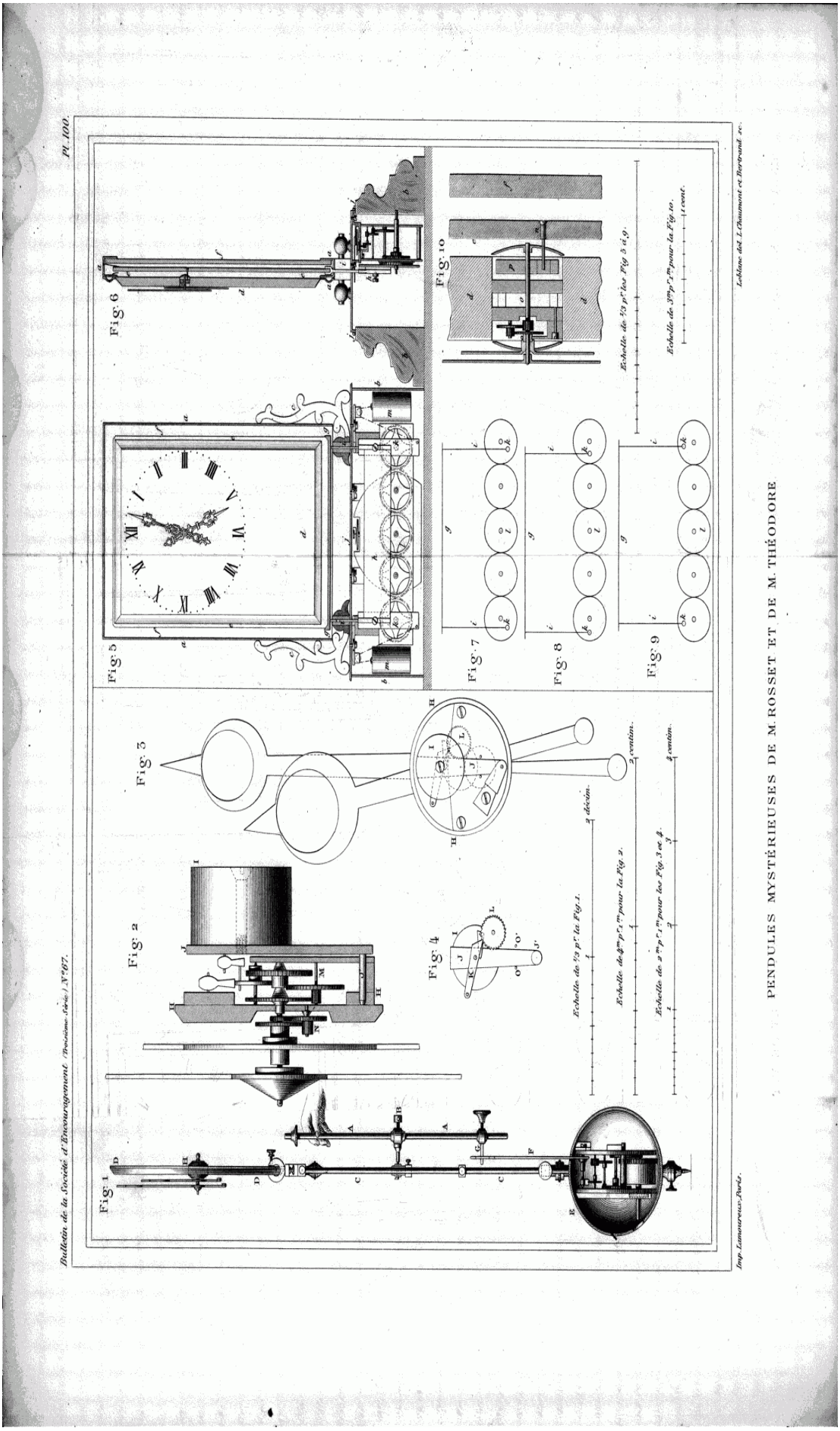
HORLOGERIE.

RAPPORT *fait par* M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE, *au nom du comité des arts mécaniques, sur une* HORLOGE MYSTÉRIEUSE *imaginée par* M. THÉODORE, *ancien bijoutier, à Bry-sur-Marne* (*Seine*).

Messieurs, M. Théodore a soumis à votre appréciation une horloge mystérieuse. Son dispositif peut être, dans une certaine mesure, considéré comme ayant pour point de départ celui de M. Cadot qui a fait l'objet d'un rapport, approuvé par vous, dans votre séance du 12 janvier 1877 (1); mais M. Théodore y a apporté un perfectionnement assez important, pour que nous pen-

(1) Voy. *Bulletin* de la Société d'encouragement, 3e série, t. IV, p. 420.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sions devoir appeler votre attention et votre approbation sur ce nouvel appareil.

La pendule se compose d'un socle, sur lequel se dresse verticalement un cadre métallique rectangulaire. L'intérieur de ce cadre est occupé par une glace transparente, sur laquelle on a dessiné les heures d'un cadran. Les deux aiguilles sont montées sur un simple bouton fixé à la glace, et évidemment trop petit pour pouvoir renfermer un mouvement d'horlogerie avec tout ce qui le constitue. On arrive ainsi à laisser en suspens l'intelligence du spectateur pour saisir la cause du mouvement des aiguilles.

Le mouvement moteur est logé dans le piédestal. Il a pour effet de faire tourner deux excentriques situés aux extrémités du socle. Ces derniers manœuvrent leurs bielles ou pompes verticales, qui sont articulées à la glace. Mais, ici, une distinction devient nécessaire. Il y a, par le fait, dans le cadre, trois plaques de verres superposées, à savoir : deux vitres fixes et une glace mobile entre les deux. La vitre postérieure ne joue absolument qu'un rôle protecteur. Celle qui est située en avant porte la graduation et le bouton avec ses aiguilles, et la glace d'entre-deux est directement articulée aux pompes. Elle prend, d'après cela, un mouvement de translation, puisque deux de ses points sont animés de mouvements identiques. Cette translation circulaire met d'ailleurs une heure à s'accomplir, comme le déplacement des excentriques eux-mêmes. Il va sans dire que pour permettre ce mouvement, les dimensions de la glace sont un peu moindres que celles du cadre, mesurées dans le fond des rainures, et qu'elle y peut jouer, grâce aux petits intervalles dissimulés derrière la largeur des côtés de ce cadre.

En un point de la glace mobile se trouve implanté un petit bouton de manivelle, à une distance du centre du moyeu des aiguilles, moindre que le rayon de ce dernier. La translation circulaire de la glace détermine ainsi une rotation autour du point de centre de la petite minuterie cachée dans ce moyeu. On actionne, d'après cela, cette minuterie d'une manière rigoureusement synchrone du mouvement moteur logé dans le socle.

Le dispositif introduit par M. Théodore présente, sur l'ancien mécanisme de M. Cadot, trois avantages essentiels :

En premier lieu, la régularité est complétement assurée. En effet, la connexion est ici géométrique, tandis que le précédent appareil fonctionnait à l'aide d'un rochet et d'un pied-de-biche. Or, le jeu inévitable de ce genre d'organes expose à ce que des vibrations un peu violentes, telles que celles

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que détermine parfois le roulement d'une voiture, puissent faire sauter une dent et compromettre ainsi le synchronisme.

En second lieu, le même motif rend ces horlorges plus facilement transportables, puisqu'elles fonctionneront d'une manière nécessaire, même dans une position inclinée.

Enfin, la glace possédant un mouvement de translation sans aucun déplacement angulaire, tous ses points décrivent des cercles égaux. On y peut, par suite, disposer autant de boutons de manivelle que l'on voudra pour faire marcher autant de couples d'aiguilles le long de leurs cadrans respectifs. On pourra ainsi, par exemple, présenter à la fois, avec un seul mouvement, l'heure de plusieurs villes.

Il a semblé, Messieurs, à votre comité des arts mécaniques que ces perfectiontionnements présentaient assez de valeur, pour que nous puissions avoir l'honneur de vous proposer de remercier M. Théodore de son intéressante communication et d'ordonner l'insertion du présent Rapport dans le *Bulletin* de la Société, avec les dessins nécessaires à l'appui.

Signé : Haton de la Goupillière, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 14 *février* 1879.

LÉGENDE DE LA PENDULE MYSTÉRIEUSE DE M. THÉODORE, REPRÉSENTÉE PLANCHE 100.

Fig. 5. Vue de face de la pendule, avec section du cadre renfermant les trois glaces et du socle montrant le mécanisme moteur.

Fig. 6. Section transversale par un plan vertical perpendiculaire à celui de la fig. 5 et passant par le centre du cadran.

Fig. 7, 8 et 9. Épures de démonstration.

Fig. 10. Détail à grande échelle de la petite minuterie cachée dans le moyeu des aiguilles.

a, cadre vertical entourant les trois glaces.

b, socle de la pendule contenant le mécanisme moteur.

c, ornements servant à assujettir le cadre *a* sur le socle.

d, glace antérieure fixe à biseau, portant le cadran et les aiguilles.

e, glace intermédiaire mobile, donnant le mouvement à la minuterie des aiguilles.

f, glace postérieure fixe.

Les figures 5 et 6 indiquent que ces trois glaces sont de grandeurs différentes; celle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de devant, la plus courte et celle de derrière, la plus grande, sont assujetties dans les rainures du cadre, laissant entre elles un espace suffisant pour permettre le jeu de la glace intermédiaire *e*, dont la rive supérieure glisse entre deux petites lames de ressort.

g, gouttière horizontale, dans laquelle est assujettie la rive inférieure de la glace mobile *e;* elle est dissimulée dans l'épaisseur du cadre.

h, plaque dite porte-glace, placée dans le socle et soutenant la glace mobile et sa gouttière au moyen de deux tiges verticales *i*, *i*.

i, *i*, tiges verticales reliant la glace mobile à la plaque *h;* elles traversent la base du cadre et sont dissimulées dans la partie inférieure des ornements *c*.

j, plaque horizontale formant le dessus du socle de la pendule, et à laquelle est fixé le mécanisme moteur ou mouvement d'horlogerie.

k, excentriques avec bielles placés à chaque extrémité et en dessous de la plaque *h*, et donnant le mouvement aux tiges *i* et, par conséquent, à la glace *e;* les épures des figures 7, 8 et 9 indiquent trois des positions que prend le système par suite de la rotation des excentriques.

l, roue fixée sur la tige des minutes dans le mécanisme d'horlogerie (fig. 5) et communiquant, de chaque côté, le mouvement aux excentriques *k* par l'intermédiaire de quatre mobiles.

m, contre-poids cylindriques servant à équilibrer le porte-glace, auquel ils sont reliés par des fils passant sur de petites poulies.

En résumé, on voit que c'est la roue *l* qui actionne la glace mobile. Voici maintenant par quel artifice la minuterie des aiguilles est mise en mouvement :

n, petite vis implantée dans la glace mobile *e* à une petite distance de son centre, et suivant la glace dans son mouvement de rotation (fig. 10) ; son extrémité intérieure pénètre dans le moyeu des aiguilles et va se fixer dans une petite poulie à laquelle elle sert de manivelle.

o, axe de la minuterie logée dans le moyeu des aiguilles.

p, poulie calée sur l'axe, mise en mouvement par la vis *n* et commandant la minuterie des aiguilles.

(M.)

COMITÉ DES ARTS ÉCONOMIQUES

RAPPORT *fait par* M. DE LUYNES *sur la* FABRIQUE D'ENCRES TYPOGRAPHIQUES ET LITHOGRAPHIQUES *de* M. CHARLES LORILLEUX, *rue Suger*, 14, *à Paris*.

Messieurs, M. Charles Lorilleux a soumis à l'examen de la Société une collection complète des produits préparés dans ses usines de Chante-Coq à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Puteaux, et de Nanterre. Le premier de ces établissements est consacré à la fabrication des encres typographiques et lithographiques, des couleurs et des vernis. L'usine de Nanterre produit les noirs de fumée qui entrent dans la composition des encres.

Ces encres s'obtiennent en effet par le mélange intime du noir de fumée ou des couleurs avec les vernis. Primitivement, l'imprimeur préparait son encre lui-même, en broyant à la molette avec de l'huile de lin cuite le noir de fumée ou les matières colorantes; mais aujourd'hui, les publications sont devenues si nombreuses, la presse s'est tellement développée qu'il faut livrer chaque jour à la consommation des quantités d'encres considérables, qui ne peuvent être produites que dans une usine munie d'un outillage puissant. Fondée à Puteaux en 1818, par M. Lorilleux père, sur des bases modestes, l'usine de Chante-Coq se développa lentement, mais d'une manière continue, pendant 25 ans; en 1852, M. Charles Lorilleux, d'abord associé de son père, resta seul à la tête de la maison. C'est de cette époque que datent la transformation complète de l'usine, son agrandissement et la fondation à Nanterre de la fabrique de noir de fumée.

La fabrication d'une bonne encre d'impression est difficile; car une bonne encre doit satisfaire à plusieurs conditions pour posséder les qualités exigées par l'emploi. Elle doit être d'abord siccative pour sécher rapidement sur le papier, mais pas assez pour sécher sur le rouleau d'impression; elle doit conserver, autant que possible, la même force et la même densité malgré les changements de température; car, tels vernis, très-épais et très-tirants pendant l'hiver, deviennent très-doux pendant l'été; il faut éviter, entre le colorant et le vernis, les réactions chimiques qui rendraient l'usage de l'encre impossible. Enfin, l'encre ne doit pas tacher le papier, ni perdre avec le temps sa couleur première. Il a donc fallu surmonter bien des difficultés pour arriver à fabriquer, par grandes masses, des encres possédant d'une manière constante les qualités reconnues dans celles qui sortent des usines de M. Charles Lorilleux.

La fabrication des encres comprend :

1° La préparation des vernis;

2° La préparation des noirs et des matières colorantes;

3° Le mélange intime des éléments qui doivent constituer l'encre. Cette dernière opération est importante; car la très-petite épaisseur de la couche d'encre déposée sur le papier ne permet que l'emploi des colorants insolubles dans les vernis.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La préparation des vernis est une chose délicate. En effet, la bonne qualité d'un vernis ne tient pas seulement à la nature de la matière première, mais à la manière dont la cuisson est dirigée; et comme l'emploi d'une encre dépend surtout de la nature du vernis, et que pour l'imprimeur il n'y a de bonne encre que celle qui s'emploie facilement, on comprend qu'il soit nécessaire d'apporter le plus grand soin à cette opération. Il y a deux sortes de vernis. Les uns sont obtenus par la cuisson des huiles de lin, les autres au moyen d'un mélange d'huile de résine et de résine; ces derniers sont destinés aux encres à journaux, dont le tirage rapide exige une dépouille facile et un séchage presque instantané; ce qui se comprend pour les feuilles dont le tirage à l'heure dépasse 28 000 et atteint 600 000 exemplaires par jour. Les huiles de lin, que M. Charles Lorilleux se procure au moyen d'une fabrication spéciale, subissent d'abord dans l'usine une purification par un repos de deux années dans des réservoirs à température constante, et par des soutirages successifs qui permettent de séparer les matières étrangères et d'obtenir une huile blanche et limpide. L'huile, ainsi purifiée, est cuite dans des chaudières chauffées à l'air chaud et complétement isolées des foyers des fourneaux, afin d'écarter toute chance d'incendie. La masse, qui pèse 2 500 kilog., est remuée pendant la cuisson, qui dure de 24 à 56 heures, par un agitateur mécanique dont l'emploi évite à l'ouvrier une besogne pénible et malsaine. En réglant bien la température et la durée de la cuisson, on obtient un vernis limpide et coulant, et l'on évite la formation de cette matière analogue au caoutchouc qui résulte d'une application brutale de la chaleur et qui est impropre à la confection des encres. Il n'y a jamais moins de 100 000 kilog. d'huile en traitement dans l'usine de Chante-Coq; les journaux consomment environ, par an, 300 000 kilog. de vernis à base de résines.

La préparation des noirs, primitivement faite à Charleroi, est maintenant concentrée dans l'usine que M. Charles Lorilleux a établie à Nanterre. Les noirs sont obtenus par deux procédés : soit au moyen de lampes spéciales, dans lesquelles les huiles sont brûlées et qui donnent un noir doué de propriétés particulières, et réservé pour la fabrication des encres fines; soit par la décomposition des huiles de naphtaline et la combustion des produits qui en résultent. Ce procédé, dû à M. Charles Lorilleux, consiste à faire tomber goutte à goutte l'huile lourde dans une cornue convenablement chauffée. Les produits gazeux ou volatils se dégagent par un long tube, à l'extrémité duquel on les enflamme sous une vaste cloche en tôle; le noir, entraîné par un courant d'air, se dépose dans des chambres de 3 000 mètres

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cubes de capacité. Le noir obtenu par ces deux méthodes est ensuite soumis à la calcination, dans des fours. La fabrication du noir léger, à Nanterre, dépasse 12 000 kilog. par mois.

Les matières colorantes sont préparées à l'usine de Puteaux. Nous n'avons qu'à signaler le soin avec lequel se fait cette préparation, dans laquelle les matières colorantes nouvelles ont reçu d'intéressantes applications. Dans les épreuves de chromo-lithographie exposées devant la Société, on a remarqué de belles laques d'alizarine, de galléine, d'éosine et une gamme nouvelle de couleurs solides.

La dernière phase de la fabrication des encres est le mélange et le broyage du vernis et de la matière colorante. Le broyage surtout est l'opération fondamentale de la fabrication des encres, puisque, avec les meilleures matières, on n'obtiendrait qu'une mauvaise encre si ce broyage n'était pas parfait. Le broyage s'effectue dans un atelier où sont installées 90 broyeuses dont les cylindres sont en fonte ou en granit, suivant qu'elles servent aux encres noires ou aux encres de couleur. L'installation de cet atelier est très-remarquable. Les broyeuses sont mises en mouvement par trois machines de Marinoni, d'une force de cinquante chevaux chacune, au moyen de transmissions souterraines, et la distribution du travail a été réglée avec tant d'intelligence, que quatre hommes suffisent pour diriger cette importante fabrication. En sortant du broyage, les encres sont emmagasinées et classées par force et par numéros. Elles sont prêtes alors à être livrées à la consommation.

Toutes les opérations qui viennent d'être décrites s'exécutent dans des bâtiments spéciaux, isolés les uns des autres, construits d'après un plan d'ensemble, de manière à assurer le travail dans les meilleures conditions de régularité, de sécurité, d'économie et de moindre fatigue pour les ouvriers.

Nous ne pouvons pas entrer dans le détail de tous les genres d'encres employées dans l'impression. Les encres typographiques, qui comptent au moins 12 numéros, diffèrent des encres lithographiques qui sont plus compactes. Aux encres noires il faut joindre les encres de couleur, dont la variété est grande. Chaque impression spéciale exige une encre qui lui convienne; de là un détail infini dans la composition des encres exigées par chaque consommateur. Pour répondre à des besoins si variés et si nombreux, M. Charles Lorilleux a annexé à sa fabrique une véritable administration dirigée avec le plus grand ordre, ainsi qu'un atelier d'impressions typographiques et lithographiques. Chaque encre fabriquée y est essayée, et, à chaque

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

livraison, correspond un dossier qui permet de retrouver la nature du produit livré et de faire droit aux demandes ou aux réclamations; et comme une bonne encre peut donner un résultat défectueux, si le papier est de mauvaise qualité, et peut notamment produire le jaunissage ou auréole jaune autour des caractères, ce qui est un inconvénient des plus graves qui puisse se présenter, M. Charles Lorilleux soumet le papier à l'épreuve en le recouvrant d'un peu d'encre et en l'exposant, pendant plusieurs jours, à la température de 25° à 30°. Si l'encre s'entoure d'une auréole jaune, il faut augmenter ses propriétés siccatives; c'est pourquoi M. Lorilleux fabrique un siccatif spécial qui lui permet de modifier la nature de l'encre, de manière à éviter le jaunissage.

Enfin, il nous reste à dire que les usines de M. Charles Lorilleux comprennent les fabrications accessoires se rattachant à l'emploi des encres, et notamment celle des rouleaux d'impression qui y occupe une place importante.

Les détails qui précèdent suffisent pour faire apprécier l'importance de la fabrication de M. Lorilleux; mais si l'on est surpris de la quantité considérable d'encres qu'il livre à la consommation, on est bien plus étonné encore en réfléchissant à la proportion du papier sur lequel on les dépose, quand on sait qu'un kilogramme d'encre suffit pour imprimer 1 300 exemplaires des feuilles de journaux à grand format et plus de 3 000 exemplaires de feuilles de petit format.

En résumé, Messieurs, M. Charles Lorilleux a le mérite d'avoir élevé aux proportions d'une grande industrie la fabrication des encres d'impression; il a su réaliser la préparation de ces encres par masses considérables, au moyen d'une installation mécanique très-remarquable qui lui permet d'obtenir à la fois une grande économie de main-d'œuvre et une qualité supérieure du produit fabriqué. Votre comité des arts économiques a examiné avec intérêt la communication de M. Charles Lorilleux, et il vous propose de le féliciter des résultats qu'il a obtenus et d'ordonner l'impression du présent Rapport au *Bulletin* de la Société.

Signé : V. DE LUYNES, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 25 *avril* 1879.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMITÉ D'AGRICULTURE.

RAPPORT *fait par* M. BELLA *sur les* PROCÉDÉS EMPLOYÉS POUR LE DRESSAGE DES CHEVAUX REBELLES, *par* MM. DEFOY *et* MOREAU, *rue Mesnil*, 14, *à Passy-Paris*.

Messieurs, votre comité d'agriculture a renvoyé à notre examen plusieurs moyens d'arrêter et de maîtriser les chevaux emportés ou méchants. De ces moyens, la plupart emploient la violence et, par cela même, nous semblent devoir être écartés. Il n'est pas bon que l'homme lutte de force avec des animaux plus forts que lui; il les exaspère presque toujours et provoque trop souvent des rancunes suivies de catastrophes.

Nous devons cependant faire exception pour l'*aveugleur* Vacher, qui, sans violence aucune, enlève tout à coup et au moment voulu la lumière au cheval emporté et lui ôte ainsi toute sécurité de mouvements, ce qui permet souvent de l'arrêter. Mais cet appareil ne répond qu'au cas de chevaux qui s'emballent et s'emportent, et ne semble pouvoir être employé que par le cavalier ou le cocher qui conduit un cheval monté ou attelé; il est peu applicable aux nombreux cas de méchanceté qui empêchent de panser, de harnacher ou de ferrer et d'atteler les chevaux rétifs.

Il n'en est pas de même du moyen qui a été proposé à votre examen par MM. Defoy et comp., moyen qui est basé sur un emploi nouveau et très-modéré de l'électricité.

L'appareil est un électro-aimant renfermé dans une petite boîte de $0^m,12$ de largeur et $0^m,18$ environ de hauteur. Il est très-facilement transportable et peut être aisément manié par un aide, soit à pied, soit en voiture; il pourrait être ainsi installé sous la main du cocher ou du cavalier. Il est bien connu sous le nom d'*appareil de Clarck*. Il n'est d'ailleurs qu'un accessoire dans l'objet du brevet, qui repose tout entier, disent les auteurs, dans l'emploi de l'électricité au moyen des mors, muserolles, caveçons et gourmettes de leur invention.

Tous ces engins, qui ont pour but de recevoir et de transmettre l'électricité au cheval en expérience, se distinguent par un corps isolant, placé en leur milieu, de manière à forcer le courant électrique à passer à travers les organes du cheval qui les supporte.

Mais nous devons noter que ce courant est assez faible pour que nous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ayons pu le recevoir et le supporter sans inconvénients, bien qu'il fût tout à fait analogue à celui appliqué aux chevaux en expérimentation. Les auteurs de ce moyen, en effet, se gardent bien de produire sur les chevaux qui leur ont été soumis un courant électrique de nature à occasionner de fortes secousses, et nous avons remarqué qu'ils en suspendent l'effet aussitôt que cesse la résistance des chevaux méchants ou leurs mouvements offensifs, tandis qu'ils leur parlent et les caressent constamment.

Pour apprécier l'efficacité des moyens proposés par MM. Moreau et Defoy, nous les avons conduits, le 5 février, à celui des dépôts de la Compagnie générale des omnibus dans lequel sont concentrés les chevaux les plus méchants et les plus dangereux, et nous leur avons présenté d'abord les quatre sujets les plus redoutés.

Le premier, cheval hongre, très-difficile à ferrer, fut amené à la forge où il se montra extrêmement méchant et où il ne put être réduit à donner un pied que par la plate-longe manœuvrée par quatre hommes. Ordinairement, quand on doit le ferrer, on a la précaution de lui faire faire deux tours d'omnibus, au lieu d'un, afin de lui infliger une fatigue excessive; mais, ce jour là, on n'avait pas pris cette précaution et on le livra aux expérimentateurs non fatigué et fort irrité par la tentative faite pour lui lever les pieds.

L'opération ne donna d'abord aucun résultat; l'animal ruait, se cabrait, cherchait à écraser l'opérateur contre le mur et nous allions conclure à l'inefficacité de l'électricité pour l'assouplir, lorsqu'on s'aperçut que le fil métallique de la guide-conducteur était cassé; on changea donc de guide-conducteur et l'opération recommença, cette fois, avec un plein succès. Au bout de quelques minutes, le cheval rétif, encore irrité et frappant du pied, se laissa caresser l'encolure et le dos, puis toucher les jambes et finalement relever les pieds de derrière toujours les plus difficiles à aborder et à relever. On frappa sur le fer sans qu'il se révoltât, et finalement on lui changea ses fers, sans qu'il fut entravé et sans qu'il recommençât ses dangereuses défenses.

Deux autres chevaux, l'un hongre, fort difficile à panser et à harnacher, l'autre entier, très-rétif au ferrage, furent amenés et calmés, assouplis, réduits à l'obéissance relative en peu de minutes.

Le quatrième, le plus dangereux de tous, fut amené *masqué* afin de mettre le personnel à l'abri de ses attaques. Il est *amoureux de l'homme;* il le sent, sans montrer d'abord de méchanceté et se jette sur lui, le frappant des pieds

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de devant et voulant le dévorer. On lui enleva son masque, et on lui appliqua le courant électrique toutes les fois qu'il fit un mouvement offensif; au bout de dix minutes, on put le ramener à son écurie sans lui remettre son masque et sans qu'il se jetât sur les hommes qui le conduisaient; il est vrai que l'opérateur était à côté et devant lui, avec son appareil, de sorte qu'il put continuer à agir sur lui; mais le résultat nous parut beaucoup moins satisfaisant sur ce cheval que sur les trois premiers.

Il importait, d'ailleurs, de s'assurer que les effets obtenus pendant cette séance seraient durables, et nous ajournâmes MM. Moreau et Defoy à huitaine.

Le 13 février, nous présentâmes les quatre sujets d'expérience dans le même ordre que le jeudi précédent, et nous pûmes constater que tous, excepté le dernier, avaient si bien conservé le souvenir de leur première leçon, qu'on put leur lever les pieds, les étriller et les harnacher sans même recourir à l'électricité. Quant à l'*amoureux*, ce fut différent; le matin même il avait voulu se jeter sur le chef du dépôt qu'il affectionne à sa manière, tout particulièrement ; il lui fallut une deuxième leçon, mais on put le reconduire sans masque et sans guide-conducteur.

Dans cette séance, on présenta à la forge deux nouveaux chevaux qui jouissent dans l'établissement d'une détestable réputation. Le premier rue, mord, frappe des pieds de devant et est très-difficile à ferrer; il a été très-vite dompté par l'effet de l'électricité, et le maréchal qui le redoutait a pu facilement lui lever les quatre pieds sans recourir à aucune entrave, ni au tord-nez. Le deuxième, difficile à harnacher, et à atteler, a été moins facile à réduire et aura besoin d'une nouvelle leçon.

Nous désirions, d'ailleurs, éloigner davantage l'examen définitif des chevaux qui s'étaient montrés assez assouplis pour n'avoir pas besoin d'une nouvelle opération, et il était fort intéressant de voir l'effet d'une troisième leçon sur le cheval le plus dangereux et qui s'était montré le plus rebelle aux entreprises de MM. Moreau et Defoy.

Nous nous sommes donc réunis de nouveau le vendredi 21 février, et nous nous sommes fait représenter les six chevaux dans le même ordre que précédemment, sauf l'*amoureux* que nous voulûmes voir dans son écurie, où, disait-on, il était particulièrement difficile. Tous se montrèrent peu rétifs ou méchants; ils se laissèrent lever les pieds, panser, harnacher et déharnacher sans qu'il fût nécessaire de les entraver ni de recourir de nouveau à l'élec-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tricité. Le moyen nous parut donc concluant, et cet avis fut partagé par les vétérinaires et autres employés supérieurs qui nous entouraient, au point que l'achat d'un appareil fut décidé.

Quant à l'*amoureux*, il était encore rebelle et on dut lui mettre la bride munie de la guide-conducteur ; mais on put l'amener dans la cour avec un simple licol et sans masque. Le chef du dépôt qu'il affectionne si dangereusement, put marcher devant sans qu'il sautât sur lui. Quand il s'avançait sur le cheval, celui-ci reculait spontanément; l'effet voulu nous parut complétement atteint à ce moment.

Cependant il nous restait une inquiétude au sujet de l'effet de l'électricité sur les juments et en général sur les chevaux à tempéramment très-nerveux, sur lesquels nous n'avions pas eu l'occasion de l'expérimenter par nous-mêmes. Nous avions vu au manège Duphot deux juments *pisseuses*, évidemdemment très-difficiles et qu'on avait pu réduire ; mais elles étaient arrivées si fatiguées que l'effet ne nous avait pas paru probant. L'effet que nous avions vu produire sur un cheval, dit de sang, très-vif et nerveux, nous donnait à craindre que le résultat ne fut pas uniforme sur tous les chevaux.

L'expérience qui a été faite, le vendredi 14 mars, dans le dépôt de Wagram de la Compagnie des omnibus, sur une jument, est venue confirmer notre inquiétude ; mais l'animal a été réduit depuis lors et s'est montré docile à la volonté de l'homme.

Nous ne chercherons pas à déterminer le mode d'action de l'électricité et son rôle dans la production des effets dont nous avons été témoin ; ce n'est pas la mission qui nous a été donnée. Nous insisterons seulement sur ce fait, très-important à nos yeux, que l'électricité ne produit entre les mains de MM. Moreau et Defoy, aucune commotion violente de nature à galvaniser ni stupéfier les animaux; ceux-ci sont restés plus calmes et plus tranquilles, mais sans rien perdre de leur vigueur apparente et sans qu'ils sortent de leur état normal. Ainsi le cheval n° 1, qui, de tous, a été le plus difficile à réduire et s'est le plus violemment défendu, parce que le fil conducteur de la guide était rompu, était si peu ému à la sortie de la leçon, qu'il a mangé son avoine avec une parfaite tranquilité. Il n'y a donc là rien de comparable à ce qui se produit après les leçons données suivant la méthode Rarey, qui dompte les chevaux par la force et les laisse brisés, épuisés par la fatigue.

Le système de MM. Moreau et Defoy nous semble donc devoir être particulièrement recommandé, parce qu'il constitue un moyen d'éducation et de dressage, de nature à éviter les accidents pour les hommes et pour les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chevaux, bien plus qu'un moyen de contrainte et par conséquent de dépression de l'organisme.

Si nous devions risquer une hypothèse, nous dirions que l'électricité employée à cette dose et dans cette mesure semble être, de la part du cheval qui en reçoit les courants intermittents et momentanés, l'objet d'une surprise qui détourne son attention du but que poursuit sa pensée mauvaise, irritée et vindicative; il ne voit, il ne sent autour de lui qu'un homme qui ne l'a jamais violenté ni puni, mais qui lui parle avec douceur, avec bienveillance, qui évite tout ce qui peut le gêner ou lui faire mal, tandis que la gêne et le trouble que doit lui produire le courant électro-magnétique ne se font sentir, sans qu'il en puisse découvrir l'origine, que lorsque sa méchanceté ou sa vengeance se réveillent. Or, les chevaux ont bonne mémoire, et tous ceux qui sont revenus devant l'opérateur nous ont paru avoir conservé le souvenir de leur première leçon ; ils se sont prêtés sans grandes difficultés à ce qu'on demandait d'eux, si bien que, à l'exception de l'*amoureux de l'homme,* il fut inutile de leur faire sentir à nouveau le courant électrique.

Nous pensons, cependant, qu'il ne faut pas se faire d'illusions sur la durée de l'effet produit par les moyens que MM. Moreau et Defoy soumettent à votre appréciation. La plupart des chevaux méchants le sont devenus à la suite de mauvais traitements, ou tout au moins de traitements peu judicieux eu égard aux caractères plus ou moins dociles, plus ou moins irascibles et sournois ou rancuniers de ces animaux, auxquels il faudrait des palefreniers de choix qu'on trouve rarement en France. Il faut bien le dire, nos hommes, en général, aiment peu les animaux et ne s'en font pas aimer. Ils les abordent sans confiance et ne leur parlent pas, comme le font les palefreniers anglais et allemands.

Or, nous avons observé que la voix a joué un grand rôle dans les expériences d'assouplissement auxquelles M. Defoy s'est livré devant nous, et que, malgré les résultats satisfaisants qu'il a obtenus au grand étonnement de notre personnel, nous ne pouvions pas demander à celui-ci qu'il suivît les exemples de douceur de langage et de patience qu'il voyait si bien réussir.

Il y a là un fait qu'il est très-important de noter.

Le moyen proposé par MM. Moreau et Defoy constitue une heureuse innovation ; non pas qu'on n'ait déjà employé l'appareil de Clarck sur les chevaux ; M. Poré, sous-directeur de la cavalerie des omnibus, l'a lui-même pratiqué alors qu'il était vétérinaire d'un régiment d'artillerie à Besançon, comme moyen curatif d'une lésion des muscles sur une jument.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mais, que nous sachions, il n'avait pas encore été employé pour assouplir, réduire et, finalement, pour dresser des chevaux devenus méchants et rétifs. Or, c'est là ce qui, à nos yeux, en constitue le grand intérêt. On ne l'avait pas non plus, probablement, appliqué avec les précautions et la mesure que mettent en évidence les expériences auxquelles nous avons assisté.

Nous pensons qu'il faut beaucoup de prudence et de tact dans l'emploi de l'électricité, et qu'on arriverait à un résultat opposé à celui qu'on recherche si on l'appliquait énergiquement. La jument à laquelle on l'a appliqué à Besançon, et qui était docile, est devenue méchante sous son action.

MM. Defoy et comp. n'ont pris, du reste, leur brevet que pour le mode d'emploi de l'électricité et pour les appareils auxquels ils ont recours.

En résumé, nous avons expérimenté leur procédé sur sept chevaux, choisis parmi les plus méchants et les plus difficiles dans un effectif de 12 000, et les résultats que nous avons constatés nous permettent d'affirmer que les moyens proposés par MM. Defoy et comp. peuvent rendre de très-grands services, s'ils sont appliqués avec une sage mesure.

Nous n'hésitons donc pas à les recommander à l'attention bienveillante de la Société d'encouragement, et nous demandons l'insertion du présent Rapport dans le *Bulletin*.

Signé : Bella, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 25 *avril* 1879.

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1878.

SUR LA MÉTALLURGIE MODERNE, PAR M. GRUNER, INSPECTEUR GÉNÉRAL DES MINES (1).

« Messieurs, le but que je me propose est de retracer à grands traits les progrès les plus importants de la métallurgie pendant le cours des cinquante dernières années.

« Le siècle dernier a été marqué, dans le domaine de la métallurgie, par deux faits considérables :

« La substitution du combustible *minéral* au combustible *végétal;* et l'invention du four à *réverbère* chauffé à la houille.

« Les réverbères sont, à la vérité, déjà mentionnés par Agricola, comme four de

(1) Discours prononcé par l'auteur lors de l'ouverture du Congrès tenu à Paris, pendant l'Exposition universelle de 1878, par la Société de l'industrie minérale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

coupellation, en 1550, et ils furent même proposés en 1640, par l'Espagnol Barba, pour le grillage et la fusion des minerais d'or et d'argent au Mexique. Mais ce n'est réellement que depuis le commencement du XVIII[e] siècle que les réverbères, chauffés à la *houille*, servirent en Angleterre pour la fusion des minerais de plomb, et, peu après, pour le traitement du cuivre et de l'étain. Leur emploi dans les forges à fer ne remonte même pas au-delà de 1784, date de l'invention du puddlage et des laminoirs à cannelures par Cort.

« D'autre part, les nombreux essais entrepris en Angleterre, pour la fusion des minerais de fer au combustible minéral dans les hauts fourneaux, ne réussirent que vers 1740, et pourtant, dès la fin du siècle, l'usage du coke fut général dans les usines anglaises. Il y eut alors un arrêt momentané, amené sans doute par les guerres de l'empire ; mais, à partir de l'année 1825, on peut signaler dans l'art métallurgique quatre inventions d'importance majeure :

« 1° Le *chauffage du vent*, dont l'emploi remonte à 1828 ;

« 2° La *gazéification* des combustibles solides, vers 1840, à la suite des études auxquelles furent soumis les gaz des hauts fourneaux ;

« 3° L'*accumulateur* de chaleur de M. W. Siemens, pour la production des très-hautes températures, dans les années 1856, à 1861 ;

« Enfin, 4° l'*affinage* Bessemer, qui remonte aux années 1855 à 1862.

« De ces inventions, les trois premières intéressent non-seulement tous les métaux, mais encore la plupart des industries basées sur l'emploi du feu. A ces quatre inventions capitales viennent d'ailleurs se joindre divers perfectionnements de moindre importance, que je ne puis passer sous silence. Ce sont les modifications successives du puddlage et des fours à cuve, les fours annulaires pour le grillage des minerais et la cuisson des briques, les divers modes de désargentation des plombs d'œuvre, le traitement des minerais d'argent par voie humide, etc., etc.

« La plupart des inventions, que je viens de rappeler, ont eu surtout pour but de réduire, dans une notable proportion, le poids des combustibles consommés. Outre cela, on a aussi recherché l'amélioration du produit fabriqué et la diminution de la main-d'œuvre. Pour pouvoir apprécier les effets produits par l'ensemble de ces modifications, je vais citer quelques chiffres :

« Dans nos études sur l'Angleterre, en 1861, nous avons constaté, avec M. Lan, qu'en 1830 on consommait, en Angleterre, douze à quinze tonnes de houille par tonne de gros fer fini, et qu'en France, à la même époque, on en brûlait quinze tonnes au Creusot, et même exceptionnellement jusqu'à vingt-six tonnes à Decazeville. De 1830 à 1861, grâce surtout à l'emploi de l'air chaud dans les hauts fourneaux, la consommation fut ramenée en Angleterre à six ou sept tonnes, et en France, où le gaz des hauts fourneaux et les flammes perdues des réverbères furent mieux utilisés, on atteignit, dès cette même époque, les chiffres de quatre et demi à cinq tonnes.

« Jusque-là l'économie principale avait porté sur la fusion des minerais, tandis qu'à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dater de 1862 les appareils Bessemer et Siemens ont surtout abaissé la consommation due à l'affinage. Grâce à ces procédés nouveaux, on fabrique aujourd'hui le *gros fer fondu* avec deux tonnes et demie de consommation totale en se servant du procédé Bessemer, et trois tonnes dans le procédé Martin-Siemens. Ainsi, dans le cours des dix-sept dernières années, la consommation a été ramenée, en France, de cinq tonnes à deux tonnes et demie, et en quarante-cinq années elle a été réduite au sixième du chiffre primitif. Ces réductions ont amené une baisse considérable sur le prix des fers. Il y a trente ans, la tonne de rails, en *fer soudé*, valait 300 à 360 francs ; aujourd'hui, les rails bien supérieurs, en *fer fondu*, se vendent 220 à 240 francs, et même, à l'étranger, 160 à 180 francs.

« Maintenant, Messieurs, avant de poursuivre, permettez-moi deux courtes digressions. En disant que la consommation est aujourd'hui ramenée à deux tonnes et demie pour les rails Bessemer, je n'entends pas affirmer qu'il en soit ainsi dans toutes les usines, mais uniquement dans les forges bien dirigées, car je pourrais citer tel établissement, où la consommation est notablement supérieure, soit à cause des dimensions et des profils déplorables des hauts fourneaux, soit par suite du vicieux mode de chargement.

« La seconde digression est relative aux mots *fer soudé* et *fer fondu*, dont je viens de me servir. Je dois vous confesser, Messieurs, — c'est peut-être une faiblesse de vieillesse, mais n'importe, — qu'il m'est réellement impossible d'adopter la nomenclature nouvelle des forges et de la Marine, d'après laquelle l'ancien acier de forge ne serait plus de l'acier proprement dit, tandis que le fer doux deviendrait de l'acier par le seul fait de sa fusion.

« Je maintiens donc la nomenclature, adoptée par le Comité international de Philadelphie en 1876, et distinguerai, à l'avenir, aussi bien le *fer doux fondu* de l'*acier fondu* que le *fer doux soudé* de l'*acier soudé*. Le fer qui se trempe et se forge sera toujours pour moi de l'*acier*, qu'il soit d'ailleurs fondu ou simplement soudé, tandis que le fer qui ne se trempe pas doit conserver le nom de *fer doux*, qu'il ait, lui aussi, subi la fusion ou non.

« Cela dit, je reviens à mon sujet et vais passer en revue les diverses inventions qui ont renouvelé, depuis cinquante ans, le domaine de la métallurgie.

« Je ne m'arrêterai guère à la plus ancienne de ces inventions, le *chauffage du vent*. Tout le monde sait qu'elle prit naissance en Ecosse, en 1828, et que, dès 1835, tous les hauts fourneaux de ce pays étaient soumis au régime nouveau. Je rappellerai seulement que si, à l'origine, et même durant plusieurs années, on a discuté à perte de vue sur le mode d'action de l'air chaud, personne ne contestera plus aujourd'hui que les effets du vent chaud s'expliquent sans peine par le simple surcroît de chaleur que l'air chaud apporte avec lui, et par la température de combustion plus élevée qui en résulte, ou plutôt par la plus haute température *moyenne* de la région où s'opère la combustion. Tout le monde aussi connaît les ingénieux appareils Siemens, à l'aide desquels

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on peut, pour les hauts fourneaux comme pour les réverbères, chauffer l'air de combustion jusqu'au rouge.

« En ce qui concerne les hauts fourneaux, je me borne à relever les avantages des appareils *mixtes*, dans le genre de celui de M. Lévêque du Pouzin, c'est-à-dire d'un appareil qui évite le long parcours des fours Whitwell, sans présenter les inconvénients du four Cowper-Siemens à tirage extra-lent.

« La seconde invention féconde du siècle est la *gazéification* des combustibles solides. Ebelmen y fut conduit par l'étude des gaz des hauts fourneaux. On commença à pratiquer cette gazéification dans les forges en 1840, et depuis lors, quoique lentement, cette transformation préalable des combustibles ordinaires a fait d'année en année quelques progrès.

« Une première question se présente ici tout d'abord à l'esprit. Cette transformation est-elle vraiment utile, et si elle l'est, dans quelles circonstances? Avant de répondre à cette double question, rappelons que les fourneaux employés dans les usines sont de deux sortes : les fours à *cuve* et les fours à *chauffes indépendantes*. J'ai montré, il y a peu d'années, que les premiers utilisent beaucoup mieux la chaleur développée que les seconds, que, dans les hauts fourneaux, on peut atteindre le rapport de 70 à 80 pour 100 de la chaleur engendrée, tandis que dans les réverbères les mieux établis, même pourvus d'accumulateurs Siemens, on arrive au maximum à 20 pour 100. Il est vrai que les fours à cuve exigent l'emploi de combustibles maigres ou carbonisés; mais, même en tenant compte de cette circonstance, il est positif que les fours à cuve seront toujours, au point de vue de la consommation, de beaucoup supérieurs aux fours à chauffes indépendantes. Seulement il est des opérations, comme le *grillage* des minerais et l'*affinage* des métaux bruts, qui ne peuvent se faire dans des fours à cuve; dans ce cas donc se présente la question : faut-il, pour ces réverbères indispensables, gazéifier les combustibles solides?

« A cette question, déjà soulevée il y a vingt-cinq ans, je répondis en 1855 dans les termes suivants (1) :

« Il me sera permis de conclure que, dans une foule de circonstances, les fours à gaz présentent des avantages incontestables sur les anciens fours à grille. » — Aujourd'hui je serai encore plus affirmatif, je dirai que *presque toujours* la gazéification est profitable.

« On connaît les inconvénients des chauffes ordinaires : on ne peut diriger la combustion ; tantôt l'air est en excès, tantôt en proportion insuffisante, et avec cela, dans les deux cas, on perd une partie de la matière combustible dans le cendrier, sous forme d'escarbilles, et dans la fumée, sous forme de gaz.

« D'autre part, il est facile de régler, d'une façon invariable, la combustion des gaz, d'avoir à volonté, selon les besoins, une flamme plus ou moins oxydante ou réductive.

(1) *Bulletin de la Société de l'Industrie minérale*, t. I, p. 254.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Mais la gazéification n'entraîne-t-elle pas nécessairement une certaine perte de chaleur? Je répondrai *oui* ou *non*, selon les circonstances.

« Tout combustible, solide ou liquide, peut être brûlé intégralement d'*un seul coup* ou *en deux temps*.

« Dans le premier cas, on obtient de l'eau et de l'acide carbonique; dans le second, d'abord de l'oxyde de carbone et de l'hydrogène libre ou plus ou moins carburé; puis ces produits gazeux sont à leur tour transformés en eau et acide carbonique; or, dans les deux cas, la chaleur *totale* est la même. Si donc, dans les deux modes de combustion, les pertes de chaleur par rayonnement et par contact étaient identiques, il y il y aurait tout avantage à transformer d'abord le combustible solide en gaz. Mais dès que le gazogène se trouve à une certaine distance du fourneau dans lequel le gaz devra être brûlé, la perte sera d'autant plus grande que le refroidissement sera plus complet dans ce trajet. Remarquons toutefois que ce refroidissement préalable peut devenir nécessaire, lorsqu'on désire produire de très-hautes températures avec des combustibles chargés d'eau, tels que le bois, la tourbe, les lignites, etc. Avant de brûler les gaz, il faut alors les débarrasser de la vapeur d'eau. Dans ce cas, la gazéification, avec condensation des vapeurs entraînées, devient une nécessitié malgré la perte réelle qui en résulte.

« Au reste, en tout état de choses, il importe de savoir à quelle perte *maximum* on s'expose par le fait de la gazéification. Pour cela, il suffit de calculer les chaleurs produites par la combustion intégrale et par celle du combustible gazéifié. Prenons, comme exemple, une houille grasse ordinaire, dont le pouvoir calorifique absolu est d'environ 9 000 calories, si nous la supposons sans traces de cendres.

« La composition moyenne d'une pareille houille est de :

Carbone.	0,87
Hydrogène.	0,05
Oxygène et un peu d'azote.	0,08
Total.	1,00

« En gazéifiant cette houille, on aura surtout, outre l'oxyde de carbone, de l'hydrogène libre et du gaz des marais. Si nons admettons successivement les deux cas extrêmes, c'est-à-dire uniquement de l'hydrogène libre, ou exclusivement du gaz des marais, on trouve, d'après les pouvoirs calorifiques bien connus de ces gaz :

Dans le premier cas.	6 601 calories.
Dans le second cas.	6 650 — (1)

(1) Voici le détail du calcul :

Dans le premier cas, 0,87 de carbone prennent $4/3 \times 0{,}87 = 1{,}16$ d'oxygène; par suite, le poids de C O est de 2,03.

Et la chaleur développée sera :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Ce serait, en admettant, le refroidissement *complet* des gaz jusqu'à zéro, une perte de 2 399 calories, ou de 0,266 dans le premier cas, et une perte de 2 350 calories, ou de 0,261 dans le second cas; c'est par suite, comme perte *maximum*, une moyenne très-approchée de 26 pour 100. Or, la houille *grasse* est de tous les combustibles celui qui brûle le mieux sur une grille. Les 26 pour 100 représentent donc un maximum fort exagéré, même en admettant que les gaz soient entièrement refroidis, car des 26 pour 100, il faudrait en tous cas retrancher les pertes ordinaires par la fumée et les escarbilles. D'autre part, ces 26 pour 100 disparaissent complétement là où les gaz sont brûlés *chauds*, au sortir même des gazogènes comme dans les fours Boëtius, Bicheroux, Ponsard et leurs analogues. Les avantages de la gazéification sont alors évidents, puisque non-seulement on peut rigoureusement régler la combustion, mais encore éviter la perte par les escarbilles et la fumée. Seulement, et c'est là le point capital, il s'agit de *bien* opérer la gazéification. Il faut que les gaz renferment le moins possible d'acide carbonique, d'hydrocarbures liquides et de vapeur d'eau, et que les gazogènes ne produisent pas des escarbilles comme les fours à grilles. Sous ces divers rapports, les gazogènes n'ont pas dit, bien certainement, leur dernier mot. On ne saurait encore dire s'il faut donner, d'une façon générale, la préférence aux gazogènes à *tirage naturel*, ou aux gazogènes *soufflés*, et s'il faut, dans ce dernier cas, fondre ou non les cendres du combustible. Dès l'origine, on s'est servi des deux modes d'alimentation ; en Carinthie, on a gazéifié le bois au courant d'air naturel et au courant d'air forcé, et dans plusieurs forges de France et d'Allemagne, on a gazéifié de même, par les deux procédés, la tourbe et les houilles.

« Depuis 1861, à l'exemple de M. Siemens, on semble avoir donné la préférence au tirage naturel, mais sans avoir, je crois, sérieusement comparé les deux systèmes. Aujourd'hui on voit de nouveau reparaître des gazogènes soufflés; mais, en réalité, je le répète, la question me paraît entière. Aucune comparaison raisonnée n'a encore été entreprise, du moins à ma connaissance. Tout ce que je puis dire sur ce point, c'est

---

Pour C O de 2,03 × 2 403 = 4 878 calories.
— H de 0,05 × 34 462 = 1 723 —
Total. . . . . 6 601 calories.

Dans le second cas, les 0,05 d'hydrogène prennent $3 \times 0{,}05 = 0{,}15$ de carbone, pour se transformer en gaz des marais. Il reste donc, pour l'oxyde de carbone, 0,72 de carbone, qui exigent $0{,}72 \times 4/3 = 0{,}96$ d'oxygène; donc, le poids de C O est de 1,68.

Par suite, la chaleur développée sera :

Pour C O, 1,68 × 2 403 = 4 037 calories.
— C^2H^4, 0,20 × 13 063 = 2 613 —
Total. . . . . 6 650 calories.

La perte sera donc, dans le premier cas, de 9 000 — 6 601 = 2 399 calories, et dans le second, de 9 000 — 6 650 = 2 350.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que, quel que soit le système adopté, il faut que les gazogènes soient assez vastes et à courant d'air assez modéré, pour que l'acide carbonique ait le temps de se transformer intégralement en oxyde de carbone, et que, dans le cas de combustibles oxygénés ou chargés d'eau, on les torréfie au préalable et se serve en outre de gazogènes à flamme renversée avec condenseurs à la suite, pour se débarrasser de l'excès d'eau.

« Il semblerait même, d'après de récentes observations de M. de Langlade, qu'il peut y avoir avantage à *laver* les gaz, n'importe leur origine, dès qu'ils doivent être brûlés dans un four à puddler. Mais je n'insiste pas sur ce point encore obscur, et me borne à constater que la gazéification des combustibles fait maintenant des progrès constants dans les forges et dans un grand nombre d'autres industries, tels que le travail du cuivre, les verreries, les fabriques de porcelaine, les briqueteries, etc. Bref, je ne crois pas m'avancer trop en disant que, tôt ou tard, et même dans un avenir prochain, on substituera, dans la plupart des grandes industries, les fours à gaz aux fours à grille, en sorte que bientôt on n'aura plus à choisir qu'entre les fours à *cuve* et les fours à *gaz*.

« Observons maintenant que le combustible gazeux dont je viens de parler un peu longuement, peut être *chauffé avant* la combustion, et que celle-ci peut aussi se faire à l'air *chaud* ou à l'air *froid*, comme dans les hauts fourneaux. J'ajouterai même que la combustion à l'air chaud fut pratiquée sur les gaz, dès 1840, par Faber du Faur en Allemagne et par Ebelmen en France.

« Cependant la pratique du chauffage *simultané des gaz de l'air* ne date réellement que de l'invention de l'*accumulateur* Siemens. De même que l'on accumule la force en comprimant l'eau ou l'air, M. Siemens accumule, dans une chambre à briques, la chaleur que l'on perdait jadis par les cheminées. La première idée date de 1856, le dernier brevet de 1861. Depuis cette dernière époque, grâce à ce mode si simple de recueillir la chaleur perdue, les gazogènes se sont partout multipliés. Mais on peut abuser des meilleures choses; on applique souvent les fours Siemens même là où réellement ils n'ont que faire. Pourquoi réchauffer les gaz après les avoir refroidis, lorsque ni le refroidissement ni le réchauffage ne sont nécessaires? On conçoit que l'on ait recours aux fours Siemens pour les *très-hautes* températures, pour la fusion du verre, du cuivre et surtout pour celle de l'acier et du fer doux; mais pourquoi se servir des fours Siemens là où les appareils Boëtius et ses analogues suffisent largement? Pourquoi employer les fours Siemens pour le simple réchauffage des lingots destinés au laminage? C'est un luxe et une faute que je ne comprends pas.

« Cette observation sur l'emploi des fours Siemens nous amène tout naturellement à l'application la plus importante de l'accumulateur Siemens, celle qui consiste à fabriquer le fer et l'acier fondu sur sole. Cependant, avant d'aborder cette méthode nouvelle, disons quelques mots des perfectionnements que les deux grandes inventions du siècle dernier ont éprouvés dans le cours du siècle présent; ce sont, comme je l'ai dit en commençant, la *substitution du combustible minéral au combustible végétal*, et le travail des minerais et des métaux dans les *réverbères*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« L'emploi du coke était général dans les hauts fourneaux, en Angleterre, dès la fin du siècle dernier; mais ces fourneaux étaient encore peu élevés et d'un faible volume. Vers 1830, leur production moyenne n'était pas supérieure à 8 ou 9 tonnes par vingt-quatre heures, et leur volume intérieur ne dépassait guère 50 mètres cubes. Mais, à partir de cette époque, on eut recours à l'air chaud, et l'on agrandit en même temps progressivement les hauts fournaux. On constata que leur production croissait à peu près proportionnellement à leur volume; que, pour chaque tonne de fonte produite par vingt-quatre heures, il fallait un volume intérieur de 4 à 5 mètres cubes, en fournissant d'ailleurs, bien entendu, au fourneau un volume de vent en rapport avec sa production. Ainsi un haut fourneau de 100 mètres cubes de vide intérieur produit facilement 20 à 25 tonnes de fonte de forge par vingt-quatre heures, et un haut fourneau de 200 mètres cubes 40 à 50 tonnes. Partant de là, nos hardis voisins d'outre-Manche ont pensé que cette proportionnalité devait se maintenir indéfiniment; aussi ont-ils porté brusquement les hauteurs à 20, 25 et 30 mètres et le volume intérieur à 300, 500, 1 000 mètres cubes et plus. Ils furent cruellement détrompés. Au lieu de 5 mètres cubes, il fallait 8, 10 et même 14 mètres cubes de volume intérieur par tonne produite dans les vingt-quatre heures. Ils reconnurent, à leurs dépens, qu'en poussant la marche plus activement l'allure devenait irrégulière et la consommation plus forte. Il ne pouvait en être autrement. Pour qu'un four à cuve marche bien, il faut que les gaz puissent traverser également *toutes* les parties de la cuve, la colonne centrale aussi bien que les bords. Or, dès que l'on exagère la *hauteur* des fours, les charges se compriment outre mesure sous leur propre poids, en sorte que ni le vent ni les gaz ne peuvent pénétrer jusqu'au centre; et si l'on exagère la *largeur*, c'est-à-dire si le profil s'éloigne trop de celui d'un cylindre, les charges ne sont pas non plus uniformément tassées; la colonne centrale l'est plus que les bords, où la masse se désagrège par le fait de sa descente progressive. Bref, un excès de hauteur comme un excès de largeur ont tous deux pour résultat la répartition *inégale* des gaz, et, par suite, la réduction imparfaite de la colonne centrale. Celle-ci ne s'achève finalement que dans le *bas* du fourneau, sous l'action du charbon solide incandescent. Il en résulte une grande irrégularité de marche et un sensible accroissement de consommation. Je ne puis assez le redire, il ne faut donner, aux hauts fourneaux, ni une hauteur de plus de 18 à 20 mètres, ni un volume de plus de 200 à 250 mètres cubes. On a abusé des hauts fourneaux comme on abuse des Siemens; or, l'exagération est fâcheuse en industrie comme ailleurs.

« Ajoutons maintenant que les expériences faites dans les usines à fer ont profité au travail des autres métaux. Depuis vingt-cinq ans, on a simplifié et agrandi le profil des fours servant au traitement des minerais de plomb, de cuivre et d'argent. Là aussi les fours cylindriques de 8 à 10 mètres se sont montrés supérieurs aux anciens demi-hauts fourneaux à profil irrégulier, et là aussi on a constaté les avantages de la réfrigération des parois extérieures de la région de fusion.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Des fours à cuve, passons maintenant aux *réverbères*, cette seconde invention capitale du siècle dernier.

« La fusion des minerais de cuivre et de plomb au réverbère date, comme je l'ai dit, des premières années du siècle dernier; mais le travail économique de ces métaux est fort récent, et n'est dû qu'à l'agrandissement successif des fourneaux et des charges, et aussi, en partie, à l'emploi des Siemens.

« Quant au four à *puddler*, il fut inventé, nous l'avons dit, en 1784; mais il ne donna de bons fers, avec déchets modérés, qu'à partir du moment où les soles en *sable* firent place aux soles en *fonte*. Celles-ci furent essayées vers 1820 à 1825, mais leur usage ne devint général qu'en 1835. Alors seulement on parvint à oxyder, sans mazéage préalable, le silicium et le phosphore des fontes communes, grâce aux riblons grillés dont furent garnies les soles en fonte.

« De cette même année 1835 datent les premiers essais de puddlage pour *acier* en Autriche; mais ce ne fut que dix ans après, en 1845, que l'on parvint à produire industriellement, à Saint-Chamond, le premier fer à grains, et en 1850, en Westphalie, l'acier puddlé proprement dit.

« Au puddlage pour acier ont succédé les essais de puddlage *mécanique*, que tout le monde connaît et dont se préoccupent encore beaucoup de maîtres de forge. Je dirai même qu'on s'en préoccupe trop, car de même que le puddlage pour *acier* a déjà disparu presque entièrement, grâce aux procédés Bessemer et Martin-Siemens, le puddlage pour *fer doux* est également destiné à céder le pas, dans un avenir prochain, à la fabrication du fer doux fondu. Je ne puis donc attacher qu'une médiocre importance au récent procédé Godfrey et Howson; et si je le cite, malgré cela, c'est plutôt à cause du mode de chauffage de cet appareil. L'emploi des fours à chalumeau se répandra certainement dans les forges, et déjà on peut citer les fours à platine de M. Deville, le four d'affinage pour cuivre brut de M. Tessié du Motay, le four à puddler de M. Oestlund et le four pour la trempe de l'acier récemment adopté dans les usines Holtzer de Firminy.

« Revenons maintenant du fer *soudé* au fer *fondu*, c'est-à-dire du puddlage aux deux inventions capitales de la métallurgie moderne, le procédé Bessemer et le procédé Martin-Siemens.

« Le procédé Bessemer est certainement la transformation la plus radicale de la métallurgie du fer, depuis son antique origine. L'idée d'affiner la fonte par l'*air froid, sans le concours de combustible* proprement dit, devait paraître à tout homme sensé plus que paradoxal, et pourtant le procédé réussit, grâce à l'indomptable ténacité de l'inventeur. Les premiers essais remontent à l'année 1855, le dernier brevet, le vingt-deuxième, pris en Angleterre, est de 1862. A partir de cette époque, le procédé nouveau s'est rapidement développé en tous pays, et fut partout appliqué, pendant dix ans, sans modifications majeures, selon la formule du dernier brevet. Quelques ten-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tatives, faites en Autriche, pour réchauffer le bain de fonte par du vent chaud, ou par des injections de charbon en poussière fine, n'eurent pas de suite.

« Une modification plus sérieuse fut la substitution du ferro-manganèse en morceaux à la fonte spéculaire fluide. On obtient ainsi plus facilement du fer peu carburé. Mais on doit surtout mentionner, comme source d'économie nouvelle, la prise directe de la fonte au haut fourneau, qui se pratique spécialement en France et en Allemagne. Cependant, lorsqu'on veut arriver, avec une seule paire de convertisseurs, aux fortes productions de trente à trente-cinq opérations par vingt-quatre heures, la prise directe au creuset du haut fourneau devient impossible. C'est le motif qui a fait adopter en Amérique les grands cubilots à faible consommation, qui offrent, en outre, le grand avantage de pouvoir donner au métal fondu un très-fort excès de température. On peut alors affiner au convertisseur, sans crainte d'explosions, des fontes *peu siliceuses*. Pour arriver à ces fortes productions de trente à trente-cinq opérations, ou cent cinquante à deux cents tonnes par vingt-quatre heures, il a fallu modifier le remplacement des tuyères dégradées. Au lieu de les échanger isolément, on remplace d'un seul coup, dans les usines américaines, le fond *entier* de la cornue, moulé et recuit au préalable avec soin.

« Les Américains ont d'ailleurs apporté, tout récemment, d'autres perfectionnements au travail du fer. La main-d'œuvre étant chère dans leur pays, ils ont cherché à remplacer, autant que possible, l'effort de l'homme par le travail mécanique. C'est ainsi qu'ils chargent les hauts fourneaux automatiquement et que, dans les forges, les plus grosses pièces se présentent pour ainsi dire d'elles-mêmes aux cylindres étireurs. Deux hommes et deux gamins suffisent pour le service d'un trio à rails.

« Dix années après la première tentative de M. Bessemer, MM. Martin père et fils entreprirent, de 1865 à 1867, leurs essais de fabrication d'acier fondu sur sole. On sait que d'autres inventeurs les avaient précédés dans cette voie dès 1860 ; mais ils échouèrent, parce qu'ils se servaient du réverbère ordinaire. MM. Martin réussirent, grâce à l'*accumulateur* de M. Siemens. C'est, par suite, aux efforts réunis de M. Siemens en Angleterre et de MM. Martin en France que l'on doit la fabrication de l'acier fondu sur sole. Mais ce procédé, pas plus que le puddlage, n'est arrivé à la perfection du premier coup, et même on ne saurait affirmer qu'il ait déjà dit son dernier mot.

« Le procédé consistait d'abord à décarburer la fonte *pure* par du fer doux *pur*. Plus tard, on a partiellement substitué au fer doux du minerai riche ou des éponges ferreuses, partiellement réduites dans le four Chenot. Ensuite, au lieu de fontes et de fers *purs*, on a graduellement essayé des matières plus *communes*. On savait, par les produits du procédé Heaton, que le phosphore rehaussait la résistance *statique* des aciers, mais qu'en même temps il les rendait *aigres*, c'est-à-dire susceptibles de se briser, sans allongement préalable, par le fait d'un léger choc ou même d'une simple vibration. Cependant de nouveaux essais, entrepris surtout à l'usine de Terre-Noire, démon-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trèrent la possibilité de produire de bons rails à l'aide de matériaux phosphorés *très-peu carburés*. Il faut pour cela que la teneur en carbone soit au-dessous de 0,0015 à 0,0020, et celle du phosphore au-dessous de 0,0025.

« Tandis qu'on fabriquait ainsi en France, au four Siemens, des rails en fer fondus phosphorés, on était arrivé en Allemagne à un résultat semblable dans la cornue Bessemer.

« C'est aussi par une modification du procédé Martin-Siemens que l'on est parvenu à la fabrication de l'acier *fondu sans soufflures*. Il fallait à cet effet enlever l'oxygène en excès, que retient le fer fondu à la fin de tout affinage poussé à outrance. On y parvint à l'aide d'un réductif *peu carburé*, tel que le *ferro-manganèse* ou le *siliciure de fer et de manganèse*, lorsqu'on veut obtenir du *fer doux*, et la *fonte spéculaire* lorsqu'il s'agit de produire de l'*acier dur*. C'est le procédé adopté, avec succès, par l'usine de Terre-Noire. Le siliciure est préparé en grand au haut fourneau comme le ferro-manganèse. Il ne m'appartient pas d'entrer dans le détail des opérations ; je laisse ce soin à l'habile directeur de ce bel établissement. J'ajouterai seulement que le dosage doit être fait avec la plus grande précision, pour ne pas laisser dans le lingot au-delà d'une minime proportion de manganèse et de silicium. Disons, au reste, qu'on voyait déjà en 1867, des aciers sans soufflures dans les expositions allemandes et autrichiennes.

« J'observerai enfin que, de la même façon, on peut préparer, au four Siemens, les divers alliages, plus ou moins carburés, dont on se préoccupe depuis quelque temps dans le monde industriel : l'acier au *chrome*, au *tungstène*, au *manganèse*, etc. Il suffit de mêler au bain métallique, après l'affinage proprement dit, les alliages ferreux de ces divers métaux obtenus au haut fourneau comme le ferro-manganèse.

« A l'occasion de ces alliages, je rappellerai que M. Boussingault semble avoir mis récemment hors de doute, ce que, pour ma part, j'ai toujours admis, c'est que le pouvoir *aciérant* appartient en réalité au carbone seul. Cela confirme la théorie que le fer doux, l'acier et la fonte constituent positivement une série *continue*, dont les types sont bien caractérisés, mais dont les passages sont tout aussi évidents.

« Le procédé Martin-Siemens a été, comme on sait, légèrement modifié dans le four rotatif Pernot. Je me borne à citer le fait, et m'arrêterai plutôt un instant à une autre application que ce four vient de recevoir, en Allemagne, la *déphosphoration* des fontes.

« Lorsqu'on veut enlever le phosphore au fer, il faut opérer, comme je le disais dans mon travail sur le procédé Heaton, sur des soles en oxyde de fer et en présence de scories *basiques*, tenant moins de 30 pour 100 de silice (1). Je citais, à cette occasion, les anciennes analyses de M. Berthier et les essais récents de M. Samuelson de Bambury, qui soumit au mazéage, dans un réverbère à sole mobile, des fontes chargées

(1) *Annales des mines*, t. XVI, p. 202, 1869 et *Bulletin* de 1871, 2e série, t. XVIII, p. 217.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de phosphore, et qui se servait ensuite de ces fontes mazées pour la fabrication de l'acier fondu par le procédé Martin-Siemens. Le phosphore était en grande partie enlevé, mais l'acier était *aigre* parce qu'on y laissait trop de carbone.

« La question a fait récemment un pas nouveau dans l'usine Krupp. On opère le mazéage, comme chez M. Samuelson, sur une sole mobile en oxyde de fer. On se sert du four Pernot, convenablement garni de riblons grillés. La seule différence entre les deux procédés réside dans la nature des fontes. On affine surtout des fontes *peu siliceuses*, chargées de *manganèse*, et on enlève les scories à des intervalles assez rapprochés. Avec ces précautions, et grâce à la faible dose de silice et la présence de l'oxyde de manganèse, qui retient mieux l'acide phosphorique que l'oxyde de fer, on parvient à enlever aux fontes la majeure partie du phosphore contenu. Avec la fonte ainsi épurée, on peut obtenir ensuite, au four Siemens, des lingots pour rails faiblement phosphorés.

« Il me resterait à vous parler, Messieurs, des essais de réduction des minerais de fer *sans fusion*, par les procédés Chenot, Blair, Siemens, etc.; mais je préfère observer simplement que tous ces procédés, en apparence plus rationnels que le travail des hauts fourneaux, pèchent par leur faible rendement et la faible production des appareils. Il en résulte que, dans ces procédés, la main-d'œuvre et les frais généraux sont toujours plus élevés qu'au haut fourneau ; de plus, à moins de minerais extra-riches, les loupes *sont toujours très-chargées d'éléments scoriacés*.

« Je m'arrête ici, Messieurs, ne pouvant ni ne voulant entrer dans des détails d'un caractère trop technique qui feront plutôt, je l'espère, le sujet de communications spéciales de la part de nos collègues accourus à Paris pour notre congrès.

« Je n'ai rien à dire non plus des autres métaux, car j'ai déjà mentionné l'application du four Siemens au travail du cuivre, et les perfectionnements apportés aux fours à cuve des usines à plomb, cuivre et argent. On vous communiquera, sans doute aussi, quelques détails sur la nouvelle métallurgie du nickel, qui s'est transformée depuis la découverte de la *garniérite* (1).

« La voie *humide* prédomine de plus en plus dans le traitement des minerais d'or et d'argent.

« La métallurgie des métaux *volatils* reste toujours assez imparfaite, à cause des difficultés que présente leur condensation. Il reste donc encore, malgré les progrès nombreux déjà réalisés, de nouveaux pas à faire dans le domaine de la plupart des métaux. Je les signale, en terminant, à l'attention de nos jeunes collègues. »

(*Bulletin de la Société de l'industrie minérale.*)

---

(1) On prépare ce métal, à Septèmes, en réduisant la *garniérite* comme le minerai de fer, puis affinant le nickel brut comme le cuivre brut.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MÉTALLURGIE.

SUR LA PRODUCTION, LA CONSTITUTION ET LES PROPRIÉTÉS DES ACIERS CHROMÉS, PAR M. BOUSSINGAULT (1).

Dosage du carbone.

Lorsque le chrome allié au fer ne dépasse pas 0,02, le procédé de la chloruration par le bichlorure de mercure convient parfaitement pour doser le carbone. C'est ainsi qu'on a extrait 4,4 de ce combustible de 100 d'une fonte d'un haut-fourneau de Medellin, dans laquelle il entrait 1,95 de chrome qui passa facilement à l'état de sesquichlorure de chrome; au delà de cette proportion de chrome la chloruration est incomplète; après l'expulsion du chlorure de mercure dans le courant d'hydrogène, il reste avec avec le carbone de l'alliage inattaqué. En présence de cette difficulté, on a eu recours au dosage de carbone par la combustion opérée dans un courant de gaz oxygène sec :

1 gramme d'un ferrochrome produisit $0^{gr},171$ d'acide carbonique, représentant $0^{gr},0465$ de carbone; il fallut trente heures pour terminer la combustion, c'est-à-dire pour que le poids de la solution alcaline absorbant l'acide carbonique n'augmentât plus. La nacelle en platine, dans laquelle le ferrochrome avait été brûlé, contenait nécessairement un mélange d'oxyde de fer et d'oxyde de chrome; le mélange fut soumis au rouge pendant huit heures dans un courant de gaz chlorhydrique sec. Le fer et le chrome furent entraînés à l'état de chlorures, et il y eut pour résidu de la silice très-blanche, ne renfermant pas trace d'acide titanique.

Le dosage du carbone par la combustion dans l'oxygène, imaginé par Regnault, est le procédé type devant servir de contrôle pour tout autre procédé, mais il est d'une application difficile, à cause de la lenteur de son exécution.

On a cherché à doser le carbone de l'alliage carburé de chrome, en chlorurant les métaux, non plus par le bichlorure de mercure, mais directement par le chlore. Cette méthode fut employée par Berzelius; elle exigeait, on le conçoit, que le chlore fût absolument exempt d'air atmosphérique, condition si difficile à remplir que Roze la jugea défavorablement et chercha à substituer au chlore l'iode ou le brome pour éliminer les métaux (2). Cette substitution ne fut pas heureuse : aussi n'a-t-elle pas été adoptée.

(1) Voir cahier de *Juin* 1879, p. 322.

(2) ROZE, *Traité de Chimie analytique*, t. II, p. 276.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Plus tard, M. Schlœsing ayant institué un appareil permettant d'obtenir le chlore pur, la chloruration directe devint praticable (1).

Le métal carburé est placé dans une nacelle de porcelaine introduite dans un tube en verre de Bohême. Quand on est assuré que l'appareil est purgé d'air et de vapeurs aqueuses, on porte le tube au rouge; les chlorures formés sont entraînés vers la partie froide du tube. On applique le feu de manière à prévenir les obstructions. Quand la chloruration est terminée, on continue à faire passer le courant de chlore jusqu'au refroidissement; on trouve alors dans la nacelle la totalité du carbone mêlé aux petites quantités de matière sur lesquelles le chlore n'a pas exercé d'action. La nacelle avec le carbone est exposée, pendant quelque temps, sur un bain de sable pour en expulser le chlore. En cet état, le carbone ne saurait être dosé en brûlant à l'air : il faut avoir recours à une combustion en vase clos, afin de recueillir dans des condensateurs à potasse l'acide carbonique produit. Dans mon opinion, quand il s'agit uniquement de doser le carbone uni à un métal en le transformant en acide carbonique, il est préférable d'avoir recours au procédé de Regnault, surtout si, comme j'ai lieu de l'espérer, on parvient à en abréger la durée.

Dans les expériences faites au Conservatoire, on a opéré la chloruration directe du métal carburé par le courant de chlore en chauffant assez fortement le tube où se trouvait la nacelle pour expulser non-seulement le chlorure de fer, mais aussi les chlorures bien moins volatils de chrome et de manganèse; il est nécessaire de chauffer jusqu'au point où le verre de Bohême se ramollit. Pour doser le carbone combiné obtenu, en le brûlant à l'air à une basse température, il est nécessaire de prendre quelques précautions qu'on indiquera dans la description des expériences où l'on a fait usage de chlore pur obtenu avec l'appareil de M. Schlœsing.

I. 1 gramme de ferrochrome bien pulvérisé fut placé dans une nacelle en porcelaine, introduite dans un tube de verre de Bohême au moyen d'un chariot d'amiante. Lorsque l'air fut expulsé par le courant de chlore, on commença peu à peu à chauffer le tube. La matière émettait d'abondantes vapeurs rougeâtres de chlorure de fer, qui vinrent se condenser dons la partie postérieure du tube. Lorsque les vapeurs rouges furent dissipées, on éleva la température au rouge-cerise pour chasser le chlorure de chrome. Après deux heures de chauffe, on laissa refroidir en maintenant le courant de chlore. La nacelle fut alors introduite dans un étui en verre et portée sur le plateau de la balance. La matière qu'elle contenait avait l'aspect du charbon qu'on retire par la chloruration au moyen du sublimé : elle pesa $0^{gr},058$. Après la combustion à l'air et la réduction des cendres par l'hydrogène, le résidu a pesé $0^{gr},004$.

On a alors pour le poids du carbone brûlé $0^{gr},054$.

---

(1) Schlœsing, *Annales de Chimie et de Physique.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La proportion de carbone paraissant trop forte, on fit un second dosage en opérant snr la même quantité d'alliage. Le résidu contenu dans la nacelle, après refroidissement dans le courant de chlore, pesa encore $0^{gr},054$.

On fit passer alors sur cette matière, au rouge, un courant d'hydrogène.

	gr.
Le poids fut réduit à.	0,045
Avant le passage de l'hydrogène.	0,054
Perte dans l'hydrogène.	0,009

La teneur en carbone répondait donc à $0^{gr},041$, cendres déduites.

La perte constatée après l'action de l'hydrogène consistait en chlore condensé, dont l'odeur fut reconnue dans les dosages subséquents et qu'on n'avait pas expulsé dans la première expérience.

On crut devoir s'assurer que le chlore n'a pas d'action sur le carbone pur à la température du rouge-cerise.

Deux nacelles furent mises dans le tube traversé par le chlore, la première contenant du graphite exempt de phosphore, la seconde 1 gramme d'un nouvel échantillon de ferrochrome. Après deux heures de chauffe, les nacelles refroidies dans le courant de chlore furent retirées. La graphite n'avait varié ni de poids, ni d'aspect.

	gr.
La matière noire extraite du ferrochrome pesait.	0,089
Après une chauffe d'un quart d'heure dans l'hydrogène. . .	0,0755
Perte.	0,0135

La nacelle fut replacée dans le chlore et chauffée pendant deux heures :

	gr.
Après refroidissement, elle pesa.	0,0755
Après l'action de l'hydrogène.	0,0655
Perte.	0,0100

La combustion opérée à l'air ne présenta rien de particulier :

	gr.
Le résidu de la nacelle chauffé et refroidi dans l'hydrogène pesa.	0,012
Avant la combustion.	0,0655
Le carbone brûlé pesait.	0,0535

Dans le résidu pesant $0^{gr},012$, on trouva $0^{gr},00025$ de manganèse à l'état d'oxyde brun ayant échappé à la chloruration, quantité qui ne pouvait exercer aucune influence sur le résultat.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un second dosage exécuté sur le même ferrochrome donna 0gr,052 de carbone combiné.

Le dosage du carbone dans ce ferrochrome fut contrôlé par une combustion opérée dans un courant d'oxygène pur.

1 gramme de matière donna, en soixante-huit heures, 0gr,200 d'acide carbonique, égal à carbone 0gr,0544.

Enfin, par le même procédé dans le courant de gaz oxygène, d'un ferrochrome d'Amérique on obtint : carbone 0gr,0429.

Dosage du carbone contenu dans les alliages de fer et de tungstène et dans les alliages de fer et de manganèse.

La difficulté qu'on éprouva pour séparer du ferrochrome le carbone par l'action du bichlorure de mercure s'était déjà présentée quand on opérait sur le ferrotungstène et sur le ferromanganèse.

Il restait bien toujours des résidus charbonneux : dans un cas, le charbon contenait un composé de tungstène ; dans l'autre un composé de manganèse, dont la nature changeait pendant la combustion du carbone opérée à l'air. Le gaz hydrogène qu'on faisait ensuite intervenir pour réduire ces composés ne les ramenait pas à l'état auquel on les avait pesés immédiatement après la chloruration. Ainsi le tungstène devenait de l'oxyde bleu et le manganèse, en grande partie, de l'oxyde brun. Il fallut donc, pour doser le carbone contenu dans ces alliages, faire une combustion dans un courant d'oxygène et recueillir l'acide carbonique formé dans un appareil à potasse, opérant, en un mot, ainsi qu'on avait fait pour les ferrochromes carburés. J'ai déjà fait remarquer quelle est la lenteur de ce procédé ; on pensa qu'il serait possible de l'abréger en opérant d'abord la chloruration par le chlore gazeux et, après avoir obtenu le carbone, débarrassé du chlore condensé par un courant d'hydrogène, le brûlant dans un appareil à combustion pour recueillir l'acide carbonique ; on diminuerait par ce moyen la quantité de métaux à oxyder. Voici le détail d'une opération exécutée sur un ferrotungstène et sur un ferromanganèse.

I. 1 gramme de ferrotungstène en poudre fut mis dans une nacelle en porcelaine, placée sur un chariot d'asbeste qu'on introduisait dans un tube de verre de Bohême en communication avec le générateur de chlore. On porta graduellement le tube à la température du rouge obscur, puis au rouge-cerise.

La chloruration achevée, la matière charbonneuse étant refroidie dans le courant, le chlore condensé expulsé par l'hydrogène, cette matière pesa 0gr,215. Brûlée dans le tube à combustion, on obtint 0gr,115 d'acide carbonique, soit 0gr,033 de carbone ; le résidu pesait 0gr,232, ayant augmenté de 0gr,017, augmentation qui s'explique par une formation d'acide tungstique.

II. 1 gramme de ferromanganèse, traité par le même procédé, donna après la com-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bustion $0^{gr},180$ d'acide carbonique, soit $0^{gr},0487$. L'attaque par le chlore gazeux exigea un temps plus considérable que pour le ferrotungstène, par la raison que, le chlorure de manganèse étant très-peu volatif, il est nécessaire de prolonger la durée du courant de chlore. En effet, la volatilisation de ce chlorure exige une température à laquelle le verre de Bohême commence à être ramolli.

La volatilisation du chlorure de fer ayant lieu à une température peu élevée, au rouge obscur, il est probable qu'on pourrait tirer parti de cette différence de volatilité des deux chlorures pour se procurer du chlorure de manganèse pur.

La proportion de $0^{gr},0487$ de carbone s'approche de celle qu'on avait trouvée dans la même matière, soit par la chloruration par le sublimé corrosif, soit par la combustion dans un courant d'oxygène.

Comme ce composé est très-employé dans certaines usines, il ne sera pas inutile de faire connaître quelques résultats consignés dans le registre de mon laboratoire.

I. — *Ferromanganèse de l'usine de Terre-Noire (Loire).*

Fer.	50,35	36,26
Manganèse.	43,76	56,18
Carbone.	4,70	5,90
Silicium.	0,28	0,06
Phosphore.	0,01	0,02
	99,10	98,42

II. — *Ferromanganèse d'Italie, obtenu au haut-fourneau, remis par M. Ponsard.*

Fer.	58,78
Manganèse.	34,01
Carbone.	4,75
Silicium.	1,17
Phosphore.	0,12
Soufre.	traces.
	99,43

III. — *Ferromanganèse fabriqué en Allemagne.*

Fer.	41,20
Manganèse.	51,29
Carbone combiné.	5,40
Graphite.	0,00
Silicium.	2,57
Phosphore.	traces.
Soufre.	»
Azote.	0,10
	100,56

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Aujourd'hui on obtient de ces alliages dans lesquels il entre 0,80 de manganèse. Ces ferromanganèses présentaient ces caractères : blancs, argentins, durs, non attirables à l'aimant.

On sait que, il y a quelques années, le colonel Caron, directeur du laboratoire du Comité d'artillerie, a constaté, par des expériences nombreuses, que le manganèse introduit dans la fonte et dans l'acier, dans les proportions de 1 à 2 pour 100, permettait d'obtenir des lingots exempts de soufflures. (*La fin au prochain cahier.*)

(*Annales de chimie et de physique*).

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Application de l'électricité au labourage. — Des expériences très-intéressantes de labourage par l'électricité ont eu lieu, il y a peu de temps, à la sucrerie de Sermaize (Marne). Voici, d'après M. Tresca, dans quelles conditions ces expériences ont été dirigées :

Dans un des bâtiments de la sucrerie, un moteur à vapeur mettait en mouvement une machine magnéto-électrique de Gramme, faisant plus de 1 100 tours à la minute. Le courant développé, passant par un fil de cuivre formé de neuf brins de $0^m,001$ de diamètre, offrant ensemble une section de 7 millimètres carrés, était conduit, à une distance de 400 mètres, à un chariot où il pouvait, d'ailleurs, être dévié par un commutateur qui le dirigeait alors à 250 mètres plus loin sur un autre chariot, en tout semblable au premier. Sur l'un ou l'autre de ces chariots et à volonté, ce courant mettait en action deux machines Gramme dont l'arbre entrait aussitôt en mouvement ; ce mouvement, convenablement ralenti par des organes intermédiaires, déterminait la rotation d'un tambour de 1 mètre de diamètre, sur lequel s'enroulait un petit câble de la grosseur de $0^m,012$, entraînant une charrue dite *Brabant double*, qui labourait ainsi un sillon de 220 mètres de longueur à une profondeur de $0^m,18$, en moins de cinq minutes.

« La terre était résistante, dit M. Tresca, et bien qu'elle eût reçu un premier labour qui l'avait ameublie, je ne pense pas que le même sillon de $0^m,18$ de profondeur eût été produit, dans les appareils Fowler, avec moins de trois chevaux-vapeurs. La résistance à la traction était la même dans les deux sens, et l'on peut déjà se rendre compte de la déperdition suivant la distance, en remarquant que la vitesse du tirage, qui était de $0^m,88$ lorsque le fluide agissait sur le tambour du premier chariot, se trouvait réduite à $0^m,70$ lorsque la longueur du circuit était augmentée, pour atteindre le second chariot, de deux fois 250 mètres. Au reste, l'arbre des machines Gramme actionnées par le courant, qui tournait à raison de 1 123 tours par minute dans le premier cas,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

n'en faisait plus que 890 dans le second. Ces machines pouvaient respectivement déterminer, en outre, l'avancement même du chariot qui les portait, la disposition générale imitant en cela le procédé de labourage à vapeur dans le système à double machine routière, cheminant sur les bords opposés d'une pièce de terre. »

La transformation simultanée de la force mécanique en électricité, et de l'électricité en force mécanique, n'est pas chose nouvelle; elle a été déjà démontrée plusieurs fois et entre autres dans les ateliers de M. Sauter, où M. Hervé Mangon a assisté à des expériences intéressantes dont il a rendu compte à la Société d'encouragement (1). L'application, qui vient d'en être faite à Sermaize, ouvre le champ à toutes les conceptions et à toutes les espérances; mais avant d'affirmer qu'elle peut rendre à l'agriculture et à l'industrie des services réellement pratiques, en permettant d'utiliser des forces restées jusqu'ici improductives, il est prudent d'attendre les essais nouveaux que M. Tresca se propose de faire au Conservatoire des arts et métiers.

(*Extrait de la correspondance scientifique.*)

Emploi dans la fabrication de l'acier au tungstène du tungstène extrait du tungstate de soude du commerce. — Voici le moyen qu'indique M. Filsinger pour traiter le tungstate de soude du commerce : on fait bouillir le sel pulvérisé dans un vase d'argile, avec deux fois son poids d'acide chlorhydrique de densité 1,18 à 1,19, en employant la vapeur surchauffée. On ajoute ensuite de l'acide nitrique, environ 4 à 5 pour cent du poids du tungstate de soude.

Après une ébullition prolongée, on laisse refroidir et reposer ; le liquide est décanté ; le précipité, lavé et filtré en sacs, se présente sous une couleur jaune citron. Pour le réduire, on le mêle à 10 pour cent de charbon de bois, finement broyé, avec 2 ou 3 pour 100 de résine en poudre, et on maintient le tout au rouge blanc, pendant plusieurs heures, dans un creuset en graphite.

Si la réduction a été complète, le creuset renferme une substance gris foncé. On lave pour retirer l'excès de carbone, et on obtient finalement une poudre contenant 85 à 90 pour 100 de tungstène métallique.

(*Bulletin du comité des Forges*).

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 28 *mars* 1879.

Présidence de M. le vice-amiral De Chabannes, vice-président.

(1) Voy. *Bulletin* de 1876, 3e série, t. III, p. 331.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CORRESPONDANCE. — M. *Matisse* (J.), rue du Cherche-Midi, 102, à Paris. Serrure de sûreté complète. (Arts mécaniques.)

M. *Joye E. Grice*, calle de Lira, 2, à Santiago. Projet d'appliquer la vapeur comme combustible pour obtenir de très-hautes températures. (Arts chimiques.)

M. *Mouvend* (Eug.), rue Lagrange, 31, à Turin, demande à la Société des conseils sur le moyen de filer les fibres de l'amiante qui est commune dans les montagnes des Alpes, et de désagréger les fibres du *China grass*. (Commission des fibres textiles.)

M. *de Rouillé* (C.), rue Argenterie, 7, à Béziers (Hérault) ; projet de souscription pour une societé générale de commandite en participation. (Commerce.)

M. *Charlot*, rue de Vaugirard, 280, à Paris. Demande de concours pour faire breveter un petit appareil pour émincer le fromage de Gruyère. (Arts mécaniques.)

MM. *Ulhric et Messner*, rue d'Enghien, 30, à Paris. Nouveau régulateur de la pression du gaz. (Arts mécaniques.)

M. *Berg* (A.), ouvrier tailleur, rue du Hazard, 9, à Paris, présente des observations sur la constitution de l'industrie du vêtement à Paris. (Commerce.)

M. *Letourneur*, directeur de la Société anonyme du Crédit Lyonnais, envoie des spécimens d'écriture avec une encre annoncée comme étant absolument indélébile, et il demande l'opinion de la Société sur cette invention. (Arts chimiques.)

L'*Institution des ingénieurs-mécaniciens*, Victoria Chambers, 10, Victoria street, Westminster, envoie une lettre circulaire contenant le programme proposé par le Comité des recherches sur les questions suivantes :

1° L'acier, sa dureté, sa trempe, etc.

2° La meilleure forme des joints par rivets, pour le fer, l'acier ou les alliages ;

3° Frottements dans les grandes vitesses. (Arts mécaniques.)

M. *le Ministre de l'Agriculture et du Commerce* envoie deux exemplaires de numéros du Catalogue des brevets d'invention pris en 1878.

M. *Cauvy*, professeur à l'Ecole de pharmacie de Montpellier. Note et renseignements sur les moyens d'assurer la destruction du phylloxera par l'emploi du sulfocarbonate de chaux. (Agriculture.)

MM. *Possoz, Biardot et Lécuyer*, avenue Malakoff, 133, Paris. Conserves de légumes préparées par un procédé qui exempte de l'emploi des sels de cuivre et de celui de la chlorophylle de végétaux étrangers. (Arts économiques.)

MM. *Meyer et Bloch*, rue de Lancry, 40, à Paris, signalent à la Société la rétrogradation du titrage des phosphates contenus dans les phospho-guanos qu'ils vendent, laquelle aurait atteint le chiffre de 50 pour 100 environ, en neuf mois. (Arts chimiques et Agriculture.)

M. *Martin* (A. S.), rue Fontarabie, 12, à Paris, signale l'achèvement de l'usine qu'il a construite pour la préparation des tissus ininflammables qu'il a soumis à l'examen de la Société. (Arts chimiques.)

M. *Bonnes* (Charles), rue de Tourtelle, 27, à Paris (Belleville). Nouvelle veilleuse

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sans mèche, à tube en porcelaine fixé à la capsule par une virole cimentée à l'émail. (Arts économiques.)

La Société Royale de la Nouvelle-Galles du Sud (Australie) adresse diverses publications :

1° Journal et Proceedings 1877, n. XX, in-8.

2° Rapport du Conseil de l'éducation sur la situation des écoles publiques en 1877. in-8.

3° Etude sur les formations sédimentaires de la Nouvelles-Galles du Sud. In-8.

4° Rapport sur les constructions des chemins de fer de la Nouvelle-Galles du Sud en 1876. Petit in-folio.

M. *Joly* (Charles). Note sur les tuyaux employés dans le chauffage des serres. Extrait du Journal de la Société centrale d'horticulture de France, 1878. Brochure in-8.

M. *Robert* (L.), président d'une commission de la Société française de photographie, demande à la Société d'encouragement de participer à la souscription ouverte par la ville de *Chalon-sur-Saône*, pour faire élever une statue à la mémoire de *Nicéphore Niepce* (1).

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Passementerie en métal blanc ou irisé.* — M. *Debray* lit, au nom du comité des arts chimiques, un Rapport sur l'emploi du métal blanc et des lames irisées dans la passementerie.

Le comité propose de remercier M. *Hélouis* de ses deux intéressantes communications et d'insérer le présent Rapport au *Bulletin*.

Ces conclusions, mises aux voix, sont approuvées par le Conseil. (Voy. *Bulletin* de juin 1879, p. 284.)

Cristallerie artistique. — M. *de Luynes* fait, au nom du comité des arts économiques, un Rapport sur les verreries et cristaux décorés par de nouveaux procédés de M. *Monot*, directeur de la cristallerie de Pantin.

Le comité des arts économiques propose de remercier M. *Monot*, de son intéressante présentation, et d'ordonner l'insertion du Rapport au *Bulletin* avec la description et le dessin du four de M. *Monot*.

Ces conclusions, mises aux voix, sont approuvées par le Conseil.

Méthylaniline. — M. *Schutzenberger* lit, au nom du comité des arts chimiques, un Rapport sur un travail de M. *Camille Vincent*, professeur à l'Ecole centrale des arts et manufactures, relatif à la fabrication de la méthylaniline.

Le comité propose de voter des remercîments à M. *Vincent*, et d'insérer le Rapport dans le *Bulletin*.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil. (Voy. *Bulletin* de juin 1879, p. 287.)

---

(1) Voy. cahiers de *Mai* et *Juin* 1879, p. 238 et 306.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. *de Luynes*, membre du Conseil, présente, au nom de M. *Corplet*, artiste-peintre et sculpteur, réparateur d'objets d'art, rue Favart, 18, deux photographies faites d'après un émail de Limoges, avant et après sa réparation, ce qui permet d'apprécier l'importance du travail exécuté. M. *de Luynes* fait remarquer l'intérêt qui s'attache à ce travail de réparation d'objets d'art qui exige, de la part de ceux qui s'y livrent, un véritable talent. Il ajoute que les réparateurs d'objets d'art sont souvent des artistes d'un grand mérite, et que plusieurs d'entre eux ont acquis aujourd'hui une véritable réputation en céramique et dans la fabrication des émaux et des verres émaillés. (Comité des beaux-arts.)

COMMUNICATIONS. — *Emploi du maïs dans l'alimentation.* — M. *Fua* (de Padoue) présente à la Société un Mémoire détaillé sur les propriétés hygiéniques et économiques du Maïs dans l'alimentation.

Ce Mémoire a pour but, principalement, de mettre sous les yeux de la Société les documents nombreux qui démontrent les avantages considérables que le Maïs pourrait rendre au double point de vue hygiénique et économique, si son emploi était répandu dans le nord de la France.

L'auteur du Mémoire, pour faire comprendre au premier abord l'importance de la valeur nutritive de la céréale américaine, cite un passage tiré des œuvres de l'illustre président de la Société, qui s'exprime ainsi : « Considéré sous le rapport économique, le Maïs, d'après sa composition, se place donc au premier rang des céréales ; en effet, outre la proportion de matière azotée, presque égale à celle des grains qui en renferment le plus, l'huile douce et comestible qu'il contient en proportion si forte, ajoute à ses propriétés alimentaires. De sorte que très-peu de productions naturelles réunissent mieux que le Maïs les principes nécessaires à la nutrition des hommes et des animaux. »

(DUMAS, *Mémoires de chimie*, page 365.)

M. *Payen*, avec une légère variante, dit à peu près la même chose.

M. *Fua* cite et analyse les éminents philanthropes, qui ont le plus contribué à la vulgarisation, encore trop restreinte, malheureusement, de cette précieuse céréale, là où une routine mal comprise n'a pas encore permis de la répandre dans la culture.

Les auteurs du XVI^e^ et du XVII^e^ siècle sont passés en revue, pour montrer quel parti le peuple primitif du nouveau continent savait tirer du Maïs, objet le plus précieux des productions naturelles de ces contrées.

Le père *Labat*, missionnaire ; F. *Hernandez*, médecin de *Philippe II*, roi d'Espagne ; *Garcilasso de la Vega*, l'*inca* ; *Jean de Laët*, historiens du Nouveau-Monde, sont tous unanimes pour reconnaître les qualités éminemment nutritives et hygiéniques du Maïs, qui était aussi, dans une foule de cas, employé en médecine par le peuple américain.

Ensuite, l'auteur arrive aux hommes éminents du XIX^e^ siècle, *Parmentier*, en première ligne, qu'on trouve toujours dans ces questions philanthropiques.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Fua* donne des extraits du Mémoire sur le Maïs, couronné par l'Académie de Bordeaux, de l'illustre agronome de Montdidier.

De F. *de Neufchâteau* (panégyriste enthousiaste de Parmentier), qui a écrit un supplément, fort remarquable, au Mémoire de *Parmentier*, afin de continuer l'œuvre de cet homme de bien sur la propagation du Maïs, œuvre qui n'a pas eu, malheureusement, le même résultat que pour la pomme de terre.

Lelieur, *Rumford*, *Duchesne*, *Bonafous* et les nombreux écrits sur le Maïs, sont analysés par M. *Fua*, qui consacre un chapitre à M. *Best-Penot*, aussi lauréat de la Société d'encouragement.

On sait que M. *Best-Penot* a apporté un grand perfectionnement à la mouture du Maïs. Ce perfectionnement consiste à séparer de ce grain par la mouture, certaines parties, matière grasse, matière résineuse, etc., etc., qui rendraient le goût du Maïs moins agréable; ce qui n'est pas l'avis de l'auteur du Mémoire.

M. *Fua* se place à un autre point de vue, et, tout en constatant le mérite des perfectionnements apportés à la mouture du Maïs par M. *Best-Penot*, ne reconnaît qu'au grain tout entier sans aucune élimination d'aucun de ses principes, les qualités hygiéniques dont le Maïs est doué, à un si haut degré. Le but de M. *Fua* n'est pas de faire du Maïs un aliment de luxe. M. *Penot* aura, dans tous les cas aussi, le mérite d'avoir contribué, pour une large part, à la vulgarisation du Maïs dans la capitale et ailleurs, ce qui serait déjà beaucoup.

M. *Fua* fait ressortir les avantages économiques et hygiéniques d'un pain qui serait confectionné moitié farine de Blé et moitié farine de Maïs, comme cela se pratique ordinairement dans plusieurs villes d'Italie, notamment à Turin, à Milan, au grand avantage hygiénique et économique des classes laborieuses.

D'après M. *Lelieur*, directeur des fermes et parcs royaux, *Louis XVIII* était friand de ce pain de Maïs, qui lui était fourni par M. *Lelieur*. *Washington* ne mangeait pas d'autre pain habituellement.

M. *Fua* s'étonne que la céréale américaine n'ait point été, jusqu'à présent, utilisée dans nos établissements hospitaliers et autres qui dépendent de l'Etat. Il souhaite que l'Assistance publique, mieux éclairée sur les qualités nutritives du Maïs, ainsi que sur les avantages économiques de son emploi, s'empresse d'introduire cet aliment là où il peut rendre de grands services.

M. *Fua* donne, enfin, quelques lignes d'un rapport fait, tout récemment, sur le Maïs, à l'Académie de médecine, par M. le professeur *Gubler*, et finit en disant que le Maïs a été un des plus beaux cadeaux que le nouveau monde ait fait à l'ancien, et que la moitié, au moins, du genre humain qui s'en nourrit est là pour l'affirmer; espérant que l'autre moitié suivra bientôt l'exemple. (Renvoi au comité de l'Agriculture.)

Numérotage des fils. — M. *Simon* (Edouard) donne lecture d'une Note sur l'unification du numérotage des fils.

L'adoption de notre système de poids et mesures, dit-il, par un grand nombre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de pays manufacturiers, le développement des relations internationales, rendent très-opportune l'unification du numérotage des fils basé sur l'usage du mètre et du gramme.

On sait que numéroter ou titrer un fil, c'est déterminer le rapport entre la *longueur* et le *poids* de ce fil.

Dans quatre Congrès tenus à Vienne en 1873, à Bruxelles en 1874, à Turin en 1875, à Paris en 1878, se sont manifestés simultanément l'expression de plus en plus nette des tendances commerciales vers cette unification, et le sentiment de certaines difficultés d'application.

Le regretté M. *Michel Alcan*, délégué par le gouvernement français au Congrès de Bruxelles, avait consigné dans un rapport au Ministre de l'agriculture et du commerce, les résolutions qui ont servi de base aux discussions ultérieures; M. *Gustave Roy*, dans un rapport également officiel, vient de confirmer, au nom du Congrès de Paris, l'utilité d'une réforme demandée par la plupart des intéressés; je me bornerai donc à résumer les décisions successivement prises, avant de rechercher les causes qui entravent l'adoption d'un système uniforme.

Tous les titrages peuvent être ramenés à deux subdivisions, suivant que la longueur varie pour un poids invariable ou bien que le poids change pour une longueur fixe.

Avec la première méthode, le numéro s'élève toujours comme la finesse du fil; avec la seconde, le numéro augmente ou décroît proportionnellement au titre, selon que l'échelle est dite ascendante ou descendante.

Le Congrès de Vienne faillit compromettre la réforme visée par ses promoteurs, en ne tenant pas compte des deux bases admissibles dans des industries différentes, le *poids fixe*, la *longueur invariable*; le commerce des soies fut sur le point de se désintéresser de l'unification projetée.

Le Congrès de Bruxelles, présidé comme les suivants, par M. Pacher von Theinburg, de Vienne, eut le mérite de concilier les conditions spéciales de la production séricicole avec les données exactes du numérotage métrique. Le filage de la soie s'effectuant d'après une méthode inverse des procédés usités pour la transformation des autres matières textiles, il était naturel de conserver un mode de numérotage également inverse; de plus, et en raison de la finesse des brins, il n'était pas possible de prendre le kilogramme pour unité de poids; il fut donc décidé que, dans le titrage de la soie, les numéros 1, 2, 3,.... indiqueraient que le myriamètre, pris pour unité de longueur, pesait, 1, 2, 3,.... grammes.

Les autres textiles, sans exception, restaient numérotés d'après le nombre de kilomètres contenus dans le kilogramme, le n° 150, par exemple, représentant 150 kilomètres de fil pour 1000 grammes de matière.

Sans rien modifier à ces conclusions, le Congrès de Turin apporta un nouvel élément de succès à l'unification du numérotage, en se livrant à une sérieuse étude du conditionnement.

Il ne suffit pas toujours de dévider soigneusement une ou plusieurs échevettes et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'en déterminer le poids pour connaître le titre réel du fil. Les propriétés hygrométriques des fibres textiles occasionnent des différences en plus ou en moins qui, parfois, compromettent la loyauté des échanges, lorsque des échantillons n'ont pas été préalablement séchés à l'absolu et ramenés à un degré constant d'humidité par l'addition du *taux de reprise légal*. Ces taux de reprise, variables selon la nature et l'état de la matière première, furent arrêtés d'un commun accord et recommandés par le Congrès de Turin.

Le Congrès de Paris fit un pas de plus et, sans exiger le conditionnement pour toute opération de numérotage, décida que le conditionnement *deviendrait obligatoire sur la demande de l'une des parties*.

Toutes les questions, nettement posées, ont été traitées, dans ces réunions successives, par des industriels et des négociants compétents; les résolutions ont été prises à l'unanimité des membres présents; cependant, l'initiative privée s'est déclarée impuissante. Le dernier Congrès a chargé son Bureau de réclamer l'appui des gouvernements pour arriver à une solution conforme aux bases adoptées.

Au moment où l'Administration est appelée à intervenir, il nous a paru utile de rechercher les causes des difficultés auxquelles se heurte l'application d'un système, dont chacun, isolément, souhaite la prompte mise en pratique.

Dans ce but, nous vous demandons, Messieurs, la permission de passer rapidement en revue les principaux modes de titrage usités en France.

La filature mécanique du coton, l'une des spécialités les plus modernes, par conséquent l'une des moins entravées par les anciennes coutumes, détermine le numéro par le nombre de kilomètres contenus dans les 500 *grammes;* le demi-kilogramme, substitué, dès l'origine, au kilogramme pour tenir compte de certaines résistances inhérentes à l'usage de la *livre*, serait aujourd'hui facilement remplacé par le kilogramme, puisque, sans changer les appareils d'essai, il suffirait de doubler le numéro fourni par l'éprouvette.

A côté de ce numérotage légal, il en existe un autre, employé dans le commerce des filés fins, non parce qu'il présente un avantage sur le précédent, mais parce qu'un certain nombre de tisseurs, familiarisés avec les produits anglais à une époque où la Grande-Bretagne filait presque exclusivement les numéros élevés, ont conservé l'habitude du titrage anglais. Ici, le mètre se trouve nécessairement remplacé par la yard, le demi-kilogramme par la livre anglaise, et les industriels français, qui vendent leurs filés concurremment avec nos voisins, ont été amenés par la clientèle à facturer simultanément les numéros anglais et français. Cette double indication occasionne des erreurs et nécessite l'usage de tables de conversion.

Dans l'industrie du lin, l'influence du marché anglais est absolue et le numérotage métrique reste à l'état de *desideratum*. Le dévidage s'effectue chez nos filateurs par *échevettes* de 300 yards ; 12 échevettes formant l'*écheveau*, 100 écheveaux donnent le *paquet*. Le paquet représente une longueur de 329 000 mètres *environ* et le poids

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

varie en raison inverse du numéro ; le n° 1 pesant 540 kilogrammes, le n° 2 pèse la moitié, le n° 3 le tiers et ainsi de suite.

La filature du chanvre emploie, suivant la destination des produits, le numérotage anglais du lin ou le titrage kilogrammétrique.

Pour la laine, l'adoption des règles uniformes, proposées par le Congrès de Paris, semble relativement facile et, si les filatures normandes comptent encore par *livres* de 3 600 mètres, divisibles en quatre *quarts* de 900 mètres avec sous-multiples ou *sons* de 90 mètres, si, dans l'Est et à Paris même, on titre par échées de 700 ou 710 mètres, il existe d'assez nombreux établissements réunissant filature et tissage, à Reims notamment, où le numérotage kilométrique est exclusivement employé.

En ce qui concerne la soie, la France et l'Italie ont jusqu'ici conservé le titrage basé sur le poids en *deniers* de l'échevette, mesurant 400 *aunes ;* mais le denier et l'aune varient avec les contrées, et il ne saurait être fait d'opposition justifiée à la substitution du gramme et du mètre.

La filature de la bourre de soie possède le numérotage légal du coton.

D'après ce qui précède, toutes les difficultés résultent ou d'usages locaux sans effet appréciable au-delà d'un cercle limité, ou bien de systèmes différents de poids et mesures réagissant, au contraire, de nation à nation, sur les relations commerciales.

Dans le premier cas, une réglementation administrative, propre à chaque pays, fera cesser les anomalies et, avec le concours des Chambres de commerce et des Sociétés industrielles, soutiendra les efforts individuels. Livrée à elle-même, l'initiative privée ne saurait triompher de l'esprit de routine, parfois même des suspicions injustes, si l'unification nécessitait des remaniements dans les séries de prix attribués aux façonniers, entrepreneurs ou ouvriers.

Pour le second cas, la résistance du gouvernement britannique à l'adoption du système métrique ne laisse pas que de rendre la solution plus difficile. Toutefois, d'après les déclarations faites au Congrès de Paris par des adhérents anglais, le commerce de la Grande-Bretagne serait très-disposé à faire usage de nos poids et mesures, déjà employés dans certaines circonstances et appréciés par nos voisins.

L'étude des tarifs de douane offre une occasion exceptionnelle d'obtenir, au profit de tous, une première satisfaction. Les pays qui sont en possession du mètre et du kilogramme ne se trouvent-ils pas autorisés à exiger des importateurs l'emploi exclusif du système métrique, non pas seulement dans les déclarations en douane, mais dans le dévidage et l'empaquetage des filés?

Le sens pratique des manufacturiers et des négociants anglais ne s'alarmerait pas d'une semblable disposition et, si les pouvoirs publics assuraient ce résultat, ils contribueraient à une nouvelle extension des rapports internationaux. Par là même se trouveraient implantés sur le sol britannique de fermes jalons vers l'unification des poids et mesures du monde entier. (Renvoi au comité du commerce.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Typo-photographie. — M. *Lenoir* lit une Note sur un système de reproduction des planches gravées d'après clichés photographiques sur nature.

Jusqu'à ce jour, les expériences, faites pour obtenir ces clichés, avaient pour point de départ le transport, c'est-à-dire que l'on faisait une épreuve aux encres grasses, système Poitevin; on imprimait sur une feuille de papier à transport puis l'on transportait cette épreuve sur une planche métallique ; on mettait à l'acide; et on encrait ensuite sous l'eau plusieurs fois. Tout cela était très-dificile et bien incertain.

J'ai donc cherché le moyen, dit M. Lenoir, d'opérer directement, sans encrage, sur la plaque, et voici comment j'y suis arrivé :

Sur une plaque de métal, je mets une couche légère d'albumine bichromatée et mélangée de carmin ; le carmin ne joue pas seulement le rôle de colorant, c'est lui qui aide au dépouillement, en raison de sa facilité à se dissoudre dans l'ammoniaque. La gomme-gutte et différentes résines jouent à peu près le même rôle.

C'est à l'emploi du carmin qu'est dû le dépouillement dans la masse, car la solarisation ayant lieu en dessus, il faut que le carmin entraîne l'albumine, plus ou moins, suivant sa solarisation.

Lorsque le dépouillement est fait, on n'a qu'un dessin formé d'albumine, matière qui ne pourrait en rien résister aux acides. Il faut donc rendre cette matière résistante. En raison de son épaisseur, deux moyens sont en présence : l'un est de faire absorber à l'albumine une dissolution de gomme laque dissoute dans de l'eau chaude avec du borate de soude ; l'autre, et c'est celui que je préfère, est de plonger la plaque, une fois dépouillée, dans une dissolution de bichromate de potasse, puis, une fois sèche, de la chauffer à environ 120 degrés. Alors l'albumine a acquis la résistance voulue pour résister aux acides. Il s'agit maintenant de graver cette plaque en lui donnant un grain différentiel, suivant la quantité d'encre qu'elle doit prendre. Sur la plaque dépouillée et rendue inabsorbante, on met une couche légère d'une dissolution de bitume de Judée et de térébenthine dissous dans l'essence et mélangés de carbonate de chaux. Lorsque la plaque est plongée dans l'acide, l'acide carbonique est mis en liberté, il se forme de petits canaux par lesquels l'acide attaque le métal, plus ou moins vite, en raison de l'épaisseur de l'albumine.

Mais si l'on employait de l'acide ordinaire, ces petits canaux seraient bientôt détruits ; c'est pour cela que j'emploie un acide composé d'eau acidulée avec de l'acide nitrique; acide oxalique et alun. Il se fait alors un oxalate du métal qui est insoluble et qui s'attache après le métal et les parois des petits canaux, ce qui les oblige à se maintenir sur la plaque; ce qui fait qu'il se produit des grains plus ou moins gros, suivant le temps pendant lequel l'albumine permet la morsure de l'acide. Ce sont de petits monticules, comme de petits obélisques plus ou moins microscopiques.

Dans cet état, la plaque est prête; on n'a qu'à la nettoyer, et l'on peut imprimer immédiatement. Il n'est même pas besoin de mise en train, et ce travail peut s'exécuter en trois heures. (Renvoi au comité des beaux-arts.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOMINATION DE MEMBRES A VIE. — M. *le Président* donne connaissance à la Société de la demande faite par deux membres qui désirent être membres à vie. Ce sont :

MM. *Perissé* (Sylvain), ingénieur à Paris; *Bardy*, directeur du laboratoire central des contributions indirectes, à Paris.

Ces deux membres ayant accompli les formalités prescrites par les statuts, M. *le Président* met aux voix leur nomination au titre de membre à vie.

Cette proposition est adoptée.

NOMINATION D'UN MEMBRE CORRESPONDANT FRANÇAIS. — M. *Debray* fait, au nom du comité des arts chimiques, un rapport pour proposer le transfert de M. *Guignet*, membre correspondant de la Société à l'étranger, qui a cessé d'habiter Rio-Janeiro (Brésil), sur la liste des Membres correspondants français.

M. *Guignet* a été nommé Directeur de la station agronomique de la Somme et est actuellement en résidence à Amiens.

La liste des Membres correspondants du Comité des arts chimiques présente une vacance par la mort du regretté M. *Merle*, et la mutation proposée portera cette liste au complet.

M. *le Président* met aux voix cette proposition qui est adoptée par le Conseil ; M. *Guignet* sera inscrit sur la liste des correspondants français de la Société.

Séance du 25 avril 1879.

Présidence de M. DUMAS, président.

CORRESPONDANCE. — M. *Delaurier* (Emile), rue Daguerre, 71, à Paris. Mémoires sur l'utilisation du mouvement horizontal des vagues pour faire mouvoir les navires. (Arts mécaniques.)

M. *Gaillon* (P. A.), passage Mussard, 6, près la porte d'Asnières, à Levallois-Perret (Seine), demande que la Société fasse examiner les chais à tuiles tubulaires, les foudres et cuves en céramique qu'il emploie pour loger le vin, et sa fabrique de tonnellerie par moyens mécaniques. (Construction et beaux-arts.) Il présente également un système de wagons pouvant servir à volonté sur rails et sur route ordinaire. (Arts mécaniques.)

M. *Albrisser* (F. J.), rue des Orteaux, 57, à Paris, demande le concours de la Société pour exploiter un irrigateur d'un nouveau système. (Arts mécaniques.)

M. *Demolon-Lécollier*, manufacturier, à Nogent (Haute-Marne), appareil de conjugaison des aiguilles et des disques pour éviter les accidents des chemins de fer. (Arts mécaniques.)

M. *Albert Conti de Barbaran* (le comte), avenue Friedland, 22, à Paris. Système nouveau de toitures soulevables et appareils nécessaires pour son application aux constructions. (Constructions et beaux-arts.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Laguérenne* (Ed. de), au château de Mont-Saint-Angel, près Montluçon (Allier), envoie une Note sur un moyen de disposer plus convenablement les pédales de l'appareil de M. *Bozerian*, qui a pour but d'obtenir le meilleur emploi de la force musculaire de l'homme appliquée à faire mouvoir une manivelle. (Arts mécaniques.)

M. *Consolin* (L.), chef mécanicien à la Compagnie transatlantique, rue du Bastion, au Havre, fait présenter à la Société par M. *Doray*, membre correspondant, un appareil graisseur à fonction continue pour les cylindres de machines à vapeur. (Arts mécaniques.)

M. *Baucart* (E.), ingénieur mécanicien, faubourg Saint-Jacques, 21, à Paris, envoie un Mémoire autographié sur l'apprentissage et les moyens de former des ouvriers habiles dans la mécanique et pour les instruments de précision. (Arts mécaniques.)

M. *Raffard* (N. J.), rue Vivienne, 16, à Paris, présente un appareil de sûreté contre l'incendie, applicable dans les habitations et sur les navires. (Arts économiques.)

M. *Sidot*, préparateur de physique et de chimie au lycée Charlemagne, inventeur d'un mors électrique breveté en 1868, présenté à la Société d'encouragement le 12 mai 1872 et examiné par le Comité de l'agriculture le 19 juin de la même année, réclame la priorité de l'application de l'électricité à l'arrêt des chevaux emportés et vicieux. Il rappelle, à ce sujet, des expériences dans lesquelles il a obtenu ainsi l'arrêt soudain de chevaux lancés à toute vitesse, les guides lachées. (Comité de l'agriculture.)

M. *Thirion* (Ch.) soumet à l'examen de la Société le tableau synoptique et comparatif des législations française et étrangères en matière de brevets d'invention. Ce tableau-atlas, in-folio, collé sur toile, a figuré à l'Exposition universelle internationale de 1878 et a obtenu une médaille d'argent. (Commerce.)

M. *Warker* (Th.), rue Sedaine, 66, à Paris, propose de rendre mousseux les vins de toute nature et les autres boissons par l'emploi d'un appareil producteur d'acide carbonique pur. (Arts chimiques.)

M. *Delaris* (C.), grande rue La-Real, 30, à Perpignan, demande que la Société fasse examiner des appareils en terre cuite poreuse qu'il place dans la terre avant les semis et cultures, et qui sont destinés à recevoir l'eau de l'arrosage, laquelle est ensuite transmise progressivement au sol par les pores de l'appareil. (Agriculture.)

M. *Magnuski*, professeur de mathématiques, à l'Ecole municipale supérieure de Lavoisier, présente des appareils démonstratifs pour servir à l'étude de la géométrie descriptive. (Arts économiques.)

M. *Chevallier*, membre du comité des arts chimiques, envoie à la Bibliothèque de la Société deux brochures extraites des Annales d'hygiène publique, — l'une sur du pain confectionné avec des farines altérées par du plomb ; — l'autre sur les effets toxicologiques du zinc et des sels de ce métal.

M. *Lacour* (G.), ingénieur-constructeur, à La Rochelle. — Notice sur un mouton automoteur à vapeur. (Arts mécaniques.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Quesneville*, éditeur du Moniteur scientifique. — Mémoire sur le calcul des opérations chimiques, par *Brodie*, professeur de chimie à l'Université d'Oxford, traduit de l'anglais par M. *Naquet* (A.). (Arts chimiques.)

M. *Armengaud* (jeune), ingénieur civil, boulevard de Strasbourg, 23, à Paris, envoie un exemplaire d'une conférence sur les moteurs à gaz, faite à l'Exposition le 14 août 1878. (Arts mécaniques.)

La lumière électrique, journal mensuel universel d'électricité, place Vendôme, 22, à Paris.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Déclaration de vacance.* — M. *Davioud* fait un Rapport, au nom du comité des constructions et des beaux-arts, pour demander au Conseil de déclarer une vacance dans ce comité, par suite de la mort de M. *Barre,* qui a eu lieu le 30 décembre 1878.

Cette proposition, mise aux voix, est adoptée par le Conseil.

Encres typographiques. — M. *de Luynes* fait, au nom du comité des arts économiques, un rapport sur la fabrique d'encres typographiques et lithographiques de M. *Charles Lorilleux.*

Le comité propose de féliciter M. *Lorilleux* des résultats qu'il a obtenus et d'ordonner l'impression du présent Rapport au *Bulletin.*

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil. (Voy. plus haut, p. 351.)

Electricité pour le dressage des chevaux. — M. *Bella* présente, au nom du comité de l'agriculture, un rapport sur les procédés employés par MM. *Defoy* et *Moreau* pour le dressage des chevaux rebelles.

Le comité conclut en recommandant à l'attention de la Société le procédé de MM. *Defoy* et *Moreau*, et en demandant l'insertion du Rapport au *Bulletin.*

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil. (Voy. plus haut, p. 356.)

Statue à Nicéphore Niepce. — M. *Davanne* lit, au nom du comité des beaux-arts et des constructions, un rapport sur la souscription faite par la ville de Chalon-sur-Saône pour élever une statue à *Joseph-Nicéphore Niepce,* inventeur de la photographie.

Le comité prie le Conseil de s'associer à cette œuvre nationale en s'inscrivant dans cette souscription pour une somme de *cent francs*, et en insérant dans le *Bulletin* le présent Rapport, dont la publicité viendra favoriser l'œuvre entreprise.

Ces conclusions, mises aux voix, sont approuvées par le Conseil. (Voy. cahier de mai 1879, p. 238.)

COMMUNICATIONS. — *Phylloxera.* — M. *Teissonnière*, ancien conseiller général du département de la Seine, lit une note sur le traitement d'un vignoble entier par les insecticides.

« Dans la tournée faite par la Commission internationale du phylloxera, dont j'avais l'honneur de faire partie, j'avais remarqué que, dans la plupart des cas, les insuccès de l'application des insecticides avaient pour cause leur application trop tardive et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

surtout le défaut de persévérance, qui s'expliquait bien naturellement par les dépenses importantes que ces applications nécessitaient sans résultat compensateur. Cette observation m'a fait prendre la résolution de soumettre au traitement tout mon vignoble, situé dans le canton de Capestang, arrondissement de Béziers (Hérault), bien que quelques taches seulement, de peu d'importance, se fussent manifestées.

« Ce vignoble se compose de 125 hectares, plantés de vignes ; il a reçu 300 kilogrammes de sulfocarbonate de potassium par hectare, soit environ 75 grammes par chaque souche, l'hectare comprenant 4,000 souches ; ces 75 grammes sont mélangés dans 20 litres d'eau, et sont suivis de l'infusion de 10 litres d'eau pure.

« Cette eau est apportée à pied d'œuvre par des tuyaux en tôle galvanisée (système *Mouillefert* et *Humbert*) au moyen d'une machine à vapeur, qui envoie, à une distance considérable, un volume très-suffisant pour traiter en une journée de 3 hectares à 3 hectares et demi de superficie (soit 500 litres par minute à 1,600 mètres de distance et 56 mètres d'altitude).

« Le côté pratique du traitement, au moyen du sulfocarbonate de potassium, me paraît résolu d'une façon complète, car le coût de cette opération peut être supporté facilement par les vignobles placés dans les terrains fertiles provenant d'alluvions et dont le rendement varie de 70 à 100 hectolitres par hectare ; il se décompose ainsi :

300 kilog. de sulfocarbonate de potassium rendu à 56 fr. les 100 kilog.	168 fr.
Forfait pour l'apport de l'eau à pied d'œuvre par hect.	50
Main-d'œuvre pour mélanger et répandre cette eau.	35
Soit au total par hectare.	253 fr. »

M. le *Président*, en faisant le renvoi de cette lettre au comité de l'agriculture, fait remarquer que le prix indiqué par M. *Teissonnière* est encore trop élevé et que, si l'exemple donné par cet habile cultivateur était suivi, on verrait bientôt le prix du sulfocarbonate de potassium réduit à 35 fr. les 100 kilogr., auquel cas, en supposant qu'on ne parvienne pas à réaliser d'autres économies, le traitement d'un hectare serait ramené aux chiffres suivants :

300 kilog. de sulfocarbonate de potassium.	105 fr.
Eau et main-d'œuvre.	85
Total.	190 fr.

Appareils électriques. Polyscope. — M. *Trouvé*, ingénieur électricien, rue Vivienne, n° 14, présente et explique à la Société divers appareils, relatifs principalement à l'art médical, dans lesquels il applique la propriété que les éléments au peroxyde de plomb de M. *Planté* possèdent de produire une grande élévation de température sous un petit volume.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces appareils produisent une lumière vive pendant un temps suffisant pour une opération et permettent d'éclairer d'une manière complète des cavités peu accessibles.

M. *Trouvé* montre différentes formes de ces appareils donnant avec un plein succès le résultat désiré, des cautères actuels de formes différentes à la température du rouge blanc ou à des températures diverses, avec les moyens de faire varier à volonté ces températures. — Des lumières en vase clos, très-vives, par lesquelles on peut explorer des mines infectées de grisou, et d'autres appareils très-variés du même genre.

Il présente aussi, de la part de M. *Perrodon*, un nouvel avertisseur téléphonique d'une grande simplicité. (Renvoi au comité des arts économiques.)

Le Manioc et le Tapioca du Brésil. — M. E. *Guignet*, membre correspondant de la Société, directeur de la Station agronomique de la Somme, ex-professeur à l'Ecole polytechnique de Rio de Janeiro, présente à la Société une étude sur la culture du *manioc* et la fabrication du *tapioca* au Brésil. (Cette étude sera insérée au *Bulletin*.)

NOMINATION D'UN MEMBRE A VIE. — M. *Solvay* (Ernest), fabricant de produits chimiques, à Bruxelles, est présenté par M. *Peligot* pour être nommé membre à vie de la Société.

M. *le Président*, se fondant sur la notoriété établie de M. *Solvay*, propose au Conseil de faire cette nomination. Mise aux voix, elle est votée par le Conseil.

NOMINATION DE MEMBRES. — Sont nommés membres de la Société :

MM. *Lefèvre* (Henri), ingénieur civil des mines, à Paris ;
Vernhes (Jean), négociant, à Toulouse ;
Lavigne (François), fabricant, à Salignac ;
Veirane (Melchior), négociant, à Marseille ;
Oriolle, ingénieur-mécanicien, à Nantes ;
Delaurier, ingénieur-électricien, à Paris ;
Aubry-Vitel, propriétaire-cultivateur, à Paris ;
Ronna, ingénieur-secrétaire de la Compagnie autrichienne R. I. P., à Paris ;
Le docteur *Dubouchet* (V.), dentiste, à Paris.

Paris. — Imprimerie de Madame veuve BOUCHARD-HUZARD, rue de l'Éperon, 5 ;
JULES TREMBLAY, GENDRE ET SUCCESSEUR.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

INSTRUMENTS DE PRÉCISION.

RAPPORT *fait par* M. SEBERT, *au nom du comité des arts économiques, sur la* MACHINE A CALCULER, *dite arithmomètre, inventée par* M. THOMAS (*de Colmar*) *et perfectionnée par* M. THOMAS DE BOJANO, *44, rue de Châteaudun, à Paris.*

Messieurs, de nombreux essais ont été tentés pour arriver à la construction de machines à calculer avant l'apparition de la machine arithmétique, ou *arithmomètre*, qui a été inventée, en 1820, par M. Thomas (de Colmar), directeur de la Compagnie d'assurances le Soleil, et que le fils de l'inventeur, M. Thomas de Bojano, par une longue suite de perfectionnements importants, a rendue d'un emploi absolument pratique.

Théodore Ollivier a donné, dans le numéro du mois de septembre 1843 du *Bulletin* de la Société (1re série, t. XLII, p. 411), à propos de la description de l'*additionneur* du Dr Roth, l'énumération de ces essais, essais qui commencent à la machine arithmétique de Pascal, pour se terminer à la machine algébrique de Babbage dont le seul spécimen, construit en Angleterre, reste encore inachevé, et qui passent par les tentatives de Leibnitz, de d'Alembert et de nombre d'autres chercheurs moins connus.

Ainsi que le signalait Francœur, dans le Rapport qu'il présentait à la Société, à la date du 26 décembre 1821 (*Bulletin* de 1822, 1re série, t. XXI, p. 33), au nom du comité des arts mécaniques, la machine de M. Thomas (de Colmar) ne ressemble à aucune de ses devancières et ne dérive d'aucune d'elles.

C'est une machine qui effectue toutes les opérations arithmétiques, y compris les extractions de racines, avec une rigueur absolue, et en opérant par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une marche analogue à celle qui est suivie, dans la pratique habituelle de ces opérations, faites la plume à la main.

Une description détaillée de la machine primitive a été donnée dans le *Bulletin*, en 1822 (page 355), par Hoyau.

Dans un Rapport, daté du 12 mars 1851 (*Bulletin*, de 1851, 1re série, t. L, p. 113), Benoit a signalé les modifications heureuses qu'elle avait déjà reçues à cette époque.

Les perfectionnements nouveaux, qui y ont été apportés, et les simplifications qu'ont reçues les mécanismes qui la composent, méritent que nous entrions dans quelques détails pour faire comprendre la nature et l'importance de ces améliorations.

Il est nécessaire, au préalable, de rappeler brièvement le principe de construction de cet instrument et son mode de fonctionnement.

DISPOSITION GÉNÉRALE DE LA MACHINE.

La machine à calculer est entièrement renfermée dans une boîte oblongue portative qui, pour les plus grands modèles, mesure environ 70 centimètres de longueur, sur 18 de largeur et 10 de hauteur; elle se compose de trois parties principales.

Une première partie (voir les planches 101 et 102 ainsi que la vue perspective page 412), formée d'une platine extérieure en cuivre, porte des rainures graduées qui correspondent aux unités de divers rangs des nombres à inscrire sur la machine, et dans lesquelles, à l'aide de boutons à index, que l'on déplace à la main, on inscrit les chiffres successifs dont sont formés les nombres sur lesquels on doit opérer, nombres à additionner ou à soustraire, multiplicandes ou diviseurs, suivant l'opération à effectuer.

Une seconde partie, formée de rouages intérieurs, constitue l'organe fondamental et la partie caractéristique de la machine; ces rouages permettent de *reproduire*, dans une autre partie de la machine, les nombres inscrits comme il vient d'être dit, et cela par un simple mouvement de rotation imprimé à une petite manivelle motrice. Cette partie est, d'ailleurs, disposée de telle façon que chaque nombre se trouve *reproduit* successivement autant de fois que l'on fait faire de tours successifs à la manivelle.

Une troisième partie, enfin, portée par une platine mobile, est munie d'un grand compteur destiné à enregistrer les nombres successifs, reproduits par la machine, et d'un petit compteur chargé de noter le nombre des tours de la manivelle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les chiffres de ces compteurs apparaissent dans deux séries différentes de lucarnes; les unes sont dites lucarnes des produits, ou grandes lucarnes; on y lit les sommes, les différences et les produits, ainsi que les restes des divisions; les autres sont dites lucarnes des quotients, on y trouve inscrits, comme vérification, les multiplicateurs dont on a fait usage et on y lit les quotients et les racines.

Les grandes lucarnes sont en nombre double de celui des rainures graduées, pour permettre d'enregistrer tous les chiffres des produits que peuvent donner les nombres susceptibles d'être inscrits sur la première partie de la machine, quand on les multiplie par des nombres ayant eux-mêmes autant de chiffres.

Par un mouvement de glissement latéral, la platine qui porte ces lucarnes peut être portée, par crans successifs, vers la gauche ou vers la droite, ce qui correspond au déplacement de la virgule dans les opérations usuelles et équivaut, par suite, à une multiplication ou à une division, par 10, 100, 1 000, etc., du nombre inscrit dans les lucarnes.

Le grand compteur est disposé de façon à totaliser automatiquement les nombres successifs que la machine lui donne à enregistrer, et un débrayage, mû par un levier, permet d'en changer la marche, de telle sorte que les nombres successifs enregistrés se retranchent alors des nombres déjà inscrits dans les lucarnes, au lieu de s'y ajouter.

La première position du levier d'embrayage sert pour l'addition et la multiplication; la seconde est employée pour la soustraction, la division et les extractions de racines.

Organe reproducteur. — L'organe caractéristique de l'arithmomètre, celui qui sert à reproduire les nombres inscrits sur la machine, autant de fois que l'on effectue de tours de la manivelle motrice, est formé de cylindres parallèles, en nombre égal à celui des ordres de chiffres à reproduire, et qui, mis en communication chacun par des pignons d'angle avec un arbre de couche commandé par la manivelle motrice, effectuent tous un tour entier sur eux-mêmes lorsque la manivelle fait elle-même un tour.

Ces cylindres portent chacun en saillie neuf nervures, de longueur successivement croissante, réparties côte à côte sur une moitié seulement de la surface du cylindre, l'autre moitié restant libre. (Plus exactement, les nervures n'occupent que les 9/20 de la circonférence.)

A côté de chacun de ces cylindres et un peu au-dessus, est placé un axe horizontal, en acier, de section carrée, sur lequel peut se déplacer une petite

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

roue dentée portant dix dents qui peuvent engrener avec les nervures.

Le mouvement de déplacement de chacune de ces roues est commandé par le bouton à index mobile dans la rainure correspondante, bouton qui est relié à la roue par une lame pendante, engagée dans une gorge ménagée sur le moyeu saillant de cette roue.

Lorsque les boutons à index sont en regard des chiffres 0 des rainures graduées, les roues dentées correspondantes sont en dehors des cylindres et, par suite, ne reçoivent aucun mouvement par la rotation de ceux-ci.

Lorsque les boutons sont en regard des chiffres 1, les roues dentées sont rencontrées, dans le mouvement de rotation des cylindres, par la partie extrême de la plus longue nervure et les roues avancent d'une dent.

Si les boutons sont amenés en face des chiffres 2, les roues dentées sont rencontrées par les deux premières nervures, et, par conséquent, tournent de deux dents et ainsi de suite jusqu'à l'extrémité de la course des boutons qui s'arrêtent en face du chiffre 9, position dans laquelle les roues tournent de neuf dents lors de la rotation des cylindres.

On voit pourquoi les axes des roues dentées, axes qui commandent les rouages des grands compteurs, *reproduisent*, à chaque tour, les nombres inscrits dans les rainures.

Organe de report des retenues. — Mais pour que le grand compteur ajoute les nombres qui lui sont ainsi transmis à ceux qu'il a déja enregistrés, il faut qu'il jouisse de la propriété de transporter, d'un cadran quelconque sur le suivant, les unités d'ordre supérieur lorsque l'on donne à enregistrer, au premier de ces cadrans, un nombre d'unités dont le total dépasse 10.

C'est le rôle d'une partie essentielle de la machine que l'on appelle le mécanisme de report des retenues. Ce mécanisme, qui a été la partie la plus difficile à réaliser, dans des conditions de fonctionnement simple et assuré, serait trop long à décrire ici en détail.

Il suffira de dire que, sous sa forme actuelle, il fonctionne pendant la deuxième partie du tour du cylindre, partie pendant laquelle les roues dentées se trouvent en regard de la portion lisse de la surface de ce cylindre et, par suite, ne reçoivent aucun mouvement.

La mise en marche du mécanisme des retenues est provoquée, pour chaque rangée de chiffres, par l'action d'une came placée sous chacun des cadrans mobiles des grandes lucarnes. Lorsque l'intervalle, compris entre les chiffres 9 et 0, passe sous la lucarne, cette came vient rencontrer un levier qui, par un renvoi de mouvement convenable, met en prise une roue dentée, montée

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur l'axe qui commande le cadran suivant, avec une grande dent spéciale qui est elle-même montée sur un canon mobile sur l'axe du cylindre cannelé conjugué ; cette dent est placée, d'ailleurs, dans la position angulaire qui correspond aux 10/20 de la circonférence de ce cylindre.

La dent est ensuite ramenée à sa place primitive par suite de la forme hélicoïdale de l'extrémité du canon qui la porte ; cette partie hélicoïdale venant, dans la suite du mouvement du cylindre, rencontrer un petit buttoir fixe, en forme de plan incliné, qui la repousse.

Le mécanisme est enfin disposé, sur les cylindres successifs, de telle sorte que les retenues à porter s'inscrivent successivement et non simultanément de la droite à la gauche, à chaque vingtième de tour que font les cylindres cannelés.

On obtient simplement ce résultat par le montage même des cylindres, dont chacun est en retard d'un vingtième de tour sur le précédent dans son mouvement de rotation.

Grâce à cette disposition, si tous les cadrans sont placés sur le chiffre 9, et que l'on vienne à ajouter au nombre ainsi formé une seule unité, en marquant dans la rainure de droite le nombre 1 et donnant un seul tour de manivelle, on voit successivement apparaître des zéros dans les lucarnes, en allant de la droite à la gauche.

Cette opération, qui constitue une des épreuves les plus sévères auxquelles puisse être soumise la machine, s'effectue sans qu'il soit nécessaire de développer, à chaque instant du mouvement, un effort plus considérable que pour opérer le report d'une seule retenue ; il en eût été autrement si l'on eût voulu faire marquer toutes les retenues simultanément ; on sait que c'est là l'écueil qu'avait rencontré Pascal dans la construction de sa machine arithmétique.

MODE DE FONCTIONNEMENT DE LA MACHINE.

Ces détails donnés, il est facile de comprendre la marche de la machine, dans chaque cas particulier.

Pour l'addition, on écrit le premier nombre dans les rainures, on fait un tour de manivelle, le nombre se reproduit sur le compteur.

On déplace les boutons des rainures pour écrire le second nombre à additionner ; on fait un nouveau tour de manivelle, et ce second nombre se re-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

produit sur le compteur, en s'ajoutant automatiquement à celui qui y figurait déjà, de sorte que l'on obtient le total des deux nombres inscrits.

On écrit un troisième nombre, on fait encore un tour de manivelle, on a le total des trois et ainsi de suite.

En même temps, le petit compteur inscrit le nombre de tours de manivelle, c'est-à-dire le nombre même des additions successives effectuées, et par conséquent, il rend impossible l'omission accidentelle d'un des nombres sur lesquels on opère.

Preuve de l'addition. — Veut-on la preuve de l'addition ainsi faite, on pousse le levier d'embrayage à la position *soustraction*; on laisse figurer sur la platine le dernier nombre inscrit, et l'on fait un tour de manivelle; on retrouve sur le compteur le total de tous les nombres, moins le dernier.

On écrit l'avant-dernier nombre, on fait un tour de manivelle, on retrouve le total de tous les nombres, moins les deux derniers.

En continuant ainsi, on finit par retrouver zéro partout sur le compteur, quand on a retranché successivement du total tous les nombres sur lesquels porte l'opération.

On voit que, dans une addition très-longue, si l'on a eu soin de noter, sur la petite tablette de verre dépoli, que porte la platine de la machine, les totaux successifs obtenus, par exemple, au bout de chaque dizaine d'additions, on devra retrouver ces mêmes nombres successivement, quand on aura fait tourner dix fois, vingt fois, la manivelle, dans l'opération inverse faite pour la preuve.

On délimitera ainsi facilement les intervalles dans lesquels il pourrait s'être glissé des fautes, fautes qui ne peuvent êtres dues, d'ailleurs, qu'à des omissions ou à des erreurs d'écriture, la machine elle-même ne pouvant se tromper.

Soustraction. — Ce qui vient d'être dit de la preuve de l'addition, indique suffisamment comment on fait la soustraction avec la machine; il y a seulement à remarquer que, pour faciliter les opérations, on a réservé le moyen d'inscrire directement les nombres sur le compteur; il suffit de soulever légèrement la platine qui le porte, de façon à le désembrayer, pour pouvoir faire tourner, à la main, les cadrans dont les chiffres apparaissent dans chaque lucarne.

On évite ainsi, dans la soustraction, d'avoir à écrire le nombre le plus grand sur la platine, pour le faire apparaître ensuite sur le compteur; ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que l'on ferait en donnant un tour de manivelle, avant de changer la marche de la machine pour continuer l'opération.

Multiplication. — Mais ce n'est pas dans l'addition ou la soustraction que la machine à calculer présente le plus d'avantages.

Pour les grandes additions, elle va à peine aussi vite qu'un calculateur habile, tout en conservant cependant, sur le calcul fait de tête, l'important avantage d'éviter la fatigue mentale.

Mais, pour les multiplications, sa supériorité devient considérable à tous les points de vue.

Pour multiplier un nombre, comportant jusqu'à huit et même dix chiffres, suivant le modèle de machine employé, par un nombre d'un seul chiffre, il suffit d'écrire le multiplicande sur la platine, à l'aide des boutons mobiles, puis de tourner rapidement la manivelle, en comptant mentalement le nombre des tours.

Lorsqu'on a fait un nombre de tours égal à celui des unités contenues dans le chiffre multiplicateur, le produit exact se trouve inscrit dans les lucarnes du grand compteur. En même temps, dans les lucarnes du petit compteur, on trouve enregistré le nombre de tours qu'a faits la manivelle, et l'on est ainsi prévenu dans le cas où l'on aurait fait exécuter à cette manivelle un nombre de tours trop grand ou trop petit.

Pour multiplier le même nombre par un nombre composé de plusieurs chiffres, on pourrait évidemment tourner la manivelle autant de fois qu'il y a d'unités dans le multiplicateur, mais l'opération deviendrait fort longue et rapidement impraticable dans la plupart des cas. En mettant, au contraire, à profit la faculté de déplacement de la platine du compteur, on peut considérablement abréger l'opération, en suivant la marche même des calculs faits à la plume.

Veut-on, par exemple, multiplier un nombre par 325; après avoir inscrit le multiplicande sur la platine, on tourne cinq fois la manivelle. Puis, à l'aide de la main gauche, placée sur le bouton de la platine du compteur, on fait avancer cette platine d'un cran vers la droite, en la soulevant légèrement et la laissant tomber dans la première des encoches préparées à cet effet; on assure ainsi la multiplication par dix des nombres que la machine enregistrera ultérieurement; de la main droite qui n'a pas bougé, on tourne la manivelle deux fois, et l'on a déjà le produit par 25; de la main gauche, on fait avancer d'un nouveau cran la platine du compteur, ce qui multiplie par 100 les produits qui vont être écrits; on tourne enfin trois fois la manivelle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et l'on a ainsi le produit par 325 ; en même temps, ce nombre 325 se trouve inscrit dans les lucarnes du petit compteur (1).

Il est à remarquer que le grand compteur additionne tous les nombres que la machine lui donne à enregistrer et dans quelque ordre qu'on les lui présente ; il en résulte que, dans la multiplication, on peut opérer dans n'importe quel ordre, et prendre le multiplicateur, soit par la droite, soit par la gauche, soit même en commençant par un chiffre quelconque. Il en résulte aussi que, si une erreur a été commise dans l'opération ; si, par exemple, un tour a été omis dans le mouvement de la manivelle, ce dont on est averti par l'apparition dans les petites lucarnes du multiplicateur réellement employé, il suffit de faire faire, après coup, à la manivelle, le tour manquant, après avoir replacé la platine du compteur dans la position correspondante, pour voir inscrire immédiatement le produit rectifié (2).

Si, inversement, on a fait un ou plusieurs tours en trop, dans une des multiplications partielles, on corrigera également la faute en donnant un ou deux nouveaux tours de manivelle, mais après avoir pris la simple précaution de pousser le bouton d'embrayage à la position *soustraction*.

Division. — La division se fait, comme dans le calcul ordinaire, par une marche inverse de celle suivie pour la multiplication.

Le bouton d'embrayage étant poussé à la position convenable, le dividende est écrit à l'aide des cadrans du grand compteur et sur la gauche de la platine ; on écrit le diviseur à l'aide des boutons des rainures ; on amène le dividende en regard du diviseur en déplaçant la platine du compteur, de façon que le premier chiffre du dividende soit directement au-dessus du premier chiffre du diviseur et l'on tourne la manivelle.

A chaque tour, on voit le dividende se fondre pour ainsi dire, chacun des tours de la manivelle ayant pour effet de retrancher une fois le diviseur du nombre formé par les chiffres du dividende écrits au-dessus de lui.

On arrête le mouvement de la manivelle quand le nombre qui reste au-

(1) On suppose ici que l'on fait usage d'une machine ordinaire ; dans les machines nouvelles de 20 chiffres, ce transport de la platine vers la droite est obtenu automatiquement, en faisant faire à la manivelle un tour en sens inverse du sens ordinaire, ainsi qu'il sera dit plus loin.

(2) Cette façon d'opérer peut, dans quelques cas fort rares, entraîner des erreurs qui tiennent à ce que, dans les machines existantes, le mécanisme de report des retenues, ne s'étend pas au delà des deux lucarnes qui suivent les rainures graduées, ce qui est suffisant pour le mode d'opération habituellement suivi ; il suffit d'être prévenu de la possibilité de cet accident pour l'éviter.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dessus du diviseur ne le contient plus; le nombre de tours, enregistré par le petit compteur, donne alors le premier chiffre du quotient.

On déplace la platine d'un rang vers la gauche pour prendre un nouveau dividende supérieur au diviseur, et l'on tourne de nouveau la manivelle pour obtenir, de la même façon, le second chiffre du quotient.

En continuant ainsi jusqu'à la droite du dividende, on obtient le quotient complet à une unité près, et le reste se trouve inscrit dans les lucarnes du grand compteur.

Il est à remarquer, ici, que toute erreur est impossible; si, dans une des opérations partielles, on tourne la manivelle d'un tour en moins que le nombre convenable, et si on laisse, par conséquent, subsister sur la platine du compteur, quand on l'avance vers la gauche, un nombre supérieur au diviseur, on se trouve simplement obligé, à l'opération suivante, de tourner la manivelle plus de neuf fois, avant d'arriver au chiffre convenable du quotient (1).

Si, au contraire, on a tourné un tour de trop, on entend alors dans la machine un bruit insolite et l'on voit apparaître successivement le chiffre 9 à toutes les lucarnes du grand compteur, ce qui est la façon dont la machine indique qu'on a voulu lui faire retrancher d'un certain nombre un nombre plus grand que lui. Il suffit alors de pousser le bouton d'embrayage à la position *multiplication* et de donner un tour de manivelle pour voir l'erreur réparée; l'opération peut ensuite continuer en remettant le bouton d'embrayage à la position convenable.

Extraction des racines. — L'extraction de la racine carrée s'opérant par une série de soustractions et de divisions successives, il est facile de concevoir comment on l'effectuera sur la machine, en suivant la marche habituelle; mais, eu égard à la disposition de l'appareil, il y a un grand avantage, comme élégance et rapidité, à opérer par le procédé moins usuel, dit procédé par additions successives, qui est fondé sur les propriétés des pro-

(1) Toutefois, le petit compteur n'étant pas pourvu d'un mécanisme de report des retenues, ne rectifie pas de lui-même, dans ce cas particulier, l'erreur commise dans l'inscription du chiffre précédent du quotient; mais on est averti qu'il y a eu erreur parce qu'on voit le petit compteur *décompter* après avoir dépassé le chiffre 9, ce qui tient à ce que les cadrans du petit compteur, destinés chacun à compter des nombres inférieurs à 9, portent, ainsi qu'il sera expliqué plus loin, 18 divisions, allant de 0 à 9 et revenant à 0, et changent de marche quand on déplace le levier d'embrayage de la machine.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gressions arithmétiques (1). Il serait trop long d'exposer ici la marche à suivre; il suffira de dire que, par ce procédé, la machine, selon sa grandeur, donne, avec une rapidité surprenante, des racines de 8 et 10 chiffres exacts.

On peut aussi demander à la machine l'extraction des racines cubiques; mais, dans la pratique, on en fait rarement usage pour ces opérations, car, lorsqu'on se sert ordinairement de la machine à calculer pour les calculs industriels, on est conduit, comme on le verra plus loin, à recourir à des tables des lignes trigonométriques naturelles, tables auxquelles se trouvent habituellement jointes des tables des carrés et des cubes, et la facilité de trouver dans ces tables les racines carrées et les racines cubiques, avec trois ou quatre chiffres exacts, et de doubler même, par une simple division, le nombre des chiffres des racines données directement, fait qu'on a rarement besoin de recourir à la machine pour ces opérations mêmes.

Nombres décimaux. — La machine est, d'ailleurs, disposée de façon à permettre de suivre facilement les variations de position de la virgule dans le calcul des nombres décimaux : à cet effet, de petits trous sont percés à droite et près de chacune des lucarnes, et de petites chevilles en ivoire, qui peuvent se placer dans ces trous, représentent matériellement les virgules; il suffit de déplacer ces chevilles dans le cours des calculs, suivant les règles connues.

PERFECTIONNEMENTS SUCCESSIFS DE L'ARITHMOMÈTRE.

Déjà, de 1821 à 1851, M. Thomas (de Colmar) avait apporté, à la machine à calculer, d'importants perfectionnements, dont le Rapport de M. Benoît a donné le détail, mais dont les dessins n'ont pas été publiés dans le *Bulletin*.

Manivelle motrice. — Il avait, par l'adoption de la manivelle motrice, sup-

(1) Ce procédé repose sur cette remarque que le carré d'un nombre n est le $n^{ième}$ terme de la progression arithmétique 1, 3, 5, 7, etc., formée de la suite des nombres impairs, et que ce $n^{ième}$ terme a pour valeur $2n - 1$, de sorte qu'en retranchant d'un nombre donné, la série successive des nombres 1, 3, 5, 7, etc., jusqu'à ce que le reste devienne plus faible que le nombre qui suit, il suffit de compter le nombre des opérations effectuées pour avoir la racine cherchée, à moins d'une unité près, ou encore d'augmenter de 1 le dernier nombre soustrait, pour avoir le double de la même racine.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

primé le système compliqué de ruban et de cylindres qui servait de moteur aux machines précédentes.

Changement de marche. — Par l'addition du changement de marche, il avait pu simplifier la construction du grand compteur, dont les cadrans portaient primitivement deux séries de chiffres, disposés en ordre inverse, servant les uns pour l'addition, et les autres pour la soustraction et qui apparaissaient dans deux séries de lucarnes différentes, qu'une double glissière permettait de fermer à tour de rôle.

La même modification lui avait permis de simplifier la construction des cylindres à nervures qui, dans les machines précédentes, portaient 18 nervures, formant 9 doubles cannelures, pour donner le mouvement aux cadrans du compteur par vingtième de tour.

Dans les machines actuelles, nous retrouvons la même disposition de manivelle motrice que dans les machines de 1851. Les cylindres, à 9 nervures, présentent la disposition dont nous avons donné, précédemment, la description sommaire; le changement de marche s'obtient au moyen d'un levier qui déplace une règle, sur laquelle se trouve montée la série des doubles roues d'angle qui correspondent aux pignons dentés des cadrans et qui, suivant qu'elles engrènent en avant ou en arrière, font tourner ces cadrans dans un sens ou dans l'autre.

Ressorts d'arrêt des boutons mobiles. — Dans les machines nouvelles, on a placé, sous les boutons à index, qui servent à indiquer les chiffres soumis aux opérations, de petits ressorts entrant dans des encoches pratiquées sous la platine, de chaque côté des rainures graduées, et qui empêchent ces boutons de se déplacer pendant la marche.

Nouveau mécanisme des retenues. — Le mécanisme, pour le report des retenues, dont la construction était très-délicate et qui ne fonctionnait pas toujours régulièrement, a été complétement changé et établi comme nous l'avons indiqué plus haut; il offre maintenant une sécurité absolue.

Organes de modération. — Lorsqu'on opérait très-vite, avec les anciennes machines, il arrivait parfois que les pignons dentés, lancés rapidement, faisaient volants et dépassaient le point où les nervures des cylindres les avaient amenés, de telle sorte que le compteur marquait un chiffre en plus.

On a rendu impossible la production de cet accident en ajoutant, aux rouages, des organes de modération spéciaux. On a fixé, à cet effet, sur chacun des arbres carrés qui portent les pignons dentés, un peu au delà des cylindres cannelés, du côté opposé à la manivelle motrice, une roue taillée

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en croix de Malte, qui correspond avec un secteur monté sur l'arbre du cylindre.

Ce secteur permet à l'arbre de tourner quand le pignon mobile est en prise avec les dents du cylindre, et le force à rester immobile pendant le restant du tour.

Lucarnes des quotients. — Tous ces perfectionnements ont assuré la régularité de la marche de la machine et en ont rendu le fonctionnement absolument rigoureux, en même temps qu'ils augmentaient la durée des organes rendus robustes et peu délicats.

Mais ce qui constitue, sur les machines antérieures, le perfectionnement capital de la nouvelle machine, c'est le compteur des nombres de tours de la manivelle motrice, compteur qui, en inscrivant automatiquement les chiffres successifs des résultats, dans les divisions et les extractions de racines, et ceux des multiplicateurs dans les multiplications, enlève, à l'opérateur, toute préoccupation et lui permet d'effectuer, sans contention d'esprit, les calculs les plus compliqués.

Dans les machines présentées en 1851, il existait bien une rainure graduée, placée à gauche de la platine, dans laquelle un index, mû par une vis commandée par l'arbre de couche, venait indiquer le nombre de tours faits par les cylindres cannelés; mais ce chiffre s'effaçait à chaque nouvelle opération partielle, et dans les divisions, par exemple, il fallait, après chacune de ces opérations, s'arrêter un moment pour prendre note du nombre de tours inscrits, à moins qu'on ne fût assez sûr de sa mémoire pour en conserver simplement le souvenir.

Dans son rapport de 1851, M. Benoît avait annoncé qu'il était possible, sans augmenter les dimensions des boîtes des arithmomètres, de leur donner la propriété d'écrire, dans des lucarnes spéciales, l'entier qnotient d'une division, et il avait indiqué l'emplacement à donner à ces lucarnes. C'est ce perfectionnement qui se trouve dans les machines actuelles; il n'a, d'ailleurs, été réalisé que vers l'année 1858, et de la façon suivante.

Sous chaque lucarne du petit compteur, existe un cadran indépendant, monté sur une roue dentée de 18 dents. Chaque cadran porte, à droite et à gauche du zéro, la série des chiffres 1, 2, 3, etc., jusqu'à 9, le chiffre 9 étant commun aux deux séries.

Chaque roue dentée, lorsqu'on déplace la platine mobile, vient, à son tour, engrener avec une roue qui se meut, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, suivant le sens de la marche de la machine et qui avance d'une dent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à chaque tour de la manivelle. Chaque cadran indique donc le nombre de tours faits par la manivelle, en tenant compte du rang des unités sur lesquelles on opère, mais ne peut marquer plus de 9 tours, à moins de décompter après le neuvième.

Effaceurs. — A la même époque, on a ajouté deux organes accessoires qui permettent d'abréger notablement la durée des calculs, quand on doit effectuer plusieurs opérations successives; ce sont deux effaceurs qui donnent le moyen de remettre rapidement au zéro les cadrans des deux séries de lucarnes. On met ces appareils en mouvement en tournant, jusqu'à ce qu'on sente un arrêt, deux boutons molletés, placés l'un à droite, l'autre à gauche de la platine. Ces boutons font avancer des crémaillères qui, au moyen de roues placées sous les cadrans, entraînent et font tourner ces cadrans, jusqu'au moment où les zéros se trouvent en face des lucarnes.

Le mouvement de rotation ne se prolonge pas au-delà des zéros, parce qu'on a eu l'ingénieuse idée de supprimer, dans chaque roue, la dent qui se trouve en face de ces chiffres, de sorte que, à ce moment, la crémaillère passe et laisse le cadran immobile. Cette crémaillère reprend ensuite sa position primitive, lorsqu'on lâche le bouton molleté, par l'effet de la détente d'un ressort spiral, placé dans un barillet, sous le bouton de remise à zéro.

Propulseur. — Enfin, un dernier changement, qui ne constitue aussi qu'un perfectionnement accessoire, a été apporté aux grandes machines de 10 chiffres, dans le but d'éviter même, à l'opérateur, la fatigue de soulever et de déplacer la platine mobile pour les changements d'unités. Dans ces machines, en faisant faire à la manivelle motrice un tour en arrière, on fait tourner un excentrique qui soulève la platine des cadrans; puis on met en mouvement un système d'engrenages communiquant avec une crémaillère placée sous cette platine, engrenages qui, à chaque tour, la font avancer ou reculer d'un cran, suivant l'opération que l'on exécute.

APPLICATIONS POSSIBLES DE L'ARITHMOMÈTRE.

Ces divers perfectionnements qui ont enlevé aux premières machines leur caractère d'instruments de précision, exigeant dans leur maniement une certaine délicatesse, et qui ont fait disparaître les défauts de détail qui pouvaient leur être reprochés, ont contribué, dans ces dernières années, à répandre l'usage de l'arithmomètre.

On peut trouver, cependant, que la vulgarisation en a été bien lente, eu

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

égard aux nombreux services qu'une machine de ce genre est susceptible de rendre au commerce, à l'industrie et aux sciences.

On doit, sans doute, attribuer, en partie, ce résultat à l'impression défavorable produite sur les acheteurs par les imperfections qui nuisaient à l'emploi des premières machines construites.

Cette impression disparaît peu à peu, à en juger par la progression qu'a suivie la vente des appareils ; de 1821 à 1865, c'est-à-dire en plus de quarante ans, il n'a été vendu que 500 machines, qui étaient d'ailleurs établies sur des modèles forts différents, car c'est dans cette période qu'ont été réalisés les perfectionnements successifs énumérés ci-dessus ; de 1865 à 1878, en treize ans, il en a été vendu 1 000, savoir : 300 dans la période de cinq années, allant de 1865 à 1870, 400 dans la période suivante, de 1870 à 1875 et 300 enfin, soit 100 par an, de 1875 à 1878. Sur ce nombre, les 3/10 environ sont des machines de 6 chiffres, les 6/10 des machines de 8 chiffres, 1/10 seulement sont des machines de 10 chiffres.

On peut ajouter, et c'est un résultat qui doit nous donner à réfléchir, que, sur 100 machines vendues, 60 vont à l'étranger et 40 seulement restent en France.

Mais les ventes déjà effectuées semblent bien peu en proportion avec les applications nombreuses dont la machine à calculer est susceptible.

Ce n'est pas seulement, en effet, dans les opérations simples et isolées qu'elle présente de grands avantages sur le calcul manuel ; sa supériorité est bien plus manifeste encore quand il s'agit d'opérations complexes, comme en exigent les calculs des formules algébriques que l'on rencontre dans la solution de la plupart des problèmes de la pratique.

Pour ces opérations complexes, la machine a le grand avantage de ne pas exiger l'inscription successive des résultats partiels, ces résultats obtenus sur la platine de la machine étant, dans le plus grand nombre des cas, directement transformés les uns dans les autres, sans qu'il soit nécessaire même d'en prendre note.

En outre, pour les calculs usuels, et surtout pour les calculs relatifs aux constructions, cubages, devis estimatifs, etc., elle doit évidemment une grande supériorité, sur tous les autres modes de calcul, à ce fait qu'elle opère d'un seul coup la multiplication et l'addition.

Par l'emploi des tables des lignes trigonométriques naturelles, dont on faisait usage avant l'invention des logarithmes, la machine permet d'effectuer les calculs des formules dans lesquelles entrent des valeurs trigonomé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

triques, aussi aisément que ceux des simples formules algébriques, et, par suite, elle dispense de l'emploi des logarithmes, qui ne trouvent plus leur utilité que dans les cas, assez rares, où l'on doit faire usage de formules exponentielles.

Cette dernière propriété est d'une extrême importance, car, eu égard à la facilité avec laquelle on peut apprendre le maniement de l'appareil à une personne même peu versée dans le calcul, on arrive à pouvoir confier les calculs les plus compliqués à de simples manœuvres, qui les effectuent sans difficultés, sur la seule indication de la marche à suivre dans chaque cas.

Le maniement de la machine est, en effet, infiniment plus facile à enseigner que l'emploi des logarithmes.

L'usage de ceux-ci exige des connaissances assez étendues, tandis que la première personne venue, pourvu qu'elle connaisse les quatre règles de l'arithmétique, peut, en moins d'une demi-journée, être mise à même de manier couramment la machine.

Rapidité des opérations à la machine. — La rapidité des opérations faites avec l'arithmomètre, ainsi que les progrès réalisés, sous ce rapport, par la nouvelle machine, peuvent être appréciés par le rapprochement des quelques exemples suivants et de ceux que citait M. Benoît, dans son rapport de 1851.

On trouve mentionné, dans ce rapport, que le produit par lui-même du nombre 99 999 999 formé de huit 9, ce qui est la multiplication la plus longue que l'on puisse demander à la machine de huit chiffres, était formé en moins d'une minute (ce produit est 9 999 999 800 000 001).

Avec la machine nouvelle, ce même produit s'obtient en 24 secondes, et en 28 secondes, avec les machines de dix chiffres, on obtient le produit par lui-même d'un nombre formé de dix 9 (ce produit est égal à 99 999 999 980 000 000 001) (1).

---

(1) Ainsi que l'a fait remarquer M. Guy, directeur de l'École des arts et métiers de Châlons, ces produits sont faciles à former.

Un nombre composé entièrement de 9, étant augmenté d'une unité, donne, en effet, la puissance de 10 dont l'indice est égal au nombre de chiffres de ce nombre. Par suite, le produit d'un nombre de cette espèce par un multiplicateur quelconque est égal au nombre formé par ce multiplicateur suivi d'autant de zéros qu'il y a de 9 dans le multiplicande, diminué d'une fois le multiplicateur.

Le produit d'un nombre formé de dix 9 par lui-même s'obtient, par suite, en écrivant dix 9 suivis de dix 0, et changeant le dernier 9 en 8 et le dernier 0 en 1.

On trouverait de même que le produit d'un nombre formé de huit 9 par un nombre composé de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Benoît indique que le produit du même nombre, formé de huit 9, par le nombre 55 555 555, formé de huit 5, s'obtient en moins de 45 secondes; avec la nouvelle machine, il ne faut que 17 secondes, et le produit du même nombre par 11 111 111, qui s'obtenait en 27 secondes, peut être obtenu en 10 secondes. (Ces produits sont respectivement 5 555 555 444 444 445 et 1 111 111 088 888 889.)

Malheureusement, si la machine donne cette rapidité dans l'exécution des multiplications, il n'en est pas de même dans l'exécution des additions, et pour ces opérations, ainsi que nous l'avons dit précédemment, elle n'opère guère plus vite qu'un calculateur d'habileté ordinaire, ce qui tient à la lenteur relative de l'inscription des chiffres successifs des nombres à additionner, inscription qui s'obtient par le déplacement des boutons à index.

Il en serait tout autrement si, pour inscrire les nombres à additionner, il suffisait de toucher du doigt, sans les déplacer, des boutons servant à marquer la place de chacun des chiffres à inscrire; c'est là le dernier perfectionnement qu'il reste à apporter à la machine et qui en fera, dès lors, un appareil d'un emploi universel.

Ce perfectionnement, bien des fois cherché déjà, ne semble pas d'une réalisation impossible, et votre rapporteur a pu indiquer à l'inventeur une disposition qui en donnera peut-être la solution.

Mais déjà, dans son état actuel, la machine épargne au calculateur, dans les additions, la fatigue d'esprit, et dans toutes les autres opérations, elle réalise, en outre, une économie de temps considérable.

Extension de l'emploi de l'arithmomètre à divers cas curieux. — L'usage de la machine à calculer n'est pas limité au calcul des nombres comportant un nombre de chiffres égal à celui des rainures graduées; elle peut, à l'aide d'un artifice bien simple, donner, par exemple, au moyen de quatre multiplications successives et d'une addition, le produit de deux facteurs renfermant chacun un nombre de chiffres double de celui des rainures.

La méthode à employer est fondée sur la remarque que chacun des fac-

---

huit 5, se forme en écrivant huit 5 suivis de huit 4, et changeant le dernier 5 en 4 et le dernier 4 en 5.

On formerait, d'une façon analogue, le produit d'un nombre entièrement composé de 9, par les nombres formés d'un même nombre d'autres chiffres quelconques, et il est à remarquer que ces nombres se déduisent par une multiplication simple de celui qui a pour multiplicateur le nombre formé entièrement de 1, et celui-ci s'obtient en écrivant à la suite un nombre convenable de 1 et un nombre correspondant de 8, et changeant le dernier 1 en 0 et le dernier 8 en 9.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

teurs peut être décomposé en deux nombres formés, l'une de la moitié de droite des chiffres significatifs, et l'autre de la moitié de gauche, suivie de zéros en nombre égal à celui des chiffres séparés. Le produit de la somme de deux nombres, par la somme de deux autres, étant égal à la somme des produits de ces nombres pris deux à deux, on pourra faire, sur la machine, les produits partiels, deux à deux, des nombres ainsi formés, abstraction faite des zéros placés à la droite, et additionner ensuite ces produits, dont on aura pris note successivement, en rétablissant les zéros négligés.

Notre savant collègue, M. Hirn, qui a mentionné la méthode à suivre dans un Mémoire qu'il a consacré à l'arithmomètre (1), a indiqué également d'autres applications curieuses de la machine.

Il a montré comment on peut faire, dans certains cas, la division quand le nombre des figures du diviseur est plus grand que celui des coulisses; comment on peut, avec la machine, obtenir une racine carrée avec un nombre de chiffres égal à celui du carré lui-même; comment on peut obtenir, sans être obligé de prendre note d'aucun des résultats intermédiaires, la somme algébrique d'une série de produits de deux nombres, positifs ou négatifs, ou même la racine carrée d'une telle somme; comment, enfin, on peut, par une seule opération, obtenir le produit de trois facteurs, et par suite, le produit d'un nombre par le carré d'un autre, comme, par exemple, la surface d'un cercle de rayon donné.

Exemples d'applications usuelles. — Un cas où la machine produit des résultats réellement merveilleux, c'est lorsqu'on l'applique au calcul des tables de multiplication, des barèmes, etc. Dans ce cas, en effet, chaque tour de la manivelle donne un résultat; et, en ayant recours à deux employés, dont l'un tourne la manivelle et l'autre transcrit, on obtient les résultats plus rapidement que ce dernier ne peut les écrire.

Aussi les maisons de banque, les administrations financières, qui ont été les premières à faire usage de l'instrument, sont unanimes à constater les services qu'il leur rend dans le calcul des tables d'escompte, l'établissement des comptes-courants, les calculs de statistique, etc.

En France, cette machine est employée déjà, entre autres établissements, par les magasins du Louvre, la Compagnie des petites voitures, la Caisse des dépôts et consignations, les directions d'artillerie du Ministère de la guerre,

(1) Hirn. *Notice sur l'utilité de l'arithmomètre et de l'hydrostat* (Annales du génie civil, 1863).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le service de l'artillerie au Ministère de la marine, les commissions d'expériences d'artillerie des deux départements, les Compagnies d'assurances, les Compagnies de chemins de fer, le Creusot, l'Observatoire, l'École polytechnique, l'École des ponts et chaussées, etc.

L'administration du chemin de fer du Nord constate que, dans la répartition des recettes entre l'ancien et le nouveau réseau, deux employés, l'un manipulant, l'autre transcrivant les résultats, peuvent faire la besogne de six.

Le général Didion, qui s'était servi de cette machine pour le calcul des tables numériques de son *Traité de balistique*, a signalé les services qu'elle rendrait dans les directions des contributions directes, où l'on a à former, chaque année et pour chaque commune, un tableau des produits de 1 à 100 de l'imposition pour 1 franc, relative à la commune et à l'espèce de contribution.

Les témoignages ne sont pas moins unanimes pour constater la résistance à l'usure, et la facilité d'entretien de la machine; c'est par dix ans que l'on compte le temps de fonctionnement d'un arithmomètre avant qu'il ait besoin de réparations, alors même qu'il est soumis à un service journalier, et les rouages qui le composent étant la reproduction d'un petit nombre de pièces toutes semblables, les remplacements de ces pièces, en cas de ruptures par suite d'accidents, s'effectuent avec la plus grande facilité.

Prix de vente. — Si, malgré ces avantages, la machine à calculer n'a pas pris dans l'industrie la place à laquelle elle a certainement droit, alors surtout que, depuis dix ans, elle a atteint le degré de perfectionnement auquel nous la voyons parvenue, il nous semble que la cause doit surtout en être attribuée à son prix trop élevé. — La machine de 16 chiffres se vend 500 fr.; c'est un prix peu abordable pour les petites bourses, et qui n'en permet guère l'achat qu'aux grands établissements et aux administrations. Si l'on considère le mode de construction de ses rouages, qui sont formés de la répétition de pièces semblables, toutes faciles à fabriquer isolément et ne demandant pas un ajustage soigné, on est amené à penser que, si la fabrication de ces machines était installée dans des conditions industrielles, elles pourraient facilement être vendues à moitié prix. Ce serait là un service considérable rendu au commerce, à l'industrie et aux sciences, et nous pourrions voir, avant peu, la machine à calculer prendre place sur le comptoir du négociant ou sur le bureau de l'ingénieur ou du commis, comme nous avons vu récemment la machine à coudre s'introduire dans les ateliers et dans la famille.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En accordant de nouveau son approbation à cette machine et en constatant les perfectionnements importants qui y ont été apportés, la Société d'encouragement peut contribuer à hâter la réalisation de ce progrès désirable et à faciliter la vulgarisation d'une machine dont le *Bulletin* trouvait déjà, en 1821, l'invention digne d'être rangée au nombre de ces découvertes qui font honneur à ceux qui les conçoivent, et sont glorieuses pour l'époque qui les produit.

Votre comité des arts économiques vous propose, en conséquence, de remercier M. Thomas de Bojano de la communication qu'il a bien voulu vous faire sur cet intéressant sujet, et d'ordonner l'insertion du présent Rapport au *Bulletin*, avec la description et les plans de la machine.

Signé : SEBERT, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 13 *décembre* 1878.

LÉGENDE DESCRIPTIVE DES PLANCHES 101 ET 102 REPRÉSENTANT LA MACHINE A CALCULER, DITE *arithmomètre*.

Détail des figures.

Dans toutes les figures, les mêmes lettres représentent les mêmes objets.

PLANCHE 101.

Fig. 1. Vue extérieure à échelle des 2/5 de la grandeur d'exécution, d'une machine, dite de 6 chiffres, à quotient et effaceurs, permettant d'obtenir des produits de 12 chiffres.

Fig. 2. Coupe transversale, à l'échelle des 4/5 de la grandeur d'exécution, passant entre deux cylindres cannelés de la machine. La platine mobile, dans cette coupe, est supposée à moitié relevée.

Fig. 3. Coupe longitudinale, à l'échelle des 4/5, passant immédiatement derrière les cylindres cannelés et montrant la disposition des organes de modération et de report des retenues, aux deux extrémités de la machine. Cette coupe ne fait voir que les deux extrémités de la machine.

Fig. 4. Vue par bout, faisant voir les organes de propulsion des nouvelles machines de 10 chiffres.

Fig. 5. Plan de l'extrémité droite d'une machine pourvue d'organes de propulsion montrant les engrenages d'entraînement de la platine.

Fig. 6. Vue arrière des mêmes engrenages en élévation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PLANCHE 102.

Fig. 1. Vue en plan, la platine fixe enlevée, d'une machine à calculer, dite de 6 chiffres, montrant la disposition des rouages intérieurs.

La platine mobile est supposée avoir été complétement relevée, puis rabattue horizontalement à l'envers, pour laisser apercevoir les rouages qu'elle porte sur sa face inférieure.

Fig. 2. Vue par bout, en élévation, du côté gauche, laissant voir le mécanisme de changement de marche.

Fig. 3. Plan du premier cylindre cannelé, montrant le manchon de mise en marche du petit compteur.

Fig. 4. Vue arrière, en élévation, d'un des leviers de report des retenues.

Fig. 5. Plan d'un cadran du petit compteur.

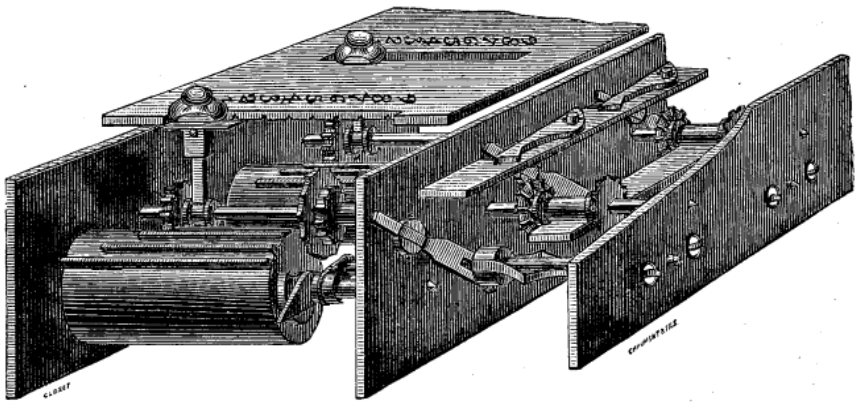
Fig. 6. Plan d'un cadran du grand compteur.

Fig. 7. Plan de l'extrémité droite de la crémaillère de l'effaceur des quotients, montrant le barillet moteur.

Fig. 8. Plan de l'extrémité gauche de la crémaillère de l'effaceur des produits, montrant également le barillet moteur.

Toutes les figures sont faites à l'échelle des 4/5 de la grandeur d'exécution, à l'exception de la figure 1, de la planche 101, qui est aux 2/5.

La vue perspective ci-dessous indique la position relative de quelques-uns des principaux organes de la machine.



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Vue extérieure.

(Fig. 1, planche 101).

La boîte est ouverte et laisse apercevoir la platine supérieure de la machine ; le couvercle est coupé en partie.

I. Platine fixe en laiton recouvrant les rouages des organes de la machine, dits organes de reproduction et organes de report des retenues.

II. Glace dépolie recouvrant une petite boîte ménagée dans une partie laissée libre par le mécanisme et sur laquelle on peut inscrire les résultats obtenus ou les formules des opérations à effectuer.

III. Platine mobile, en laiton, recouvrant les compteurs de la machine. Cette platine peut se soulever en tournant autour d'un axe longitudinal placé sous sa face inférieure, près du bord extérieur ; elle peut alors être déplacée vers la droite, en glissant le long de cet axe.

M, manivelle motrice, dont la poignée se rabat latéralement, quand on ne se sert pas de la machine, afin de permettre la fermeture de la boîte ; elle porte sous sa face inférieure un petit tenon formant plan incliné, qui vient rencontrer un tenon semblable lorsqu'elle est dans la position à partir de laquelle se comptent les tours.

Elle est montée sur son axe avec un certain jeu, de façon à pouvoir se soulever légèrement pour franchir l'obstacle que forme la rencontre des deux plans inclinés ; la résistance que l'on sent à ce moment donne le moyen de compter facilement le nombre de tours effectués et permet de la ramener sans hésitation à sa position de repos.

B_1, B_2, ... B_6, rainures graduées servant à inscrire les chiffres des nombres sur lesquels on opère.

C_1, C_2, ... C_6, boutons mobiles, à index, coulissant dans ces rainures et que l'on amène en regard des chiffres à marquer.

D_1, D_2, D_3, ... D_{12}, grandes lucarnes, dites lucarnes des produits, dans lesquelles on lit les sommes et les produits et où l'on inscrit les dividendes.

E_1, E_2, ... E_7, petites lucarnes, dites lucarnes des quotients, dans lesquelles s'inscrivent les nombres de tours faits par la manivelle motrice, et, où se lisent, par suite, les multiplicateurs, les quotients et les racines.

Près de chacune des lucarnes, grandes ou petites, est percé un petit trou qui peut recevoir une petite cheville en ivoire destinée à marquer la place de la virgule quand on opère sur des nombres décimaux.

d_1, d_2, d_3, ... d_{12}, boutons permettant de faire tourner, à la main, les cadrans dont les chiffres apparaissent dans les grandes lucarnes.

e_1, e_2, ... e_7, petits boutons semblables permettant de faire tourner de même les cadrans dont les chiffres apparaissent dans les petites lucarnes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

N, bouton d'embrayage mobile dans une rainure et qui sert à disposer la machine pour les opérations, additives ou soustractives, suivant qu'on le pousse à l'une ou à l'autre des extrémités de la rainure, en regard de l'inscription correspondante.

G_1, bouton moleté, placé à la gauche de la platine mobile, dit effaceur des produits, et servant à ramener au zéro tous les cadrans des grandes lucarnes, quand on le fait tourner, à la main, en sens inverse du mouvement des aiguilles d'une montre.

G_2, bouton moleté semblable, placé à la droite de la platine mobile et dit effaceur des quotients. Il sert à ramener au zéro tous les cadrans des petites lucarnes, quand on le fait également tourner à la main, mais dans le sens du mouvement des aiguilles d'une montre.

La machine est représentée au moment où après avoir avoir inscrit dans les rainures graduées le nombre **690 284**, on a fait effectuer à la manivelle un tour entier pour reproduire ce nombre dans les grandes lucarnes. La première des petites lucarnes E_1, à partir de la droite a marqué le tour effectué.

Bâti intérieur de la machine.

(Fig. **1** et **2**, planche **102**; fig. **2**, **4** et **5**, planche **101**).

$\alpha\,\alpha$, cloison antérieure.

$\beta\,\beta$, cloison intermédiaire.

$\gamma\,\gamma$, cloison postérieure.

$\delta\,\delta$, entretoises cylindriques réunissant les cloisons antérieure et intermédiaire, à leur partie inférieure.

$\varepsilon\,\varepsilon$, entretoises rectangulaires réunissant ces mêmes cloisons, à leur partie supérieure.

$\eta\,\eta$, entretoises réunissant, vers le milieu de leur hauteur, les cloisons intermédiaire et postérieure.

$\mu\,\mu$, platine fixe.

$\nu\,\nu$, platine mobile.

Organes de reproduction des nombres.

(Fig. **1**, pl. **102**; fig. **2** et **3**, pl. **101**).

A_1, A_2, ... A_6, cylindres cannelés, en nombre égal à celui des rainures graduées de la platine fixe.

Ces cylindres tournent autour d'axes horizontaux, a_1, a_2, ... a_6, disposés parallèlement au-dessous de chacune des rainures. Ces axes portent, à leur extrémité antérieure, des pignons d'angle qui engrènent avec des pignons semblables, montés sur un même arbre de couche longitudinal $n_1\,n_1$, et cet arbre reçoit un mouvement de rotation d'un pignon moteur identique placé à son extrémité, vers la droite, et engrenant avec un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dernier pignon semblable, mais disposé horizontalement et monté sur l'arbre vertical n'_1 que commande directement la manivelle motrice.

La manivelle motrice, dans les machines ordinaires, ne peut tourner que dans le sens du mouvement des aiguilles d'une montre, par l'effet d'une roue à rochet W, montée sur l'arbre vertical n_1' et logée sous la platine fixe; dans les machines nouvelles, dites à propulseur, cette disposition est remplacée par un système plus complexe, combiné de façon que la manivelle n'entraîne le pignon, qui commande l'arbre de couche, que dans ses mouvements de rotation dans ce même sens, tout en étant susceptible de tourner dans les deux sens. Lorsqu'on fait effectuer, à cette manivelle, un tour entier dans le sens convenable, tous les cylindres effectuent aussi un tour entier sur eux-mêmes et dans le même sens.

Des axes semblables à ceux sur lesquels sont montés les cylindres et disposés de la même façon à leur suite, au nombre de deux seulement, a_7 et a_8, reçoivent un mouvement identique, par l'intermédiaire de pignons semblables, commandés également par l'arbre de couche.

Ces arbres, visibles à la partie gauche de la fig. 1, pl. 102 et de la fig. 2, pl. 101, servent pour le report des retenues.

Chaque cylindre porte, en saillie, neuf nervures de longueur successivement décroissante dans l'ordre de la rotation; la première, occupe toute la longueur; la dernière, n'occupe plus que le neuvième de cette longueur, soit environ 5 mill. 7.

Ces cannelures sont réparties côte à côte, comme des dents d'engrenage qui seraient d'épaisseur décroissante, sur les 9/20 de la surface convexe du cylindre, le reste de sa surface restant lisse.

B'_1, B'_2 ... B'_6, roues dentées, portant dix dents, susceptibles d'engréner avec les nervures des cylindres et montées sur des arbres en acier de section carrée b_1, b_2, ... b_6 sur lesquels elles peuvent coulisser.

Ces arbres carrés sont placés directement au-dessous des rainures graduées de la platine fixe; mais ils sont en nombre supérieur de deux à celui de ces rainures, les deux derniers étant placés à la suite des autres, en conservant la même position relative; ces deux derniers b_7 et b_8 ne portent pas de pignon mobile, mais seulement les organes de modération et de report des retenues, dont il est parlé plus loin.

Chacun des pignons mobiles est pourvue d'une petite gorge ménagée sur un moyeu et dans laquelle s'engage une petite lame pendante c (fig. 2, pl. 101) portée par le bouton à index C.

Une petite lame de ressort c' qui pénètre dans des encoches creusées, sous la face inférieure de la platine fixe, en regard des graduations de la rainure, sert à assurer la position du bouton en face de chacune de ces graduations.

Lorsque les pignons mobiles sont placés à bout de course, contre la paroi antérieure de la boîte de la machine, dans la position indiquée par la fig. 1 de la pl. 102 pour le deuxième cylindre, ils ne sont pas entraînés par les cylindres dans le mou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vement de rotation de ces derniers et l'arbre qui les porte reste immobile quand on tourne la manivelle motrice.

Lorsqu'ils sont placés, au contraire, en un autre point de leur course, comme il est indiqué pour le premier cylindre sur la fig. 1 de la pl. 102, ou sur la fig. 2 de la même planche, ils sont rencontrés par un nombre variable des nervures des cylindres dans la rotation de ces derniers et ils tournent, pour chaque tour de la manivelle motrice, d'un nombre de dents correspondant au chiffre marqué par le bouton à index; les arbres qui les portent tournent donc d'une quantité correspondante, à chaque tour de manivelle, tant qu'on ne déplace pas les boutons.

Organes de transmission au grand compteur.

(Fig. 2, pl. 101 et fig. 1 et 2, pl. 102).

I_1, I_2, ... I_8, canons en laiton, montés sur l'extrémité des arbres carrés et susceptibles de recevoir un petit déplacement longitudinal sur ces axes, tout en participant à leur mouvement de rotation.

i_1, i_2, ... i_8, pignons d'angles, à dix dents, montés sur l'une des extrémités de ces canons et commandant les cadrans du grand compteur dans les opérations additives.

i'_1, i'_2, ... i'_8, pignons semblables, montés à l'autre extrémité des canons et commandant les cadrans du grand compteur dans les opérations soustractives.

D'_1, D'_2, ... D'_{11}, D'_{12}, cadrans du grand compteur portés par la platine mobile.

d'_1, d_2', ... d_{11}, d'_{12}, pignons d'angles, à dix dents, montés sur l'axe de ces cadrans et engrenant respectivement avec les pignons mobiles précédents.

K K, règle coulissant sur les deux entretoises horizontales ε ε et entraînant, simultanément, dans son déplacement, tous les canons à doubles pignons sous lesquels elle est engagée.

L, levier sur lequel est monté le bouton N et qui entraîne, par l'intermédiaire d'une bielle coudée l, articulée sur un second levier L', un arbre horizontal l' l' qui porte deux bras l'' l'', pénétrant dans des encoches oblongues de la règle K.

La course de la règle est limitée par les deux pièces k k qu'elle entraîne dans son mouvement et dont les extrémités viennent buter contre les parois verticales de la machine; cette course doit être égale au jeu qui provient de l'excès de l'écartement des circonférences primitives des deux pignons du canon mobile sur le diamètre de la circonférence primitive du pignon d'angle des cadrans, et ce jeu, lui-même, doit être supérieur à la saillie des dents en prise.

Suivant que la règle est poussée en avant ou en arrière, les pignons dentés des cadrans, lorsque la platine mobile est rabattue, engrènent avec le pignon antérieur ou avec le pignon postérieur des canons mobiles et reçoivent, par suite, lors de la rotation de ces canons, laquelle s'effectue toujours dans le sens direct, un mouvement de rotation, soit direct, soit rétrograde.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

$n\,n$, axe fixé sur la platine mobile au moyen de trois nœuds de charnière $n'\,n'$ et d'une vis v', et qui passe dans d'autres nœuds de charnière $n''\,n''$ fixés après la paroi extérieure de la partie fixe de la machine.

Ce mode de montage permet de soulever la platine mobile, en la faisant tourner à charnière autour de cet axe, puis de la déplacer latéralement, dans les limites de la course laissée par l'écartement de deux des nœuds de charnière de la platine mobile.

On peut, par ce déplacement, amener successivement le pignon d'angle du grand compteur, qui suit immédiatement la dernière rainure graduée de la machine, à engrener successivement avec chacun des canons à double pignon correspondant aux différents cylindres cannelés, et, dans ces différents cas, tous les autres canons à double pignon engrènent également avec les pignons des cadrans ainsi amenés en regard de chacun d'eux. Les mouvements de rotation imprimés à tous ces canons sont donc toujours enregistrés par le grand compteur.

Les cadrans du grand compteur présentent un contour cannelé ; une petite lame de ressort (fig. 6, pl. 102), présentant une partie repliée en forme de double plan incliné, s'engage dans les cannelures et assure la position de chaque chiffre en regard de la lucarne.

Pour faciliter le déplacement, par crans successifs, de la platine mobile et ne permettre de la rabattre complétement que lorsqu'elle est dans une des positions où les engrenages qui doivent se commander mutuellement se correspondent, on a pratiqué, dans le rebord supérieur de la cloison intermédiaire de la partie fixe de la machine, des entailles t_1, t_2, ... t_8 placées régulièrement au-dessus de chaque arbre carré ; un tenon T, fixé sous la platine mobile, s'engage dans l'une de ces entailles lorsque la platine est amenée dans les positions voulues. Par suite de la hauteur donnée à ce tenon, la platine ne peut être rabattue d'une quantité suffisante pour mettre les engrenages en prise lorsque le tenon n'est pas en regard d'une entaille. Les bords des entailles sont évasés pour faciliter l'entrée du tenon.

Après avoir soulevé légèrement la platine pour la déplacer d'un cran, il suffit de produire une traction longitudinale, en la laissant se rabattre par son propre poids, pour que le tenon s'engage de lui-même dans la première entaille qu'il rencontre et limite ainsi la course de la platine.

En la soulevant de nouveau et opérant de même, on la déplacera de deux crans. En saisissant la platine par l'un des boutons moletés des effaceurs, pour provoquer ces mouvements, on compte facilement, par le bruit que produit, à chaque fois, la chute de la platine, le nombre de crans dont on la déplace.

Pour empêcher qu'en touchant, involontairement, le bouton de débrayage pendant la manœuvre de la machine, on ne puisse changer le sens de la marche, d'une façon inopportune, au cours d'une opération, on a monté sur le levier d'embrayage L une lame horizontale h qu'il entraîne avec lui et qui, dans ce mouvement, passe dans le plan d'une roue verticale H (fig. 2, pl. 101) montée sur le dernier des arbres à pignon d'angle que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

commande l'arbre de couche; cette roue porte une encoche qui est destinée à laisser passer cette lame, mais qui ne se trouve dans la position convenable que lorsque la manivelle motrice est elle-même à sa position initiale. Si, par suite, lorsque cette manivelle motrice a parcouru une partie seulement de la circonférence, on voulait déplacer le bouton d'embrayage, on serait arrêté par la rencontre de la lame h et de la partie pleine de la roue H.

Un ressort en acier h', fixé sous l'entretoise s et qui agit par son extrémité sur un double plan incliné en laiton h'', fixé sur le levier L sert, d'ailleurs, à maintenir ce levier dans ses deux positions extrêmes.

Petit compteur.

(Fig. 1, pl. 102 et fig. 2, pl. 101).

f, arbre horizontal placé au-dessus du premier cylindre cannelé et portant une roue dentée f'' qui, lorsque la platine mobile est rabattue, engrène au travers des fenêtres e'_1, e'_2, ... e'_7, avec l'une des roues dentées des cadrans du petit compteur.

E'_1 E'_2 ... E'_7, roues dentées, à 18 dents espacées, portant sur leur face supérieure 18 chiffres (fig. 5, pl. 102) qui peuvent apparaître dans les petites lucarnes, à savoir le chiffre 0, et à droite et à gauche de ce chiffre la série des chiffres 1, 2, 3, etc., jusqu'au chiffre 9 qui est placé sur l'extrémité du diamètre passant par 0 et qui est commun aux deux séries de chiffres.

Il résulte de ce mode de chiffraison que chacun des cadrans ne peut marquer que la série des nombres de 0 à 9 et qu'ils donnent cette série dans quelque sens qu'on les fasse tourner; mais si on les fait marcher de plus de 9 dents, ils commencent à décompter, au lieu de continuer à compter.

f_1, second arbre horizontal placé parallélement au précédent et un peu à droite, et qui engrène avec lui, par l'intermédiaire de deux roues dentées égales f' et f'_1, de telle sorte que les deux arbres tournent de quantités égales et en sens inverse l'un de l'autre.

f''_1, roue dentée semblable à la roue f'' et montée sur ce second arbre.

F, canon monté sur l'axe carré qui porte le premier des cylindres cannelés (fig. 3, pl. 102). Ce canon peut coulisser sur cet axe, tout en participant à son mouvement de rotation; il porte une longue dent, ou came, qui lors de la rotation du cylindre peut venir rencontrer soit la roue f'', soit la roue f''_1 et la faire avancer d'une dent.

e'' équerre fixée sur la règle d'embrayage K et dont la branche verticale forme une fourchette qui s'engage dans une gorge creusée dans la partie cylindrique du canon mobile.

Dans le mouvement de déplacement de la règle K, cette équerre entraîne le canon et amène la dent qu'il porte dans le plan de la roue f'' ou dans celui de la roue f''_1 suivant que la machine est disposée pour les opérations additives ou pour les opérations

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

soustractives. Dans le premier cas, la roue f'' tourne d'une dent, dans un certain sens, chaque fois que la manivelle motrice effectue un tour ; dans le second cas, cette même roue, recevant alors le mouvement de la roue f''_1, tourne d'une dent, en sens inverse, dans les mêmes conditions.

Celui des cadrans du petit compteur que le déplacement de la platine mobile a amené au-dessus de la roue tourne alors, soit dans un sens, soit dans l'autre. La disposition donnée aux chiffres fait que le cadran compte toujours le nombre des tours effectués, mais en l'inscrivant au rang des unités qui correspondent à la position donnée à la platine mobile.

En outre, si après avoir commencé une opération additive, on la continue en changeant le sens de la marche de la machine, le cadran décompte, ce qui donne à la machine la faculté de corriger les fautes accidentelles que l'on peut commettre, en faisant faire à la manivelle motrice un nombre de tours trop grand ou trop petit.

Il suffit pour cela de changer la marche de la machine et de faire tourner la manivelle un nombre de fois égal à celui des tours effectués en plus ou en moins. Le petit compteur note alors successivement les nombres de tours corrigés qui correspondent aux résultats rectifiés qu'enregistre le grand compteur.

Un ressort en acier j placé derrière la cloison intermédiaire et dont l'extrémité supérieure passe au travers d'une ouverture circulaire ménagée dans cette cloison, vient appuyer contre les dents de la roue f'' et empêche cette roue de tourner de plus d'une dent sous l'impulsion qu'elle reçoit de la came du premier cylindre.

Organes de modération.

(Fig. 1, planche 102 et fig. 2 et 3, planche 101).

$m_1, m_2, \ldots m_8$, canons montés sur les axes carrés des cylindres cannelés et portant, à l'arrière, des pièces destinées au report des retenues et, à l'avant, une partie formée de deux demi-cylindres de rayons différents, sauf toutefois le canon du premier cylindre cannelé qui ne porte que cette seconde partie, ce cylindre n'ayant pas à enregistrer de retenues.

$m'_1, m'_2, \ldots m'_8$, canons montés à demeure sur les axes carrés des pignons mobiles ; ces canons portent, à l'arrière, les roues dentées destinées au report des retenues et, à l'avant, une roue mince taillée en croix de Malte, à 10 dents, dont les entailles sont déterminées par des portions de circonférences tracées de façon à laisser passer, avec un faible jeu, la portion demi-cylindrique de plus grand rayon de la pièce précédente.

Cette portion de grand rayon est orientée sur chaque cylindre cannelé, de façon à correspondre à la portion de la surface qui ne porte pas de nervures ; il résulte de cette disposition qu'elle n'est pas engagée entre les dents de la croix de Malte, tant que les nervures des cylindres peuvent être en prise avec les pignons mobiles montés sur les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mêmes axes que les croix de Malte et que, par suite, ces axes carrés peuvent alors tourner librement; au contraire, ces portions cylindriques, s'engageant entre les dents des croix de Malte, les immobilisent au moment où les pignons mobiles, n'étant plus engrenés, pourraient, en faisant volant par la vitesse acquise, marquer un chiffre de trop, dans le cas où l'on opère un peu rapidement.

Organes de report des retenues.

(Fig. 1, 2 et 3, pl. 102).

q_1, q_2, ... q_{12}, cames ou tenons, en forme de losanges, placées sous les cadrans des grands compteurs, sur le rayon qui passe entre les chiffres 9 et 0.

q'_1, q'_2, ... q'_7, leviers horizontaux montés sur une plaque fixée à la cloison β et terminés par un double plan incliné que les cames qui précèdent viennent rencontrer lorsque, la platine étant rabattue, les chiffres marqués par les cadrans, dans les grandes lucarnes, passent de 9 à 0.

q''_1, q''_2, ... q''_7, leviers placés dans un plan vertical, pouvant pivoter légèrement d'arrière en avant et dirigés obliquement.

r_1, r_2, ... r_7, petits axes horizontaux engagés dans des trous percés dans les deux cloisons verticale et postérieure de la partie fixe de la machine et susceptibles de coulisser d'arrrière en avant dans ces trous.

Chacun de ces arbres (voir la brisure au milieu de la fig. 1, pl. 102) porte un petit canon fixé sur lui à demeure et contre le bout antérieur duquel vient appuyer l'extrémité du levier oblique correspondant, qui se termine par une fouchette embrassant l'axe. Sur ce canon sont fixées deux petites lames de ressort disposées symétriquement à droite et à gauche de l'axe, et dont les extrémités, formant doubles plans inclinés, s'engagent dans deux trous percés dans la cloison postérieure de la machine et forment freins en pressant contre les parois de ces trous, de façon à maintenir, avec une certaine force, l'axe mobile lorsqu'il a été amené dans l'une ou l'autre de ses positions extrêmes.

Chacun de ces petits arbres mobiles porte enfin une petite lame rivée d'équerre à son extrémité antérieure. Cette lame forme une fourchette s'engageant dans une gorge creusée sur le moyeu du petit canon monté sur l'axe carré du cylindre cannelé et qui porte le secteur de modération. Ce canon est d'ailleurs mobile sur son axe et peut se déplacer sur lui, d'arrière en avant, tout en continuant à participer à son mouvement de rotation. Ce même canon porte, entre cette gorge et le secteur de modération, une longue dent, ou came, susceptible de venir rencontrer une roue dentée, montée sur l'axe carré qui porte le pignon mobile et faisant corps avec la croix de Malte. Enfin, l'extrémité du canon mobile se termine par une partie taillée en hélice qui, lorsque le cylindre fait la seconde partie de son tour, vient rencontrer un petit plan incliné ménagé à l'extrémité d'une goupille horizontale r'' (fig. 2, pl. 101) rivée dans la cloison in-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

termédiaire 6 et repousse ainsi en avant le canon mobile, si dans la première partie du tour du cylindre il a été amené en arrière.

(Ces petites goupilles, étant placées immédiatement au-dessous des axes carrés des cylindres, ne sont pas visibles sur la fig. 1 de la pl. 102 et ne peuvent être aperçues que sur la fig. 2 de la pl. 101).

Lorsque le chiffre marqué par l'un des cadrans des grandes lucarnes passe de 9 à 0, le tenon quadrangulaire placé sous le cadran vient rencontrer le plan incliné du levier horizontal et repousse ce levier qui fait basculer d'arrière en avant le levier incliné.

Celui-ci, par sa partie inférieure, repousse vers l'arrière le petit axe mobile à double ressort, lequel par l'intermédiaire de sa fourchette entraîne avec lui le canon monté sur l'axe carré du cylindre cannelé.

La longue dent portée par ce canon vient ainsi se placer dans le plan de la roue dentée montée sur l'axe enregistreur suivant et la fait avancer d'une dent lorsqu'elle la rencontre.

Cette dent est montée, d'ailleurs, dans une position angulaire telle qu'elle suit immédiatement, à un intervalle de dent, la neuvième nervure du cylindre cannelé correspondant, c'est-à-dire qu'elle est placée exactement à 180 degrés de la première nervure ; il en résulte qu'aussitôt après qu'un cylindre cannelé a cessé d'agir sur le pignon mobile voisin, il commande l'avance d'une dent de l'axe de ce même pignon, si le cadran qui correspond au cylindre qui le précède indique qu'il y a lieu d'effectuer un report d'unité.

Cette opération effectuée, la portion taillée en hélice du canon mobile vient rencontrer la goupille formant plan incliné, et le canon est repoussé à sa place entraînant l'axe mobile qui, à son tour, commande les deux leviers qui ont provoqué le mouvement et les ramène à leur position première.

Le secteur de modération, qui fait corps avec le canon mobile, présente une hauteur supérieure à la course imprimée à ce canon, il en résulte qu'il agit toujours de la même façon sur la croix de Malte quelle que soit sa position.

Le premier cylindre cannelé n'a pas besoin de canon mobile à dent spéciale pour le report des retenues, puisqu'il n'a pas à enregistrer de reports ; par suite, son axe porte seulement un secteur de modération fixé à demeure.

Pour éviter que plusieurs retenues ne s'inscrivent en même temps, ce qui exigerait un grand développement de force, on prend soin de caler les cylindres sur leurs axes, de façon que chacun d'eux soit en retard d'une dent sur celui qui le précède, à l'exception des deux premiers, qui peuvent être montés de la même façon, puisque l'inscription des retenues ne commence qu'au second cylindre.

De cette façon l'incription des retenues ne commence que lorsque tous les cylindres ont effectué un demi tour et lorsqu'ils ont achevé, par suite, de faire marcher les cadrans respectifs du compteur, et elle s'effectue dans l'ordre des cadrans successifs, à chaque fraction d'un vingtième de tour de la manivelle motrice, à partir de la dixième

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de ces fractions. Ce n'est donc que dans les machines comportant plus de 10 axes enregistreurs (c'est-à-dire plus de 8 cylindres cannelés) que l'on est obligé éventuellement de faire enregistrer simultanément deux reports de retenue à deux cadrans à la fois.

Effaceur des produits.

(Fig. 1 et fig. 8, pl. 102).

P, crémaillère placée sous la platine mobile, en dessous des cadrans des grandes lucarnes et pouvant recevoir dans son plan deux mouvements, l'un dans le sens de sa longueur, l'autre dans le sens perpendiculaire. Lorsque, dans ce dernier mouvement, on la rapproche des axes des cadrans, elle peut venir engrener avec des roues d', à 10 dents, montées sur le même axe que les cadrans du grand compteur et faisant corps avec ces cadrans. L'une des dents de ces roues, celle qui correspond à la position du zéro de chaque cadran, a été enlevée. (Voir sur la fig. 1 de la planche 102, la roue rendue visible par arrachement.)

P′, roue dentée entraînant la crémaillère; cette roue est montée sur l'axe du bouton moleté de l'effaceur. Ce même axe traverse un barillet dans lequel se trouve un ressort spiral que la rotation imprimée au bouton de l'effaceur a pour effet de bander et qui, en se détendant lorsqu'on lâche ce bouton, ramène en place la crémaillère.

La crémaillère est terminée, à son extrémité gauche, par une partie oblique dont les dents restent engagées dans celles de la roue dentée motrice alors même que cette crémaillère est éloignée à sa position extrême.

Cette partie oblique forme, du côté opposé à la denture, un plan incliné qui vient porter contre une goupille g fixée dans la platine mobile et qui force la crémaillère à se rapprocher des cadrans quand on la déplace longitudinalement, en la tirant vers la gauche.

Lorsqu'on fait tourner la roue dentée dans le sens convenable, en agissant sur le bouton moleté, elle entraîne la crémaillère qui, par l'action du plan incliné, se rapproche des roues dentées des cadrans et engrène alors avec chacune d'elles, en leur communiquant un mouvement de rotation, jusqu'à ce que la place de la dent enlevée arrive en regard de la crémaillère. A ce moment, celle-ci cesse d'engrener et passe librement, en laissant la roue immobile. On est averti que ce résultat est obtenu en regardant les cadrans qui sont tous alors amenés au zéro; on en est également prévenu par la diminution de résistance que l'on perçoit en faisant tourner le bouton moleté.

Si on lâche alors le bouton, la crémaillère est ramenée en place par la détente du barillet et sans entraîner les cadrans, puisque les roues dentées de ceux-ci sont toutes amenées dans la position où elles n'engrènent plus. A la fin de sa course, la crémaillère s'éloigne automatiquement des cadrans par l'action des plans inclinés.

De petites goupilles g, faisant saillie sur la face inférieure de la crémaillère et qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

s'engagent dans des rainures creusées dans la platine reproduisent, de distance en distance, l'effet du goujon g sur le plan incliné correspondant et guident la crémaillère parallèlement à elle-même dans ses divers mouvements.

Effaceur des quotients.

(Fig. 1 et 7, pl. 102).

L'effaceur des chiffres inscrits dans les petites lucarnes, dites lucarnes des quotients, est disposé de la même façon que l'effaceur des produits, mais les organes en sont moins robustes, parce qu'il opère sur un moins grand nombre de cadrans.

pp, crémaillère passant sous les cadrans des petites lucarnes, et pouvant se déplacer longitudinalement et aussi se rapprocher des axes des cadrans.

p', roue dentée engrenant avec cette crémaillère et commandée par une seconde roue semblable p'' montée sur l'axe du bouton moleté de droite. Cet axe traverse, d'ailleurs, un barillet dans lequel est logé un ressort spiral qui se trouve bandé quand on tourne le bouton moleté dans le sens convenable et qui, en se débandant, ramène la crémaillère en place.

La crémaillère est terminée à son extrémité de droite par une partie courbe qui lui permet de rester toujours engrenée avec la roue dentée qui la mène.

e''_1, e''_2 ... e''_7, roues dentées placées sous les cadrans des petites lucarnes et faisant corps avec eux. Ces roues ont 18 dents correspondant aux 18 chiffres marqués sur ces cadrans, mais la dent placée en regard du zéro est enlevée.

Ces roues engrènent avec la crémaillère lorsque cette dernière en est approchée suffisamment, et chacune d'elles tourne lorsque celle-ci se déplace longitudinalement jusqu'à ce que la dent enlevée se présente en regard de la crémaillère, c'est-à-dire jusqu'à ce que le zéro du cadran paraisse dans la lucarne correspondante. A ce moment, la crémaillère se meut librement, sans entraîner davantage la roue dentée.

La crémaillère est guidée dans son mouvement longitudinal par des goupilles g' qu'elle porte de distance en distance et qui pénètrent dans des rainures ménagées dans une plaque de recouvrement. Ces rainures présentent, à l'extrémité gauche, une partie oblique formant plan incliné; elles provoquent, par suite, le rapprochement de la crémaillère lorsqu'on la met en marche et, à la fin de sa course, lorsqu'elle revient en place sous l'action du ressort du barillet, elles l'écartent de nouveau, de façon à laisser libres les roues des cadrans.

Propulseur.

(Fig. 4, 5 et 6, pl. 101).

Cet appareil n'existe que dans les grandes machines de 10 chiffres; il sert à déplacer automatiquement la platine mobile, par crans successifs, chaque fois qu'on fait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

faire un tour à la manivelle motrice, en sens inverse du mouvement habituel. La platine se déplace alors vers la droite, si le bouton d'embrayage est disposé pour les opérations additives et, vers la gauche, s'il est disposé pour les opérations soustractives.

Dans les machines pourvues de cet organe, l'axe vertical n_1 de la manivelle motrice M est montée dans deux colliers qui lui permettent de se déplacer légèrement de haut en bas, et il tourne dans deux canons en laiton m'_1, m''_1, qu'il peut alternativement entraîner avec lui au moyen d'un embrayage convenable, suivant qu'il tourne dans un sens ou dans l'autre.

L'un de ces canons m'_1 placé à la partie supérieure, porte le pignon moteur de l'arbre de couche ; il n'est entraîné par la manivelle qne lorsqu'elle tourne dans le sens direct.

Le second canon m''_1 placé au-dessous porte un pignon semblable, disposé en sens inverse, qui commande les organes de propulsion et il n'est entraîné que lorsque la manivelle tourne en sens inverse du mouvement habituel.

L'organe d'embrayage qui produit ce résultat consiste dans un petit anneau m'' rivé à l'arbre, entre les deux canons. Cet anneau porte deux entailles disposées en sens inverse et dans lesquelles peuvent s'engager deux tenons de forme correspondante qui sont en saillie sur la tranche des canons.

Ces deux tenons sont distants, d'ailleurs, d'une quantité à peine supérieure à la hauteur de l'anneau à entailles, augmentée de la profondeur d'une entaille.

Il résulte de cette disposition que, si la manivelle motrice tourne dans le sens habituel, l'arbre se tient légèrement soulevé et le tenon du canon supérieur reste engagé dans l'anneau à entailles qui l'entraîne avec lui. Mais, si l'on imprime à la manivelle un mouvement de rotation en sens inverse, l'entaille supérieure appuyant sur la partie du tenon qui forme plan incliné, fait descendre légèrement l'arbre, de telle sorte que le tenon du canon inférieur vient s'engager dans l'entaille inférieure de l'anneau fixé sur l'arbre moteur, et c'est ce canon inférieur qui, à son tour, est entraîné.

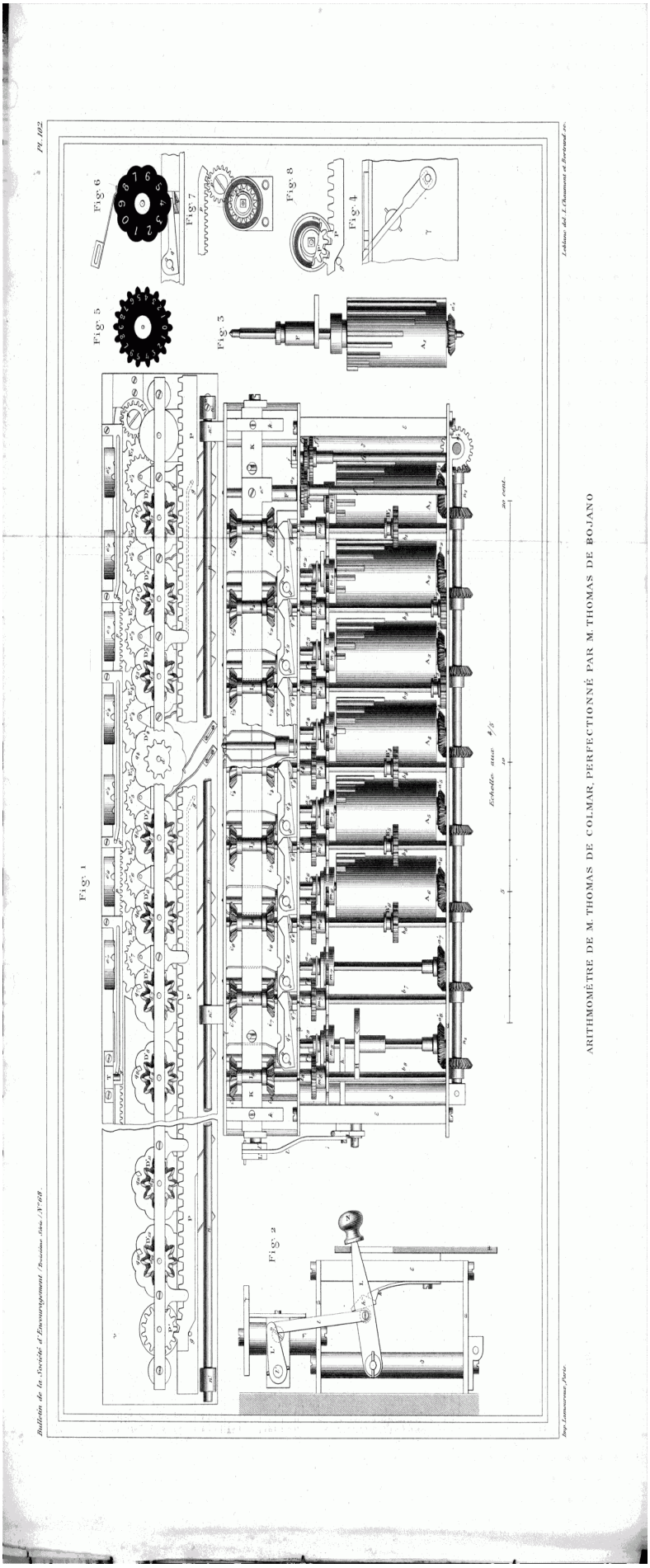
Si, ensuite, on tourne de nouveau la manivelle dans le sens direct, le plan incliné que forme le tenon inférieur agit pour faire remonter l'arbre et remettre en prise l'entaille et le tenon supérieurs.

Cette disposition a conduit à supprimer la roue à rochet montée sur l'axe moteur des machines ordinaires ; mais pour empêcher les cylindres cannelés de tourner éventuellement en sens inverse du sens normal, on a placé une nouvelle roue à rochet w' sur l'extrémité de l'axe du premier cylindre cannelé, contre la cloison postérieure de la machine.

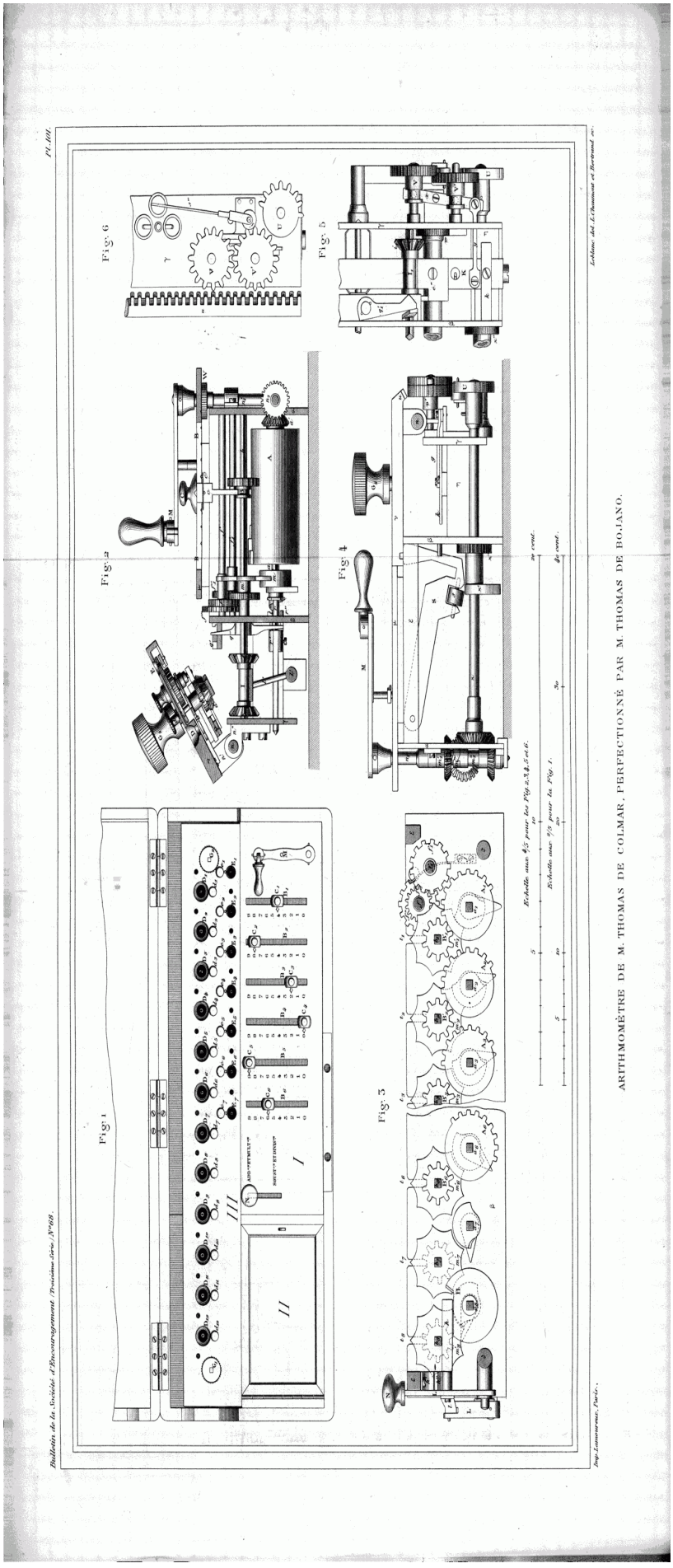
Lorsque le pignon inférieur est mis en mouvement, il commande, par l'intermédiaire d'un second pignon semblable, un arbre horizontal z sur lequel se trouvent montés un excentrique z', une roue à rochet z'' et une roue U dentée sur la moitié seulement de sa circonférence et portant huit dents.

L'excentrique z', en tournant et par l'intermédiaire d'un galet s qui a pour but de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rendre le mouvement plus facile, soulève un levier S dont l'extrémité recourbée arrive sous le bord de la platine mobile et la soulève d'une quantité suffisante pour dégager les dents des rouages des compteurs.

Dans ce mouvement de bascule de la platine, une crémaillère u fixée obliquement contre la face postérieure de la platine vient se mettre en prise, soit avec une roue dentée V, soit avec une roue semblable V′, suivant que la machine est disposée pour les opérations additives ou pour les opérations soustractives.

Ces deux roues sont montées, à cet effet, sur des canons susceptibles de glisser d'avant en arrière sur les axes qui les portent.

Un levier x porte deux tenons qui s'engagent dans les gorges ménagées sur ces canons ; il peut pivoter autour d'un axe central, de façon à pousser simultanément l'une des roues en arrière et l'autre en avant. Ce levier reçoit son mouvement d'une bielle articulée y qui est montée sur la règle d'embrayage K.

Enfin, la roue V est placée de façon à être toujours rencontrée par les dents de la roue U, lorsque celle-ci effectue un tour entier ; le déplacement qu'elle reçoit, dans la direction de son axe, par l'action du levier x, étant moindre, à cet effet, que l'épaisseur de cette dernière.

Il résulte de cette disposition que lorsque la manivelle motrice fait un tour en sens inverse du sens habituel, la roue U fait un tour entier sur elle-même et fait avancer de 8 dents la roue V et de 8 dents, en sens inverse, la roue V′.

Suivant que la machine est disposée pour l'addition ou pour la soustraction, la crémaillère u avance alors de 8 dents vers la droite ou vers la gauche, et les dimensions des dents sont calculées de façon que ce déplacement corresponde précisément à l'intervalle de deux cadrans consécutifs de la platine mobile.

Cette platine avance donc d'un cran dans le sens convenable, à chaque tour en sens rétrograde de la manivelle motrice, et à la fin de chaque tour, par l'effet de l'excentrique z' qui cesse de soulever le levier S, cette platine retombe en place, le tenon T s'engageant automatiquement dans l'une des entailles t_1, t_2, … t_8 de la cloison intermédiaire de la machine; les bords de ces entailles sont, d'ailleurs, chanfreinés pour faciliter l'entrée de ce tenon.

Un galet s' porté par une petite chape, montée à l'extrémité d'un ressort d'acier s'', appuie contre les dents de la roue V et empêche celle-ci de dépasser, par lancé, la position dans laquelle elle a été amenée par la roue V.

(S.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS PHYSIQUES.

RAPPORT *fait par* M. DE LUYNES, *au nom du comité des arts économiques, sur* DIVERS APPAREILS PRÉSENTÉS *par* M. LAURENT, *constructeur d'instruments de physique et de précision, rue de l'Odéon,* 21, *à Paris.*

Messieurs, Vous avez reçu à plusieurs reprises des communications de M. Laurent, relatives aux principaux instruments sortis de ses ateliers et dont vous avez renvoyé l'examen à votre comité des arts économiques.

Ces diverses présentations représentent, en quelque sorte, les différentes phases de la fabrication de M. Laurent. Elles se rapportent, soit à des instruments exclusivement réservés à l'usage des sciences, soit à des appareils se prêtant à des démonstrations publiques ou à des applications industrielles.

Parmi les premiers, nous avons à citer d'abord le spectroscope solaire à vision directe, construit d'après les indications de M. Thollon : l'un à dispersion ordinaire équivalente à celle de quatre prismes en flint, dépassant d'un quart environ celle de l'instrument qu'employait le P. Secchi ; le second modèle, à très-grande dispersion équivalente à celle de trente et un prismes en flint ordinaire.

La construction de ces appareils est délicate et aurait pu embarrasser des constructeurs moins habiles que M. Laurent. En effet, la lumière traverse un grand nombre de surfaces, qui toutes doivent être bien planes et perpendiculaires à un même plan ; les angles doivent être égaux et leur position doit être déterminée par des organes spéciaux. La fente doit être particulièrement soignée, et l'on doit éviter tout jeu dans les organes.

Il y a, dans la construction de l'instrument, un ensemble de conditions de précision qui ne peuvent être remplies que par un constructeur d'une habileté éprouvée. M. Thollon s'est plu à le reconnaître dans la Note qu'il a présentée à l'Académie des sciences. Il dit, en effet, que « comme la surface d'émergence agit en multipliant par un facteur plus grand que l'unité la dispersion et l'action des surfaces, il importe à la fois d'avoir d'excellents prismes et d'éviter les trop grandes émergences. M. Laurent, ajoute-t-il, s'est chargé des surfaces et je me suis chargé de calculer les angles. Nous sommes ainsi parvenus à résoudre ce problème délicat. Le succès, grâce à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'habileté de M. Laurent, a dépassé mon attente. Le prisme que je présente aujourd'hui est le premier essai de ce travail commun. »

Deux appareils de projections ont été présentés à la Société.

Le premier est une lanterne spéciale, destinée au régulateur Serrin. Ce régulateur fonctionnant avec une grande régularité, beaucoup de personnes le préfèrent aux autres régulateurs ; mais jusqu'ici il n'était pas employé dans les cours, à cause de la disposition des lanternes ordinaires. Cette difficulté a été écartée dans la nouvelle lanterne de M. Laurent, permettant de monter ou de baisser à volonté le point lumineux tout en lui conservant un mouvement horizontal perpendiculaire au faisceau lumineux. Un mégascope peut s'adapter rapidement sur le devant ou les côtés de la lanterne. Ces appareils ont fonctionné à la Sorbonne pendant tout le cours d'acoustique et d'optique de M. Jamin.

Un second appareil, construit d'après M. Desains, sert à mesurer à l'œil et par projection les longueurs d'onde des différents rayons, au moyen des anneaux colorés.

Cet appareil, d'une exécution difficile, a présenté toutes les garanties de précision désirables. Nous en dirons autant d'un nouvel appareil à réfraction conique, montrant le phénomène suivant les deux axes à l'œil ou en projection, même avec la lumière Drummond. Enfin un microscope polarisant, perfectionné par M. Laurent, lui a permis, au moyen de dispositions nouvelles, très-simples et d'une monture spéciale, de répéter aux cours de la Sorbonne quelques expériences délicates, notamment le changement des axes du gypse chauffé, exécuté pour la première fois, en public, au cours de minéralogie, le 30 janvier 1874.

A la suite des appareils précédents, nous devons parler de l'appareil à projeter tous les phénomènes de polarisation. Dans cet appareil, on n'a affaire qu'à la lumière parallèle ou à la lumière convergente. Dans ces deux cas, les rayons traversent l'objet à projeter, les différents diaphragmes, puis la lentille de projection qui donne sur l'écran une image agrandie et renversée de l'objet et des diaphragmes. A la sortie de la lentille, le faisceau cylindrique se transforme en faisceau convergent et donne au foyer principal de cette lentille une image du foyer lumineux. Cet endroit particulier est celui où l'on place les analyseurs.

Si l'analyseur n'est pas très-épais (tourmaline ou prisme biréfringent), il suffit que son diamètre contienne l'image du foyer lumineux qui est de 10 millimètres environ pour la lumière électrique ou la lumière Drummond;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mais si l'analyseur est un prisme de Nicol, il faut recourir à un diamètre plus grand : M. Laurent a adopté 22 millimètres. Cette grandeur de l'analyseur est modérée et ne coûte pas cher; mais il n'en est pas de même du polariseur. Pour avoir un grand faisceau polarisé, il faut employer de gros morceaux de spath qui sont non-seulement très-coûteux, mais aussi très-rares. M. Laurent a tourné cette difficulté, en faisant des Nicols avec plusieurs morceaux de spath de dimensions ordinaires collés ensemble. Ces Nicols montrent, à l'œil, des lignes blanches de séparation produites par les réflexions latérales; mais lorsqu'on les place dans des tubes, et en projection, on n'aperçoit pas ces lignes et ils fonctionnent très-bien comme polariseurs.

Enfin, le saccharimètre de M. Laurent, construit en 1874, et dont la Société a encouragé l'auteur en lui décernant une médaille de platine (1), est employé de plus en plus dans l'industrie sucrière. Les essayeurs du commerce commencent à s'en servir d'une manière sérieuse, et sa construction est devenue l'objet de tous les soins de M. Laurent qui, depuis le 2 février 1874, en a construit plus de 350 exemplaires, en en améliorant sans cesse tous les organes et les accessoires.

Il résulte de cet exposé que M. Laurent, dont les débuts ont été encouragés par la Société, n'a pas cessé de développer et de perfectionner les appareils qui sortent de ses ateliers, et il a prouvé, par son habileté, qu'il mérite d'être mis au rang de nos meilleurs constructeurs d'instruments d'optique.

Votre comité des arts économiques vous propose donc, Messieurs, de remercier M. Laurent de ses intéressantes communications et d'ordonner l'insertion du présent Rapport au *Bulletin*.

Signé : V. DE LUYNES, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 9 mai 1879.

BEAUX-ARTS APPLIQUÉS A L'INDUSTRIE.

RAPPORT *fait par* M. DE SALVERTE, *au nom du comité des constructions et des beaux-arts, sur les* GRILLES FORGÉES *exécutées par* M. MOREAU, *serrurier, rue Chaudron, 24, à Paris.*

Messieurs, la serrurerie du XIX^e^ siècle peut, à juste titre, se montrer fière

(1) Voy. *Bulletin* de 1876, 3^e^ série, t. III, p. 388 et 671.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de ses succès. Si les anciens ont su, avec des moyens forts restreints, obtenir une véritable perfection, nos travailleurs modernes, instruits par l'expérience et de patientes études, éclairés par les sciences de l'architecture, de la mécanique et de l'ornementation, sont parvenus à reproduire, en les égalant, les chefs-d'œuvre de la serrurerie, savante sous Louis XIV, élégante sous Louis XV, délicate sous Louis XVI, qui, vous le savez, s'efforçait lui-même de mettre cet art en honneur.

Des architectes habiles ont fait renaître l'art décoratif ancien, en s'inspirant des modèles du Moyen âge et de la Renaissance. Combien pourrait-on citer de travaux récents, qui sont empreints de cette science archéologique (1)?

Nous étudierons, aujourd'hui, d'une manière particulière les productions d'un serrurier-constructeur, aussi laborieux qu'intelligent : nous voulons parler de M. A. G. Moreau, de Paris, qui a rassemblé, dans un *musée* des plus curieux, une foule d'objets relatifs à la serrurerie. On y remarque des modèles de tous les styles, de tous les temps, et une bibliothèque très-intéressante d'ouvrages spéciaux, avec gravures, dessins, photographies empruntés aux monuments et aux musées de France, de Belgique et d'Italie.

La maison Moreau date de 1823; elle fut reprise, en 1860, par son chef actuel qui, depuis cette époque, ne cessa de lui donner de l'extension.

Avant la guerre, les ateliers comptaient 325 ouvriers; aujourd'hui, ces ouvriers sont au nombre de 200. Ces ateliers, qui occupent, rue Chaudron, 24, un espace de 2,400 mètres carrés, sont contenus sous une grande halle de 28 mètres de portée. A côté des forges, sont deux autres annexes pour l'exécution des petits objets et des repoussés.

Dès 1867, le Rapport des ouvriers serruriers, à l'Exposition universelle, constatait que bon nombre d'entre eux, sortis de la maison Moreau, avaient porté leurs connaissances et leurs produits au-delà même des frontières de France.

Plusieurs de ces ouvriers sont devenus professeurs dans des écoles professionnelles; d'autres, en grand nombre, ont répandu dans notre pays un enseignement progressif d'une réelle importance et inspiré le goût des fortes études; les meilleurs, sans doute, sont restés dans l'atelier, dont ils augmentent chaque jour la réputation. Tel d'entre eux y travaille depuis

(1) Pentures de la porte centrale de Notre-Dame par Boulanger, la maison Roy, etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

14 ans, tel autre depuis 25, et le ciseleur y coudoie le forgeron de premier mérite. Nous sommes heureux de constater ce fait, devenu trop rare dans l'industrie, et d'en encourager la continuation.

Quant au patron lui-même, ancien ouvrier, excellent dessinateur, passionné pour son art, on peut dire qu'il a marché d'étape en étape, depuis vingt ans, dans les diverses branches de la métallurgie et que ses laborieux efforts pour élever le niveau de l'art ont été couronnés de succès.

Pour ne citer que ce qui a passé sous nos yeux en travaux de bâtiments et dans les genres les plus divers : la construction du passage des Princes, la grille Louis XIV de Marly, les portes en fer ciselé et poli du pavillon impérial à l'Exposition de 1867, le palais de la Légion d'honneur, les grands magasins du Printemps, l'hôtel Louis XVI de M. de Villeneuve, celui de M. Johnston, le le perron de l'hôtel Sommiers, la rampe de l'hôtel Garfounckel et tant d'autres décorations charmantes ; enfin le grand balcon du dôme central au palais du Champ-de-Mars, et les douze grilles des vestibules du Palais du Trocadéro.

Depuis vingt-cinq ans, M. Moreau a remplacé les balcons en fonte par des balcons en fer, et cela pour la maison de petit rapport aussi bien que dans les hôtels. De même, les rampes ont toujours été exécutées en fer, depuis le prix le plus modeste jusqu'aux objets du plus grand luxe. Mais ces travaux considérables n'ont pas détourné l'attention de l'artiste des modèles si curieux du Moyen âge, qui dénotaient à la fois tant de talent, de sûreté dans la main, tant d'intelligence dans la conception.

Mieux que personne, M. Moreau savait (il lui suffisait d'ouvrir les yeux aux curiosités de son propre musée pour le voir) qu'à partir du XIIIe siècle les serruriers avaient perfectionné leurs outils de travail, et se servaient du marteau avec une habileté merveilleuse pour nous léguer une multitude d'objets, tels que coffrets, chenets, marteaux de portes, etc., décorés de feuillages, de figures d'animaux chimériques qui rivalisaient avec les productions des orfèvres.

A l'époque de la Renaissance française et italienne, la serrurerie joua un rôle plus grand encore. On ciselait au burin, on repoussait et on relevait le fer au marteau, afin de produire ce qu'aujourd'hui on obtient plus économiquement, au détriment peut-être de l'élégance et de la grâce.

M. Moreau voulut donc, lui aussi, s'essayer à produire de la serrurerie du XIIIe siècle. Son premier ouvrage, en ce genre, fut la chapelle de Mme d'Anglemont, dans la cathédrale de Verdun, sous la direction de M. Bouvrain, architecte. Nous l'avons tous admirée à l'Exposition de 1873, au Palais de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'Industrie. Vous vous souvenez du bel appui de communion, et surtout de ces grilles, à quatre vantaux chacune, en fer forgé, travaillé à deux faces, par panneaux soudés d'une seule pièce, et qui pouvaient rivaliser avec les meilleures productions d'Espagne, de Suisse et d'Italie (1).

Ce fut, en effet, en Italie, que M. Moreau alla chercher, bientôt, d'autres modèles, non moins précieux.

A la suite d'un legs inopiné, fait par un prince qui poussait en toutes choses la singularité aux dernières limites, la ville de Genève accomplit noblement l'obligation d'élever à son bienfaiteur un tombeau vraiment remarquable. Le choix du testateur, indiquant comme modèle les monuments des Scaliger à Vérone, ne pouvait être mieux justifié. Si, en effet, pendant trois siècles (du XII[e] au XV[e]), la Haute-Italie avait donné naissance à de véritables maîtres-serruriers, auteurs des grilles en fer forgé que nous admirons encore, disséminées dans les musées et chez les amateurs, aucune œuvre ne pouvait lutter, pour le charme et la richesse des détails avec les tombeaux de ces podestats, qui n'occupèrent, cependant, le pouvoir que peu d'années au milieu de guerres et de révolutions sanglantes.

Le mausolée du duc de Brunswick, construit sur les dessins de M. Franel, architecte, est de forme hexagonale ; entre chaque colonne, une grille semblable à celle de Vérone, mais agrandie d'un cinquième et débarrassée des réparations maladroites, exécutées à plusieurs époques par des ouvriers bien inférieurs aux auteurs primitifs. Jamais copie ne parut plus exacte ni plus vivante ; et cependant — je le dis bien bas — quel est le connaisseur qui ne préfère ces grilles irrégulières, mal forgées, dissemblables et de modèles différents qui entourent les tombeaux de la famille « della Scala » aux beaux et délicats ouvrages, d'une parfaite régularité, que M. Moreau vient d'exposer dans ses ateliers ? Sous cette réserve, que l'amateur éclairé comprendra sans peine, et me pardonnera je l'espère, tout est à louer dans le travail de l'ingénieux artiste de la rue Chaudron.

La porte est ornée de grandes lances doubles en forte tôle découpée, de style flamboyant. Toutes les parties de ce travail sont étudiées de façon que le dessin conserve la plus grande régularité, malgré la différence des proportions des panneaux. Le motif principal qui se répète pour former une sorte de tissu en fer, consiste en une pièce quadrilobée à quatre demi-cercles, dont chaque

(1) Voy. les grilles d'Hernani et de Saint-Ours à Soleure.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

angle en creux est orné d'une fleur à trois branches imitant la fleur de lys.

Les naissances intérieures de la jonction des cercles sont soudées et disposées de façon à se réunir et à pincer à mi-fer deux lettres du XIIIe siècle, en cuivre fondu, entrelacées, formant le chiffre du duc Charles de Brunswick. Ces lettres sont fixées par quatre clous en cuivre à têtes de diamant. Tous les motifs de la grille se réunissent au point de contact de leurs demi-cercles par des colliers ou cordons ornés de feuilles trilobeés. Nous indiquerons la marche de l'opération relative à l'éxécution du motif quadrilobé qui est composé de neuf parties de fer, dont quatre destineés aux fleurs de lys, et cinq devant former les parties cintrées.

On commence par préparer une pièce en acier ayant les dimensions et la forme exactes de l'objet qu'il s'agit de représenter. Ce type sert à faire l'empreinte en creux de l'étampe. Cette dernière est retouchée de façon à aviver ses arêtes, puis elle est trempée et recuite. Chaque pièce de fer reçoit, à chaud, une première forme, qui dégage la masse et la rend propre à subir un premier effort d'étampage. On la passe ensuite plusieurs fois de suite à l'étampe, en ébarbant après chaque opération, au burin et à la lime, les parties qui saillissent au dehors. C'est ainsi que l'on obtient les fleurs de lys, placées à l'extrémité de chaque tige. Cette dernière est ensuite étirée avec un léger renflement à la base, pour servir à la souder aux abouts des deux branches de cercle au milieu desquelles elle doit s'intercaler. On voit, par le détail de cette seule opération, quel soin il faut apporter à la confection de chaque rosace, puis à l'assemblage des parties pour reproduire le dessin primitif; ensuite placer les lettres au milieu de chaque médaillon, enfin matter les joints, dégager au burin et à la lime les nervures et les ornements qui le décorent. Les motifs quadrilobés, construits séparément, sont enfin réunis par bandes en longueur dans des châssis, et assemblés à chaud par des colliers.

On comprend facilement que pour un travail pareil, fort compliqué et fini dans les moindres détails, qui a exigé quatre années de labeur assidu, la création d'un outillage tout spécial et l'emploi des meilleurs ouvriers parisiens, il ne soit plus question d'économie, comme dans les œuvres précédentes de M. Moreau. Sans doute, le mètre carré de ces six grilles revient à mille francs ; mais désormais Genève n'a plus rien à envier à Vérone, dont les monuments d'un art incomparable, trop éloignés de nous, avaient souffert, d'ailleurs, de l'injure des siècles.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin, M. Moreau exécute, en ce moment, des garnitures de balcon pour les parties restaurées du Palais des Tuileries (Pavillons Marsan et de Flore). Aux anciennes pièces de fer fondu, qui ne dataient que du commencement de ce siècle et dont l'effet général remplaçait lourdement, sans les égaler, les grands feuillages repoussés au marteau des âges précédents, cet habile entrepreneur a substitué un assemblage coquet de petites fleurs et de feuilles, soudées pièce à pièce avec un grand talent.

Votre comité des Constructions et des Beaux-Arts pense que M. Moreau a rendu de réels services par les progrès qu'il a réalisés dans les diverses branches de son industrie. Il vous propose, en le félicitant de ses belles recherches et de ses longues études, de voter l'insertion du présent Rapport dans le *Bulletin* de la Société.

Signé : G. DE SALVERTE, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 9 mai 1879.

MÉTALLURGIE.

SUR LA PRODUCTION, LA CONSTITUTION ET LES PROPRIÉTÉS DES ACIERS CHROMÉS, PAR M. BOUSSINGAULT (*fin*) (1).

Dosage du chrome.

Lorsque, par sa richesse en chrome, l'alliage n'est pas complétement attaquable par l'acide nitrique ou par l'eau régale, il faut avoir recours à l'action du bisulfate de potasse.

1 gramme de ferrochrome est traité par 15 grammes de bisulfate de potasse dans un grand creuset de platine. Voici comment on procède : après avoir liquéfié le sel, on le laisse refroidir jusqu'à ce qu'il soit devenu visqueux, on dépose le métal finement pulvérisé à la surface. On chauffe lentement d'abord, puis on élève ensuite la température lorsque l'effervescence a cessé, et l'on termine par une chauffe au rouge-cerise pendant dix minutes, Le creuset étant refroidi, on en détache le culot qui doit être homogène : la présence de quelques points noirs indiquerait qu'il est resté de l'alliage non attaqué; dans ce cas il faut prolonger l'action de la chaleur. L'attaque terminée, le culot blanc verdâtre qu'on obtient est concassé grossièrement et mis en digestion, à

(1) Voir cahier de *Juillet* 1879, p. 373.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chaud, dans environ 3/4 de litre d'eau distillée, où il se dissout rapidement. On ajoute de l'ammoniaque pour précipiter l'oxyde de fer et l'oxyde de chrome. Le liquide, porté à l'ébullition, est maintenu à cette température pendant cinq minutes pour chasser l'excès d'ammoniaque. On verse sur un filtre sans pli; le précipité recueilli est lavé deux ou trois fois avec de l'eau bouillante. On laisse égoutter; puis, au moyen d'une spatule, on porte les oxydes dans une capsule de platine, où on les mélange avec 8 grammes de nitre et 2 grammes de carbonate de potasse. On dessèche au bain de sable, puis l'on pose la capsule sur un bec Bunsen et l'on calcine au rouge pendant un quart d'heure. L'oxyde de chrome est transformé complétement en chromate de potasse, l'oxyde de fer reste insoluble. On sépare le chromate de potasse, en épuisant la matière par l'eau chaude et en jetant sur un filtre. La liqueur filtrée, rendue légèrement acide par une addition d'acide acétique, est portée à l'ébullition pendant quelques minutes, filtrée ensuite pour séparer l'oxyde de fer, très-divisé, qui passe quelquefois à travers le filtre par suite d'un lavage prolongé. On neutralise exactement par la potasse à l'alcool, et l'on ajoute du nitrate de protoxyde de mercure pour précipiter le chrome à l'état de chromate de protoxyde de mercure. Après un repos de quelques heures, on recueille le précipité sur un filtre en papier suédois; il est lavé à l'eau bouillante, séché et calciné dans une capsule de platine tarée. Le résidu de la calcination est formé d'oxyde de chrome d'un beau vert, dont le poids, multiplié par 0,69, donne la quantité de chrome métallique contenu dans 1 gramme de l'alliage. Voici les résultats de quelques dosages effectués par le procédé qu'on vient de décrire :

	Chrome.
Ferrochrome d'Amérique.	0,0487
Ferrochrome d'Unieux.	0,3622
» »	0,6715
» »	0,1980
Acier chromé fabriqué en Amérique.	0,0044
» »	0,0149
Acier chromé fabriqué à l'usine d'Unieux.	0,0124
» »	0,0227

Tentative de dosage du chrome dans les aciers et les fontes chromés par l'action au rouge du gaz chlorhydrique.

Quelques auteurs ayant admis la fixité de l'oxyde de chrome à la température rouge dans un courant d'acide chlorhydrique, on pouvait espérer de séparer le fer du chrome en oxydant d'abord l'alliage de ces métaux et plaçant ensuite les oxydes dans un tube chauffé au rouge, que traversait un courant de gaz chlorhydrique sec, le fer devant être entraîné à l'état de chlorure et le chrome rester à l'état d'oxyde. Ce procédé rapide et net, comme le sont généralement les procédés par la voie sèche, aurait présenté de grands avantages.

Pour en apprécier la valeur, on fit quelques expériences.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans un tube de platine disposé sur une grille à gaz, et relié à un générateur de gaz chlorhydrique sec, on introduisit deux nacelles en porcelaine. La première contenait le produit calciné provenant de l'oxydation de 1 gramme d'acier chromé par l'acide nitrique; la seconde nacelle, séparée de la première par un intervalle de 8 à 10 centimètres, et placée du côté de l'arrivée du gaz, était remplie d'oxyde de chrome pur, calciné au rouge vif. Cet oxyde avait été préparé avec un grand soin, en précipitant le chromate neutre de potasse, en solution très-étendue, par le nitrate de protoxyde de mercure, en lavant par décantation avec de grands volumes d'eau, et finalement en jetant sur un filtre, et continuant le lavage jusqu'à ce que le liquide filtré ne donnât plus de résidu à l'évaporation. Le chromate de mercure, séché à l'étuve, avait été décomposé au rouge vif dans une capsule de platine; l'oxyde de chrome ainsi obtenu n'éprouvait aucune perte par une calcination prolongée.

Les deux nacelles étant ainsi disposées, on fit passer le courant de gaz chlorhydrique pendant quatre heures, en portant le tube à la température du rouge-cerise. Après le refroidissement, la nacelle contenant les oxydes de l'acier chromé ne contenait plus qu'une quantité insignifiante d'oxyde de chrome. En portant la seconde nacelle sur le plateau de la balance, on constata une variation sensible du poids de l'oxyde de chrome.

	gr.	PERTE. gr.
Avant l'expérience, l'oxyde de chrome pesait.	0,6155	
Après quatre heures de chauffe dans le gaz chlorhydrique.	0,4565	= 0,156
Oxyde de chrome, chauffé de nouveau pendant quatre heures, ne pesa plus que.	0,407	= 0,049
Replacée encore pendant quatre heures, à la sortie, la matière pesa.	0,3525	= 0,055
On replaça la nacelle pendant six heures, et, après ce temps, il ne resta plus que.	0,2105	= 0,145
En additionnant les pertes successives, on a trouvé que la matière avait perdu.		0,405

Dans une expérience, faite dans un tube en verre de Bohême, la matière perdit 0gr,027 au bout de deux heures de chauffe, et dans la partie froide du tube il se condensa un bel anneau de sesquichlorure de chrome.

On pouvait donc conclure que l'oxyde de chrome n'est pas fixe dans un courant de gaz chlorhydrique à la température de rouge-cerise, et par conséquent qu'il n'était pas possible de doser le chrome dans les aciers et les fontes chromés par l'action d'un courant de gaz chlorhydrique, l'oxyde de chrome étant attaqué et entraîné par cet acide, ainsi qu'on l'avait reconnu dans une expérience décrite à la page 373 (cahier de juillet 1879).

Cependant, ayant eu connaissance d'un Mémoire de M. Ditte, professeur à la Faculté des Sciences de Caen, dans lequel il établit que l'on peut séparer le sesquioxyde

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de chrome du sesquioxyde de fer par le procédé qu'on avait essayé sans succès au Conservatoire des arts et métiers, j'ai cru devoir procéder à de nouvelles recherches :

I. On avait introduit dans une nacelle, placée dans un courant de gaz chlorhydrique sec, un mélange de sesquioxyde de fer et de sesquioxyde de chrome contenant 100 de ce sesquioxyde.	100
Après deux heures de chauffe, au rouge vif, on a retrouvé.	97
Après une heure de chauffe.	80
Après une autre heure de chauffe.	77

Ainsi, dans cette expérience, le sesquioxyde de chrome disparu s'élève à 0,23.

II. En opérant à une température moins élevée et plus prolongée sur la même quantité d'oxyde, renfermant sesquioxyde de chrome. . .	100
Après six heures de chauffe, on trouve pour résidu : sesquioxyde de chrome.	70
Perte en sesquioxyde de chrome.	0,30

Dans les deux expériences, il y a eu, dans la partie froide du tube, apparition de paillettes de sesquichlorure de chrome disséminées dans le protochlure de fer.

III. On a soumis du sesquioxyde de chrome pur et fortement calciné à un courant formé d'un mélange de gaz chlorhydrique et de gaz hydrogène purs et secs.	
Le sesquioxyde de chrome pesait.	0,575
Après deux heures de chauffe au rouge, poids.	0,567
Perte.	0,008

La température n'avait pas été aussi élevée que dans les expériences I et II ; néanmoins, il y eut dans le tube dépôt de sesquichlorure de chrome. La nacelle renfermant l'oxyde de chrome fut chauffée à la sortie du tube à la lampe d'émailleur ; la flamme devint fuligineuse et la paroi interne de la nacelle prit une teinte violacée. Il existait donc du sesquichlorure dans l'oxyde, la chaleur n'ayant pas été assez intense pour l'expulser. M. Damour assistait à cette expérience ; il constata la présence du chrome dans le tube de verre et sur la paroi de la nacelle de platine, ainsi que l'absence du vanadium qu'on rencontre quelquefois dans le chromate neutre de potasse du commerce. Dans une autre série de recherches on reconnut que, même à un degré de chaleur très-élevé, le sesquioxyde de chrome n'est pas réduit par l'hydrogène. Il est par conséquent assez singulier qu'un oxyde irréductible par ce gaz soit attaqué et chloruré par le gaz chlorhydrique, et il est évident que cette chloruration est un obstacle au dosage du chrome, qu'on avait eu l'espoir de réaliser en éliminant l'oxyde de fer mêlé à l'oxyde de chrome par l'intervention d'un courant de gaz chlorhydrique. En d'autres termes, le procédé employé pour séparer par la voie sèche, à l'aide d'un courant d'acide chlorhydrique passant au rouge sur l'oxyde de fer mélangé à l'alumine,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ne saurait être appliqué à la séparation d'un mélange de sesquioxyde de fer et de sesquioxyde de chrome.

(*Annales de chimie et de physique*).

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

L'acier Bessemer. — Le journal *le Times* estime comme suit les résultats économiques produits dans l'industrie sidérurgique par l'emploi de l'acier Bessemer :

Avant l'adoption du procédé Bessemer, la production totale de l'acier fondu dans la Grande-Bretagne n'était environ que de 50 000 tonnes par an; le prix qui variait de 50 à 60 liv. sterl. la tonne (1 250 à 1 500 fr.), en restreignait nécessairement les applications. Depuis lors, les choses ont bien changé. En 1877, malgré le ralentissement des affaires, la Grande-Bretagne seule a fabriqué 750 000 tonnes d'acier Bessemer, c'est-à-dire quinze fois autant d'acier qu'elle en faisait autrefois. Il est vrai que le prix de vente de la tonne n'est plus en moyenne que de 10 livres (250 fr.), mais en revanche, cette énorme production a consommé 3 500 000 tonnes de houille de moins qu'il n'en aurait fallu pour fabriquer la même quantité d'acier fondu ordinaire. La réduction totale dans les frais de fabrication ne représente pas moins de 30 millions de livres sterling (750 millions de francs).

Pendant la même année, les États-Unis, la Belgique, l'Allemagne, la France et la Suède, les cinq pays où le procédé Bessemer a reçu le plus de développements, ont produit ensemble 1 874 278 tonnes, d'une valeur nette de 20 millions de livres sterling (500 millions de francs).

D'après les calculs de M. Price Williams, qui a fait des études sérieuses sur la durée comparative des rails de différentes sortes, la substitution de l'acier Bessemer au fer dans la fabrication des rails doit produire, pour toutes les lignes de la Grande-Bretagne, une économie de plus de 170 millions de livres (4,25 milliards de francs).

On peut dire que l'histoire de l'industrie offre peu d'exemples de résultats économiques aussi surprenants que ceux qu'a produits l'invention de M. Bessemer, lequel a le bonheur d'en être témoin, et est encore assez jeune pour travailler à d'autres découvertes utiles.

(*Journal of the Society of arts.*)

Procédé pour rendre le bois incombustible, par M. M. P. Folbarri. — Le procédé de M. Folbarri consiste dans l'emploi des substances suivantes :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

	Livres.	Kilog.
Sulfate de zinc.	55	24,75
Potasse américaine.	22	9,90
Alun d'Amérique.	44	19,80
Oxyde de manganèse.	22	9,90
Acide sulfurique à 60°.	22	9,90
Eau.	55	24,75

Toutes les matières solides sont versées dans une chaudière contenant l'eau à la température de 113 degrés Fahr. (45°,30 C.). Aussitôt qu'elles sont dissoutes, on ajoute peu à peu l'acide sulfurique jusqu'à complète saturation.

Pour préparer le bois, on le dispose dans un appareil spécial sur des grilles en fer, en ayant le soin de laisser entre chaque pièce un intervalle de 1/2 pouce environ (0m,0125) ; après quoi, au moyen d'une pompe, on injecte la liqueur dans l'appareil, et quand tous les espaces vides sont remplis, on fait chauffer pendant trois heures. Au bout de ce temps le bois est retiré et placé sur des grilles en bois, où on le laisse sécher à l'air libre. Ainsi préparé, il peut recevoir, sans crainte du feu, toutes les applications possibles.

(*Ibid.*) (M.)

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 9 mai 1879.

Présidence de M. Dumas, président.

Correspondance. — M. *Mouquet* (Hector), constructeur de chaudronnerie, rue de Paris, 161, à Lille (Nord), présente ses appareils thermosiphons pour le chauffage des serres et des appartements par l'eau chaude, et il signale, entre autres entreprises dont il est chargé, le chauffage de la grande rotonde, de 20 mètres de diamètre, du palais Ramée à Lille, qui doit être chauffée à 30 degrés et qui est destinée à abriter tous les grands végétaux exotiques appartenant à la ville. (Arts mécaniques.)

M. *Conti* (L.), rue Courty, 1, à Paris ; nouveau système de distribution pour les machines à vapeur. (Arts mécaniques.)

M. *Peltier*, rue Jean-Pigeon, 11, à Conflans-Charenton (Seine), demande un secours pour développer un procédé permettant de réimprimer par la typographie ou par la lithographie les anciennes impressions dont on n'a pas de clichés. (Beaux-arts et constructions.)

Élection d'un membre du conseil pour le comité des constructions et des beaux-arts. — L'ordre du jour appelle l'élection d'un membre du Conseil pour le comité

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des constructions et des beaux-arts, par suite de la vacance déclarée dans la séance du 25 avril 1879.

Les candidats présentés sont : 1° M. *Voisin-Bey*, 2° M. *Rossigneux*, 3° M. *Bourdais*.

Le scrutin est ouvert, et son dépouillement constate :

MM.	VOISIN-BEY.	20 voix.
	BOURDAIS	1 —

En conséquence, M. *le Président* proclame la nomination de M. VOISIN-BEY comme membre du comité des constructions et des beaux-arts.

Cette nomination, faite par le Conseil, sera ratifiée par la Société, conformément aux statuts, dans une prochaine assemblée générale.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Vacance au comité des constructions et des beaux-arts.* — M. *Davanne* fait, au nom du comité des constructions et des beaux-arts, un rapport pour demander au Conseil la déclaration d'une nouvelle vacance, afin de provoquer l'entrée, dans ce comité, d'une des personnes qui sont spéciales pour l'étude des habitations, des mobiliers, des variétés de la lithographie, de la chromolithographie, des objets d'art, d'ornement, etc.

Le Conseil, consulté sur les conclusions de ce rapport, déclare cette vacance dans le comité.

Serrurerie artistique. — M. *Georges de Salverte* fait, au nom du comité des constructions et beaux-arts, un rapport sur les grilles forgées exécutées par M. *Moreau*, serrurier, rue Chaudron, 24, à Paris.

Le comité propose de féliciter M. *Moreau* de ses travaux et de voter l'insertion du présent Rapport dans le *Bulletin*.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil. (Voy. plus haut, p. 428.)

Essai des huiles. — M. *de Luynes* fait, au nom du comité des arts économiques, un Rapport sur la palette à essayer les huiles de MM. *Dufour* et *Rouaix*.

Le comité propose de remercier MM. *Dufour* et *Rouaix* de leur communication et d'ordonner l'insertion du présent Rapport au *Bulletin*.

Ces conclusions, mises aux voix, sont approuvées par le Conseil.

Instruments de précision et de physique. — M. *de Luynes* lit, au nom du même comité, un rapport sur divers appareils présentés à la Société par M. *Laurent*, constructeur d'instruments de précision et de physique.

Le comité propose de remercier M. *Laurent* de ses intéressantes communications et d'ordonner l'insertion du présent Rapport au *Bulletin*.

Ces conclusions sont approuvés par le Conseil. (Voy. plus haut, p. 426.)

Couleurs complémentaires dans la décoration. — M. *de Luynes* lit, au nom du même comité, un Rapport sur un travail de M. *Rosenstiehl*, relatif à une nouvelle méthode pour la détermination des couleurs complémentaires, et aux applications qu'on peut faire de ces couleurs dans la décoration.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le comité est d'avis qu'il y a lieu de féliciter M. *Rosenstiehl* et de le remercier de son importante communication ; il propose d'ordonner l'insertion de ce Rapport au *Bulletin*.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Communications. — M. *Marcel Deprez* présente un nouvel appareil magnéto-électrique reversible, qu'il fait fonctionner comme moteur produisant, avec une petite pile de six éléments de *Bunsen*, une force suffisante pour faire marcher deux machines à coudre. Cet appareil se fait remarquer par sa faible masse et par la régularité de son mouvement. Il peut être employé comme régulateur, et pour produire le synchronisme de deux mouvements de rotation. (Renvoi au comité des arts économiques).

Séance du 23 *mai* 1879.

Présidence de M. Dumas, président.

Correspondance. — M. *Bruneau,* menuisier, avenue de Wagram, 35, à Paris ; perfectionnements à diverses parties des menuiseries pour ameublement ou pour croisées. (Constructions et Beaux-Arts.)

M. *Gougy* (F.), boulevard Montparnasse, 143, à Paris ; appareils pour concasser les pierres et les minerais, système de M. *Hall*, dont le demandeur est le représentant en France. (Arts mécaniques.)

M. *Moussard*, mécanicien, rue de l'Atlas, à Belleville, Paris ; machine à vapeur fonctionnant avec un régulateur dynamométrique prévoyant à l'avance les accélérations et ralentissements. (Arts mécaniques.)

M. *Delaurier* (Emile), rue Daguerre, 71, à Paris : 1° Mémoire sur l'utilisation de la chaleur perdue dans les machines frigorifiques ; 2° Mémoire sur une machine à vapeur rotative, à injection, à basse pression et à condensation. (Arts mécaniques.)

M. *Verlinde* (Léon), fabricant de poulies, rue de Paris, 231, à Lille (Nord) ; nouveau mode d'accrochage des wagons de chemins de fer, dont la manœuvre est faite en dehors de manière à éviter les accidents provenant de l'accrochage. (Arts mécaniques.)

Le Bibliothécaire de la Société pour faciliter l'étude pratique des diverses méthodes de participation du personnel dans les bénéfices, rue Bergère, 20, à Paris, envoie le programme de cette Société et demande le don, par la Société d'encouragement, des numéros de son *Bulletin*, contenant des articles qui traitent la question de la participation du personnel dans les bénéfices. (Commerce.)

M. *Collignon* (Ed.), membre du comité des arts mécaniques, fait hommage à la Société d'un exemplaire de deux Notes de mécanique rationnelle qu'il a lues à l'Association française pour l'avancement des sciences, au congrès de Paris, et qui ont pour titre :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sur une manière de rendre tautochrones les oscillations d'un point le long d'une courbe plane.

Enveloppe des ellipses planétaires obtenues en faisant varier la direction, mais non la grandeur de la vitesse initiale.

M. *Garnier* (J.), envoie une brochure intitulée : *La Nouvelle-Calédonie à l'Exposition de* 1878.

M. *Baude*, vice-président, fait hommage à la Société, au nom des auteurs, du premier semestre de la *Revue générale des chemins de fer*. Les éditeurs de cette Revue ont pensé que les chemins de fer sont tellement importants en France et prennent une si grande place dans le mouvement industriel, qu'il était nécessaire de leur consacrer une publication spéciale, résumant les progrès de cette branche de l'activité mécanique de l'industrie. Cette Revue, en effet, contient des articles d'un grand intérêt. M. *Baude* cite, entre autres, une Notice sur les tarifs des chemins de fer que M. *de la Gournerie* a lue à la Société d'encouragement et que la nouvelle Revue s'est empressée de reproduire.

Attache de courroies. — M. *Pihet* présente, de la part de M. *Violette* (J.), rue Neuve-Popincourt, 8, à Paris, un nouveau système d'attache pour les courroies, qui constitue un perfectionnement digne d'intérêt pour cette partie importante des machines. (Renvoi au comité des arts mécaniques.)

Fondation d'un prix par la classe 47 *à l'Exposition de* 1878. — M. le *Président* présente à la Société une lettre de M. *Fourcade*, président du comité d'installation de la classe 47 des produits chimiques à l'Exposition universelle de 1878, qui offre à la Société d'encouragement, au nom de cette classe, le reliquat des sommes versées pour l'installation des produits exposés par cette classe, excédant qui se monte à 19 439 fr. 05.

« Cette somme serait affectée à la fondation, à perpétuité, d'un prix en argent qui serait remis chaque année, en séance publique de la Société, au nom des fondateurs, au simple ouvrier en produits chimiques ayant le plus grand nombre d'années consécutives de service dans la même maison, qui aura été signalé à la Société d'encouragement, dans l'une quelconque des branches qui ont formé cette classe 47.

« Il est stipulé au nom des fondateurs :

« 1° Que les candidats devront être proposés directement, par les patrons, au Président de la Société d'encouragement, qui fera, chaque année, son choix d'après les documents envoyés.

« 2° Qu'aussi longtemps qu'il existera en activité des maisons ayant exposé en 1878, dans la classe 47, ce sera à l'ouvrier signalé par celles-ci que la préférence à la prime appartiendra de droit, quand bien même il s'en trouverait un plus ancien encore, mais qui émanerait d'une maison n'ayant pas fait partie de cette classe.

« 3° Aucun ouvrier, comme règle absolue, ne sera primé plus d'une fois.

« 4° Outre la prime en argent, la Société d'encouragement délivrera à l'ouvrier

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

primé un diplôme d'honneur, qui constatera tout à la fois la fidélité prolongée de l'ouvrier et le nom de la maison qui aura su se l'attacher aussi longtemps.

« 5° Pour perpétuer le souvenir des maisons qui ont exposé en 1878 dans la classe des produits chimiques français, et pour bien déterminer le droit de chacune à présenter son candidat, la liste des exposants de cette classe 47 sera imprimée et formera un tableau qui demeurera déposé dans les archives de la Société d'encouragement. Un exemplaire de ce tableau sera adressé, dans le courant de la présente année, à chacune des maisons qui composeront cette liste. »

Cette offre généreuse de M. *Fourcade*, au nom de la classe 47, a été remise immédiatement à la Commision des fonds de la Société d'encouragement, et M. le *Président* donne la parole à M. *Legrand*, président de cette Commission. (Le Rapport de M. *Legrand* sera inséré au *Bulletin*.)

Communications. — *Le grisou aux mines de Frameries.* — M. *le Président* donne connaissance des renseignements qui lui sont parvenus sur le sinistre de la mine de Frameries (Belgique). L'épouvantable catastrophe dont ces mines ont été le théâtre est tellement grave et était, en même temps, tellement imprévue, qu'il est important de recueillir tous les documents relatifs à ce qui s'est passé et aux moyens soit de prévenir, soit d'atténuer les terribles conséquences de pareilles explosions.

M. *Burat*, professeur à l'École centrale, s'étant rendu sur les lieux le lendemain même du sinistre, a bien voulu donner, à ce sujet, dans une lettre, les renseignements intéressants qui suivent :

« Le jeudi, 17 avril, vers sept heures et demie du matin, une explosion de grisou se produisit au puits n° 2 de l'Agrappe, près de la gare de Frameries.

« Ce puits exploitant des couches grisouteuses, toutes les précautions d'usage étaient observées minutieusement. Le matin, il était descendu plus de deux cents ouvriers.

« Les siéges principaux de l'exploitation étaient aux niveaux de 520 et 550 mètres. Cinq ouvriers étaient en travail préparatoire au-dessus de 610 mètres, isolés, par une porte, d'une traverse en voie de percement à ce niveau, vers la veine *Epuisard*, de $1^{m},34$ d'épaisseur et très-grisouteuse ; ce poste comprenait onze ouvriers. Il y avait dans le bâtiment qui couvrait le puits, un mécanicien, huit hommes à la recette et deux femmes dans la lampisterie.

« Vers sept heures et demie, on remarqua que le puits d'extraction exhalait un courant d'air fétide, et l'on envoya un exprès à l'ingénieur du puits pour lui signaler ce fait anormal, le puits devant avaler, c'est-à-dire servir à l'entrée d'air.

« On n'eut pas le temps d'éclaircir le fait; la salle du clichage et celle du machiniste s'étaient remplies de grisou. Le mélange étant devenu explosible, il s'alluma au poêle du machiniste et détermina une détonation violente : le machiniste fut tué par le choc, les huit hommes de la recette furent plus ou moins brûlés, ainsi que les deux femmes de la lampisterie, dont la porte ouverte avait admis le gaz.

« En même temps, un violent jet de flammes s'éleva du puits jusqu'à la charpente,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

où le feu se mit aussitôt, et cet immense bec de gaz de 3m,60 de diamètre continua à brûler pendant deux heures sans que le feu se soit propagé dans les travaux souterrains, où aucune explosion ne s'était encore produite. Vers neuf heures et demie, le feu était descendu et une explosion souterraine se fit entendre ; il s'en produisit successivement, de quart d'heure en quart d'heure, jusque vers onze heures et demie, où eut lieu la neuvième et dernière, plus violente que les autres.

« Que s'était-il passé dans les travaux ? Ils étaient inaccessibles, les charpentes embrasées tombaient sur le puits d'aérage, dont le ventilateur était arrêté, et sur le puits d'exhaure : tous étaient inaccessibles. Tous les efforts pour sauver le personnel s'étaient portés sur le puits d'aérage, qui était en même temps le puits aux échelles ; on ne put l'aborder qu'à trois heures et demie.

« On y sauva quatre-vingt-sept ouvriers et l'on apprit avec consternation que le plus grand nombre, croyant que le courant d'air était renversé et craignant que l'on ne remît le ventilateur en mouvement, ce qui eût ramené tous les gaz méphitiques sur ce point, étaient redescendus aux accrochages inférieurs. Ils devaient donc avoir tous péri par le seul fait des explosions qui s'étaient succédées. On tenta vainement de descendre dans les travaux par ce puits ; à partir du niveau de 400 mètres, les passages étaient interceptés par de nombreux éboulements.

« Ce fut seulement le dimanche, quatre jours après l'incendie, qu'on put descendre dans le puits d'extraction et que, par un bonheur inespéré, on put sauver encore les cinq personnes qui étaient montées au niveau de 580 mètres.

« On sut alors avec certitude ce que l'on avait d'abord présumé. Un dégagement de gaz, d'une violence inouïe, s'était produit dans la veine Epuisard, au niveau de 610 ; les onze personnes qui s'y trouvaient avaient été immédiatement asphyxiées, tandis que ceux qui étaient à 20 mètres au-dessus avaient compris qu'une perturbation considérable était survenue ; ils avaient entendu siffler la trombe gazeuse à travers la porte qui les protégeait ; leurs lampes, système *Mueseler*, s'étaient éteintes et ils étaient remontés à 580 mètres, où les éboulements supérieurs, produits par les explosions, les avaient encore protégés. Au bout de quatre jours passés dans une somnolence léthargique, ils croyaient, disaient-ils, être restés au moins vingt-quatre heures dans la mine.

« Analysant tous les faits observés, on voit qu'une quantité énorme de grisou a dû être subitement projetée par la couche Epuisard, quantité qui devait se trouver sous une pression très-élevée dans des fissures ou cavités du terrain. Le puits a dû être d'abord rempli et l'air expulsé, puisqu'il n'y a pas eu détonation souterraine ; or, le volume ainsi rempli, y compris la galerie de traverse, représente près de 10 000 mètres cubes. Pendant deux heures, le gaz est sorti à pleine section du puits, et si l'on suppose la vitesse d'un mètre par seconde, c'est environ 72 000 mètres cubes de plus. Enfin, les masses gazeuses de neuf explosions, qui se sont succédées pendant deux heures, annoncent un débit décroissant qui peut être évaluée à 30 000 mètres cubes. C'est donc un total de 100 000 mètres cubes, dont l'irruption peut être appelée, suivant l'expres-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sion de M. *Laguesse*, ingénieur en chef des mines du Hainaut, un volcan de grisou, fait à peu près unique dans les annales des houillères.

« Malgré cette violence de l'irruption du grisou, tout le personnel eût été sauvé, si le puits aux échelles n'eût été rendu inaccessible par l'incendie des bâtiments.

« Un fait très-remarquable résulte de ce qu'il n'y a eu aucune explosion pendant les deux premières heures du dégagement. Il y avait dans la mine plus de 200 lampes *Mueseler* allumées; toutes se sont éteintes dans des mélanges évidemment très-variables d'air et de grisou, conformément aux conditions de sûreté que comporte le système de construction. C'est une démonstration des garanties de sûreté que présente aujourd'hui l'éclairage des travaux souterrains.

« Le 4 mai, une cérémonie officielle a eu lieu à Frameries pour remettre à onze porions et ouvriers la croix de Léopold, en récompense de leur dévouement pendant le sauvetage. Le gouverneur du Hainaut a rendu hommage au zèle des ingénieurs qui avaient organisé, dans cette mine, toutes les précautions qui peuvent prévenir les accidents. On doit s'incliner avec résignation devant une catastrophe qui a échappé à toute prévision. On a pourvu à tous les secours qui peuvent en adoucir les conséquences; mais personne ne doit faiblir; la production de la houille est un devoir envers la Société et les travaux vont être repris avec courage, sous la protection de nouvelles précautions. »

M. *le Président* fait suivre la lecture de ce document de quelques observations :

1° Il est certain, dit-il, qu'environ 100 000 mètres cubes de gaz se sont dégagés tout à coup, en deux heures de temps, du fond de la mine, phénomène anormal dont aucun précédent ne pouvait faire présumer la réalisation.

2° On doit remarquer ce fait important, qu'aucun des mélanges d'air explosifs, qui en sont résultés dans les diverses galeries d'exploitation, n'a été allumé par les lampes de sûreté dont se servaient les mineurs; ce qui montre la sécurité que ces lampes, bien tenues et bien employées comme elles l'étaient à Frameries, donnent au personnel des mineurs.

3° Enfin, on voit que le gaz s'est projeté hors de la mine et est sorti sans s'y être allumé. Il n'a pris feu qu'au contact des foyers extérieurs, et il a brûlé avec une énorme flamme extérieure, jusqu'à ce que l'épuisement de la source de gaz ait fait rentrer la flamme dans l'intérieur du puits. Dans ce recul, elle a été suivie par l'air atmosphérique et, en arrivant successivement aux diverses galeries, elle a causé les explosions qui ont fait périr tout le personnel qui s'y trouvait.

Il serait facile de reproduire la série de ces événements par une expérience de laboratoire. Elle montrerait ce qui aurait pu être fait pour sauver les malheureuses victimes de cette catastrophe. On aurait probablement pu, par exemple, empêcher la flamme de rentrer dans le puits, au moyen de quelques planches recouvertes d'une toile et de sable mouillé, ou par d'autres moyens analogues. Il faut reconnaître, cependant, qu'on a été surpris par un événement aussi inattendu et que la destruction des bâtiments a beaucoup compliqué la situation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Néanmoins, il est important de rappeler les principes qui doivent diriger en pareil cas et les conditions à remplir pour empêcher de pareilles catastrophes ou en diminuer la gravité.

Découverte de l'outremer artificiel, priorité. — M. *le Président* présente au Conseil un Mémoire de M. *Loir*, professeur de chimie à la Faculté de Lyon, dont l'objet est de réfuter les prétentions de divers chimistes allemands qui attaquent la priorité acquise à *Guimet* (J. B.), pour la découverte de la fabrication de l'outremer artificiel. (Ce Mémoire sera inséré au *Bulletin*.)

ÉLECTION D'UN MEMBRE DU CONSEIL POUR LE COMITÉ DES CONSTRUCTIONS ET DES BEAUX-ARTS. — Les candidats présentés par le Comité sont :

1° M. *Rossigneux;* 2° M. *Bourdais*.

Le scrutin est ouvert et son dépouillement donne l'unanimité des voix à M. ROSSIGNEUX.

En conséquence, M. le *Président* proclame la nomination de M. ROSSIGNEUX comme membre du Conseil pour le comité des constructions et des beaux-arts.

Cette élection, faite par le Conseil, sera soumise à la ratification de la Société, conformément aux statuts, dans une prochaine assemblée générale.

ÉLECTION DE DEUX CORRESPONDANTS ÉTRANGERS POUR LE COMITÉ DE L'AGRICULTURE. — L'ordre du jour appelle la nomination de deux correspondants étrangers pour le comité de l'agriculture.

Les candidats sont :

M. LIPPENS (Aug.), membre du Parlement de Belgique, à Gand, président de la Société d'agriculture de la Flandre orientale.

M. KNIGHT (Edwards), à Washington, propriétaire aux Etats-Unis, fabricant de sucre d'érable, membre de la classe 76, groupe VI, à l'Exposition de 1878, décoré de la Légion d'honneur et auteur d'un grand dictionnaire des machines.

Le scrutin est ouvert et son dépouillement donne l'unanimité des voix à chacun des candidats.

En conséquence, M. le *Président* proclame la nomination au titre de correspondants étrangers pour le comité de l'agriculture de : MM. LIPPENS (Auguste), à Gand et KNIGHT (Edwards), à Washington.

NOMINATION DE MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ. — Sont nommés membres de la Société : MM. *Rossigneux*, architecte, à Paris ; *Picq*, ingénieur-mécanicien, à Tarbes.

Séance du 13 juin 1879.

Présidence de M. DUMAS, président.

CORRESPONDANCE. — M. *Canelle*, ingénieur des mines, route d'Anzin, 17, à Valenciennes. Carte minéralogique et industrielle du département du Nord, d'après une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nouvelle méthode, donnant des renseignements sur les anciens travaux depuis leur origine en 1716, présentant le résumé de tous les faits géographiques, historiques et industriels qui peuvent être utiles, tous les renseignements relatifs aux bassins houillers, les diverses Compagnies, les 962 fosses ou sondages qui ont été pratiqués, les 449 veines ou veinules qui ont été étudiées. (Arts mécaniques.)

M. *Coret*, mécanicien, boulevard de Strasbourg, 31, à Paris. Thermomètre métallique à tubes concentriques, très-sensible et à prix modéré. (Arts économiques.)

M. *Deniau* (A.), ingénieur civil, rue du Chemin-de-Fer, 14, à Saint-Denis (Seine); modérateur chronométrique fondé sur l'emploi d'un pendule conique faisant fonction d'échappement. (Arts mécaniques.)

M. *Peyras* (Louis), ingénieur, à Narbonne, soumet à l'examen de la Société un appareil qu'il nomme la dormeuse des chemins de fer. (Arts économiques.)

M. *Marion* (J.), horloger mécanicien, rue du Château-des-Rentiers, 168, à Paris. Nouveau système pour diriger les ballons. (Arts mécaniques.)

M. *Bargné* (J. P.), directeur de travaux de colmatage et d'irrigation à Alais (Gard), demande le concours de la Société pour développer ses opérations et surtout pour faire adopter pour la France, un système général de canalisation, colmatage et irrigations, qui préviendrait l'effet des inondations, et procurerait des améliorations de tout genre dans l'agriculture. (Comité de l'agriculture.)

M. *Gagnage* (M.), route de Montrouge, 107, Paris, envoie une Note sur l'emploi de la pâte à papier dans l'agriculture, et plus spécialement pour fixer les sables mouvants et transformer rapidement les sols stériles en terre arable, avec application à la colonisation de l'Algérie et à la fertilisation du Sahara. (Agriculture.)

M. *Barrault* (Emile), ingénieur civil, solliciteur de brevets d'invention, boulevard Saint-Martin, 17, envoie à la Société son rapport au Congrès de Paris, fait au nom de la Section des brevets d'invention, du comité d'organisation nommé par le gouvernement français. (Comité du commerce.)

M. *Cacheux* (E.), ingénieur, quai Saint-Michel, 25, à Paris, envoie un exemplaire de l'ouvrage sur les habitations ouvrières de tous les pays que M. *Muller* (Emile) et lui viennent de publier.

M. le *Président*, en renvoyant cette communication au comité des constructions et des beaux-arts et à celui du commerce, demande que l'examen en soit fait d'une manière spéciale, en raison de l'intérêt qui s'attache au sujet qu'elle traite.

M. *Chenot* aîné, chez M. *Piat* (A.), constructeur-mécanicien, rue Saint-Maur, 85, à Paris. Marteaux atmosphériques. (Arts mécaniques.)

M. *Roman* (E.), hydraulicien, rue de La Harpe, 3, à Paris. Moteur hydraulique perfectionné pour courants d'eau indéfinis. (Arts mécaniques.)

M. *Gérardin*, docteur ès-sciences. Recherches nouvelles sur l'essai des huiles et le graissage. Brochure in-8°. (Arts mécaniques.)

M. *Félizet* (C. L.), vétérinaire, fait hommage à la Société d'un ouvrage in-12. *Petit*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Berquin agricole ou dialogues ruraux entre un fermier et sa famille et quelques amis. Paris, rue Jacob, 24.

M. *Thiolier* (G.), constructeur, à Saint-Chamond (Loire), et à Lyon, quai de Tilsitt, 19. Appareils de sûreté pour les machines à vapeur, système Maccabies. Brochure in-8.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Vacances dans la commission des fonds.* — M. le vicomte *de Grouchy* demande, au nom de la commission des fonds, la déclaration d'une vacance parmi les membres de cette commission. Leur nombre a été fixé à dix par les statuts, et la commission a perdu deux d'entre eux par la démission de M. *Calon* et la mort très-regrettable de M. *Devinck*. La commission désire procéder successivement à leur remplacement.

La vacance demandée par la commission est déclarée par le Conseil.

Vacance dans les correspondants étrangers du comité des arts chimiques. — M. *Peligot* (Eugène) demande, au nom du comité des arts chimiques, la déclaration d'une vacance parmi les correspondants étrangers. Deux de ces correspondants qui étaient français, mais résidant à l'étranger, sont rentrés en France. M. *Rosenstiehl*, de Mulhouse, est venu à Saint-Denis (Seine), et M. *Guignet* est venu de Rio-Janeiro à Amiens (Somme). Le comité demande la déclaration d'une vacance pour remplacer l'un de ces correspondants.

Cette vacance est déclarée par le Conseil.

Analyse des betteraves. — M. *Girard* (Aimé) fait un Rapport, au nom du comité des arts chimiques, sur les appareils construits par M. *Olivier Lecq* pour l'analyse des betteraves.

Le comité propose de remercier M. *Olivier Lecq* de sa communication, et d'ordonner l'insertion du présent Rapport dans le *Bulletin,* en y joignant le dessin des appareils présentés.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

COMMUNICATIONS. — *École centrale des arts et manufactures.* — M. le *Président*, avant de donner la parole à M. de *Comberousse,* qui désire communiquer au Conseil une Notice sur l'Ecole centrale des arts et manufactures, explique en quelque mots l'opportunité de cette lecture. L'Ecole centrale va célébrer la cinquantième année de sa fondation. Elle devait se reporter, naturellement, au souvenir de ses premiers jours et se rappeler que les trois savants, qui en conçurent l'idée, prirent d'abord pour confident de leur projet le comte *Chaptal*, alors président de la Société. M. *Dumas* ne saurait oublier l'accueil aimable et bon qu'ils en reçurent, et les encouragements dont il accompagna le récit qu'il leur fit de ses propres tentatives avortées, à l'époque cependant où, ministre de l'Intérieur, il avait toute autorité sur l'industrie, le commerce et l'agriculture.

Le baron *Thénard* ayant succédé à *Chaptal*, au fauteuil de la présidence de la Société, ne se montra pas moins sympathique au projet d'Ecole centrale, et dans les temps difficiles qu'elle eut à traverser à ses débuts, il fit voter par le Conseil les pre-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mières faveurs qui lui aient été accordées et la première marque d'approbation publique qu'elle ait reçue.

Il était donc naturel que, au moment où l'Ecole, en pleine prospérité, célèbre son cinquantenaire, elle vînt offrir à la Société d'encouragement son premier hommage et sa première pensée de reconnaissance.

M. de *Comberousse* donne lecture de la Notice suivante sur l'Ecole centrale des arts et manufactures.

« Cette grande Ecole du génie civil est née en 1829.

« Les fondateurs de l'Ecole centrale, MM. *Lavallée*, *Olivier* (Th.), *Péclet* et *Dumas* (J. B.), ont bien mérité du pays. Leur impulsion féconde s'est continuée, et M. *Dumas*, qui a vu disparaître ses trois collègues, la représente encore aujourd'hui à la tête des Conseils de l'Ecole où il personnifie leur tradition.

« L'illustre *Monge*, soutenu par *Fourcroy*, *Carnot* et *Prieur* (de la Côte-d'Or), avait déjà fait décréter, en 1794, l'établissement d'une *Ecole centrale des travaux publics* qui, très-peu de temps après, prit le nom d'*Ecole polytechnique*. Elle devait préparer ses élèves aux fonctions d'ingénieurs de toute espèce et aux professions particulières qui exigent des hommes versés dans les sciences et dans les arts. Ce vaste programme ne fut rempli qu'à moitié. Dès 1804, les élèves, casernés, soumis au régime militaire, furent destinés, sans exception, aux services publics.

« Le corps des ingénieurs civils se trouva donc réduit, en France, aux vocations particulières, abandonnées à elle-mêmes, sans consécration et sans garanties. Ce corps, si nécessaire au progrès et au développement de l'industrie, existait, au contraire, en Angleterre.

« L'Ecole centrale des arts et manufactures est venue combler cette lacune dans les cadres de l'enseignement supérieur et professionnel de notre pays. Elle occupe encore aujourd'hui l'ancien hôtel de Juigné, situé au Marais, où elle fut établie dès sa fondation. Bâti en 1666, par le financier *Aubert de Fontenay*, l'hôtel de Juigné passa plus tard des mains du duc *de Villeroy* dans celle de *Juigné*, archevêque de Paris. On admire son escalier monumental, l'un des plus beaux qui existent à Paris. L'Ecole a dépensé un million sur ce terrain, dans cet hôtel, qui ne lui appartient pas, et cependant son installation est loin de répondre à son importance.

« Jusqu'ici le bon esprit des élèves, le dévouement et l'habileté des fonctionnaires de l'Ecole ont suppléé à tout ; mais il était temps de prendre un parti et de préparer l'avenir d'une population d'élite qui, au grand regret des familles, ne peut plus, faute d'espace, dépasser le chiffre de 550 élèves.

« On éprouve quelque tristesse en examinant le laboratoire de chimie modèle de l'Ecole de Stuttgard, et le plan de l'école polytechnique de Carlsruhe, où 600 élèves se meuvent à l'aise. Tout le monde admire aussi l'imposante façade de l'Ecole fédérale de Zurich, de ce polytechnicum qui a coûté 5 millions de construction et d'installation et qui reçoit de 5 à 600 élèves, pour lesquels la Suisse inscrit annuellement sur son

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

budget une somme de 367 000 francs, de manière à les exonérer à peu près de tous frais d'études.

« Il y avait là un enseignement, qu'il eût été puéril et dangereux de négliger. Toutes ces écoles rivales se sont fondées sur le modèle de l'Ecole centrale. C'est elle qui a donné le signal, qui a démontré la convenance de faire aujourd'hui une large place à la science appliquée. Elle ne pouvait pas rester amoindrie en face des institutions étrangères, nées à son exemple et animées de son souffle.

« Dès 1874, le Ministre de l'agriculture et du commerce reçut du Conseil de l'Ecole un rapport approfondi, à la suite duquel il nomma un Commission pour examiner, dans tous leurs détails, les propositions relatives à l'installation définitive de l'Ecole. Celle-ci fut unanime à recommander son transfert sur les terrains du marché Saint-Martin. Le voisinage du Conservatoire des Arts-et-Métiers, dont les collections sans rivales sont si utiles aux élèves de l'Ecole, donnait à ce projet une valeur décisive, que n'offrait aucune autre combinaison. Il y avait là, selon la Commission, une de ces chances heureuses qu'il n'est pas permis de laisser échapper.

« Le Ministre se montra très-favorable à cet avis et des pourparlers furent engagés avec la ville de Paris, propriétaire du marché Saint-Martin. Toutes les difficultés étant écartées, le Conseil municipal a adopté, dans sa séance du 21 mai 1878, et sur le rapport de M. *Deligny*, une délibération par laquelle, voulant participer au développement de l'Ecole centrale, la Ville fait remise à l'Etat d'une somme de 1,020,000 francs sur le prix du terrain destiné à l'Ecole, estimé à 2,528,000 francs. Ce vote prouve combien le Conseil municipal a apprécié les services rendu par l'Ecole centrale à la population parisienne.

« Aujourd'hui, l'Etat est saisi de la question et il a tous les éléments nécessaires pour apprécier l'utilité de l'Ecole centrale. Nous n'en relevons qu'un seul qui les résume tous.

« 841 élèves de l'Ecole centrale ont participé à l'Exposition universelle de 1878, savoir :

Membres du Jury international.	35
Membres des comités.	69
Attachés à la direction des travaux.	10
Exposants en leur nom personnel.	314
Collaborateurs.	413

« Trois cent quarante récompenses ent été obtenues par eux, y compris le diplôme d'honneur décerné à l'Ecole centrale ; elles se partagent comme il suit :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Décorations de la Légion d'honneur.	30
Grands prix ou diplômes d'honneur.	14
Médailles d'or.	92
— d'argent.	97
— de bronze.	68
Mentions honorables.	39

« L'Ecole centrale, en inaugurant l'enseignement des sciences appliquées considérées dans leur ensemble, a donc rendu au pays et à son industrie un service de premier ordre. Mais l'exemple qu'elle a donné a été suivi; à l'étranger, on a marché sur ses traces. Si elle a été dès le début une grande fondation, une installation digne lui est nécessaire aujourd'hui, en face de la concurrence.

« Ne nous faisons pas d'illusions ! L'Ecole centrale ne pourra pas rivaliser, comme largeur dans son installation, avec un grand nombre d'instituts étrangers magnifiquement dotés.

« Mais, à l'égard des collections et de la Bibliothèque, le voisinage du Conservatoire des Arts et-Métiers lui permettra de braver toute comparaison.

« D'ailleurs, la partie matérielle n'est pas tout. La distinction du personnel de l'Ecole centrale, la valeur de ses élèves, sa situation au centre de Paris, la puissante unité de son enseignement lui assurent une prépondérance telle, que ses ingénieurs devront toujours, à mérite personnel égal, l'emporter par leur forte préparation sur des concurrents trop spécialisés, tels que ceux qui sont formés dans les Instituts étrangers. »

Téléphone. — M. *Crépaux*, chef de bataillon du génie, à Lunéville, envoie la Note suivante sur un résultat curieux et très-intéressant de l'emploi du téléphone :

Il y a, à Lunéville, dit M. *Crépaux*, une installation téléphonique faite dans des conditions assez primitives. Le fil de ligne est un fil de fer galvanisé de trois millimètres, très-tendu. Il est fixé à un poteau au-dessus d'un grenier, et il s'infléchit à angle obtus sur la gaîne de cheminée en briques d'un bâtiment voisin, éloigné d'une dizaine de mètres. La gaîne de la cheminée correspond naturellement à l'âtre, dans une chambre du premier étage du bâtiment. Quand on parle dans le téléphone d'une station à l'autre, non-seulement le récepteur *parle*, et pour l'entendre, il faut le mettre près de l'oreille, « mais, fait inexplicable, la cheminée, où s'infléchit le fil, *parle*, l'âtre *parle*, et une « personne couchée dans la chambre entend, de son lit, *toutes les paroles* transmises « au fil, plus distinctement que ceux qui, à l'extrémité de la ligne, se servent de l'ap- « pareil récepteur. Impossible de nier ce fait, dont j'ai été témoin plusieurs fois. »

On a isolé le fil de la gaîne de cheminée au moyen de plaques de verre : la parole n'a pas, pour cela, cessé d'être entendue. A la station plus éloignée, à 200 ou 250 mètres de distance environ, un fait semblable s'est reproduit.

Le fil de terre suit, dans son parcours, un tuyau de descente en zinc. Ce tuyau a des ramifications aboutissant à des pierres à évier ; la pierre à évier *parle*.

J'ai entendu dire qu'à chaque point d'attache, le fil de ligne *parlait ;* ainsi, si on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lui fait faire quelques tours autour d'un clou fiché dans la muraille, le nœud ainsi produit *parle*.

Il est probable que le fait, dont je rends compte, ne se produit que dans les environs des points d'attache et de contact, mais je conclus que le téléphone est l'instrument le plus indiscret que je connaisse ; car, si ce que j'en ai dit était à la connaissance de tous, il suffirait, dans le parcours du fil, de mettre une gaîne sonore quelconque en contact avec lui pour recueillir au passage tout ce qui aurait été dit en secret par son intermédiaire, et, dans des conditions convenables qui restent à déterminer, cette gaîne pourrait même produire un téléphone parlant haut.

L'invention du téléphone est une découverte qui, à juste titre, a étonné le monde. De ce qu'on connaît à ce sujet, et surtout des faits qui viennent d'être rapportés, on doit conclure que l'appareil même du téléphone n'est, à vrai dire, que l'élément excitateur du fil de ligne. Il serait très-important que ceux qui ont le temps et l'opportunité de continuer ces recherches pussent s'en occuper; elle produiraient certainement des résultats dignes d'intérêt.

M. le *Président* remercie M. le commandant *Crépaux* des très-intéressants renseignements dont il envoie la première nouvelle à la Société, et il demande au comité de physique et des arts économiques d'en faire l'examen.

Il rappelle, à ce sujet, les expériences de M. *Decharmes*, professeur de physique, qui, en suspendant un plateau par son centre par un fil quelconque, obtient de lui la reproduction du son rendu par le plateau-support au centre duquel le fil est fixé, avec une pureté et une intensité de son bien plus grandes que si le point de suspension avait été au bord. M. *Decharmes* en conclut qu'en construisant les téléphones, dont la membrane vibrante est fixée par les bords, on s'est mis dans une position défavorable. Les conditions dans lesquelles on place le corps vibrant ont donc une grande importance, et les expériences remarquables de M. le commandant *Crépaux* montrent qu'elles peuvent produire des effets tout à fait inattendus.

Eclairage nouveau par le gaz. — M. *Brisac*, ancien élève de l'Ecole polytechnique, ingénieur de la Compagnie parisienne du gaz, donne à la Société des détails sur un nouveau mode d'éclairage employé comme spécimen par la Compagnie parisienne :

J'ai l'honneur, dit-il, de présenter à la Société d'encouragement les spécimens d'appareils d'éclairage que la Compagnie parisienne du gaz vient de faire établir rue du Quatre-Septembre et place du Château-d'Eau.

L'appareil de la rue du Quatre-Septembre a été disposé de façon que la combustion soit plus active, quoique analogue à celle produite dans les becs d'Argand. Il se compose de six porte-becs coudés, munis de six becs papillons 6/10 semblables à ceux employés dans toutes les rues de Paris. Ces becs sont ainsi disposés sur un cercle de 15 centimètres de diamètre, les fentes étant dirigées suivant les tangentes à ce cercle. Deux vases en cristal, placés inférieurement aux brûleurs, déterminent deux courants d'air, l'un intérieur l'autre extérieur à la couronne de flammes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cet appareil a été placé dans une lanterne du type employé aux Champs-Elysées. Une des difficultés que l'on a rencontrées, était de faire brûler cette couronne dans une lanterne relativement aussi petite, sans que les verres se brisent sous l'action de la pluie. On y est arrivé au moyen d'une modification du chapiteau qui est double. La partie inférieure émaillée, soumise à l'action directe de la flamme, partie qui sert en même temps de réflecteur, est en communication métallique aussi faible que possible avec les montants de la lanterne.

De plus, on a ménagé, sur toute la périphérie du fond, un vide que l'on a garni d'une toile métallique. Le tirage produit détermine ainsi un courant d'air ascendant le long des carreaux qui les refroidit.

L'appareil est complété par un petit bec brûlant constamment en veilleuse, qui sert à allumer la grande couronne par la simple manœuvre du robinet sans qu'on soit obligé d'ouvrir la lanterne; par un régulateur Giroud, qui a pour abjet d'assurer la constance du débit, quelle que soit la pression existante dans les conduites; enfin, par un robinet à trois voies que l'on peut manœuvrer après minuit, pour fermer la grande couronne et ouvrir un bec central destiné à satisfaire à des besoins d'éclairage moins intense.

L'appareil, qui est sous les yeux de l'assemblée, dépense 1 400 litres de gaz à l'heure.

La Compagnie a fait exécuter, sur les mêmes principes, un brûleur plus petit, dépensant 875 litres et destiné à être placé dans les petites lanternes ordinaires de la ville. (Renvoi au comité des arts économiques.)

Membre perpétuel. — M. *Bapterosses,* membre de la Société, à Briare, est nommé, sur sa demande, membre perpétuel-donateur de la Société.

Election d'un correspondant français. — Sur la demande du comité d'agriculture, le Conseil est appelé à nommer un correspondant français pour ce comité, en remplacement de M. le marquis *de Vibraye*, décédé.

Le candidat présenté par le comité est :

M. *Demontzey*, conservateur des forêts, à Aix (Bouches-du-Rhône).

Le dépouillement du scrutin donne au candidat l'unanimité des suffrages au nombre de 18.

En conséquence, M. le *Président* proclame M. *Demontzey* membre correspondant français pour le comité d'agriculture.

Nomination de membres. — Sont nommés membres de la Société : MM. *Marcadier*, mécanicien, à Paris; *Lion* (Auguste), fabricant de bijouterie, à Paris; *Féré*, propriétaire-jurisconsulte, à Paris; *Babey*, fabricant, à Saint-Pierre-lès-Calais; *Vuillemin*, administrateur des mines d'Aniche.

Paris. — Imprimerie de Madame veuve Bouchard-Huzard, rue de l'Éperon, 5;
Jules TREMBLAY, gendre et successeur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

78e année. Troisième série, tome VI. Septembre 1879.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

COMITÉ DES ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. BAUDE *sur un* SYSTÈME DE CHAUFFAGE DESTINÉ AUX VOITURES DE CHEMINS DE FER, *présenté par* M. Émile GUITARD, *constructeur*, 15, *rue Palestro, à Paris*.

Messieurs, M. Émile Guitard a adressé à la Société d'encouragement un Mémoire sur un procédé de chauffage des wagons de chemins de fer. Nous venons vous en rendre compte.

Les bases du système sont des bouillottes fixes placées sous les pieds des voyageurs, remplies d'eau, et amenées à une température voulue par la vapeur de la chaudière de la locomotive.

Chaque wagon est muni de deux tubes longitudinaux ou conduites de vapeur. Un seul suffit, mais M. Guitard le double, pour que les hommes d'équipe ne soient point préoccupés de l'attelage dans un sens ou dans l'autre.

Ces tuyaux sont réunis d'un wagon à l'autre par des conduites flexibles, vissées l'une à l'autre, et ils communiquent avec la chaudière qui les alimente de sa vapeur. Des chauffe-pieds incrustés dans le plancher du wagon, et remplis d'eau, sont ainsi chauffés et rechauffés, soit au repos, soit pendant la marche du train.

Ils reçoivent la vapeur par des tuyaux intérieurs criblés de trous, et ils communiquent entre eux par d'autres tuyaux à niveau supérieur, lesquels d'ailleurs vont se souder à d'autres qui, placés verticalement, montent jus-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'au sommet du wagon et sont en communication avec l'air extérieur pour éviter toute explosion.

Tel est le système proposé par M. Guitard. Si l'on consulte l'ouvrage si remarquable de M. l'ingénieur en chef Regray sur le chauffage des voitures, on se convaincra que les procédés que nous venons de décrire sommairement ne diffèrent pas sensiblement de ce qui a été expérimenté sur les chemins de fer des Charentes (1).

On peut donc appliquer au système de M. Guitard les critiques soulevées par les essais dont nous venons de parler, essais qui ont eu lieu pendant les hivers, du mois de novembre 1873 au mois de mars 1875.

La quantité de vapeur que le chauffage des wagons enlève à la chaudière est difficilement mesurable, à cause des variations de pression suivant le temps pendant lequel elle s'écoule ; mais elle est appréciable et devient une cause d'affaiblissement de la puissance de la machine. L'objection capitale se trouve dans l'attention que le réchauffage exige de la part du mécanicien. Il est dangereux de le distraire des soins qu'il doit donner à sa machine, de la surveillance constante qu'il doit exercer sur la voie qu'il parcourt, de l'observation rigoureuse des signaux auxquels il doit obéir.

Faisant sans doute allusion aux expériences des Charentes, M. Guitard pense que les essais entrepris jusqu'à ce jour, dans son ordre d'idées, ont échoué par suite de la nécessité où l'on était de ne pouvoir chauffer les trains qu'à une station d'arrêt, ce qui produisait des températures élevées au départ, et allant toujours en diminuant jusqu'au poste où l'on réchauffait de nouveau. Mais il oublie qu'aux Charentes, on a chauffé et l'on pourrait chauffer en marche tout aussi bien. Ce qui a obligé, dans les derniers essais, d'avoir des machines fixes à quelques stations pour chauffer les wagons, c'est que la plupart des trains étaient mixtes et que les trois ou quatre wagons de voyageurs, entrant dans la composition du train mixte, étaient fort éloignés de la machine : c'est une objection de plus contre l'emploi de ce système de chauffage.

La solidarité des wagons pour donner passage à un courant de vapeur est toujours un inconvénient, et aucune espèce de conduite flexible n'a résisté snffisamment à cette sujétion ; elle présente dans l'exploitation bien d'autres

(1) Voyez l'ouvrage de M. Regray, page 155 et planche XVII, ainsi que l'extrait qui en a été donné au *Bulletin*, 3e série, t. IV, p. 484 et cahier de *Janvier* 1879, p. 22.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

inconvénients que ceux du simple attelage du tender. Aux Charentes, la fusion et la désagrégation du caoutchouc étaient incessantes.

M. Guitard paraît attacher une grande importance à une disposition ayant pour objet de placer l'admission de la vapeur au-dessus du niveau d'eau des bouillottes et de la tuyauterie, de telle sorte que l'eau ne puisse faire retour dans les tubes de vapeur. Ne pourrait-on lui dire que, alors que la vapeur se condensera et fera le vide, l'eau remontera dans les tuyaux sous la pression atmosphérique, s'y gèlera en produisant les ruptures qui sont la conséquence de la congélation dans ces sortes d'appareils ?

Nous pouvons donc affirmer que les appareils de M. Guitard ont été condamnés aux Charentes. Ils ont aussi un inconvénient auquel on cherche à remédier au chemin de fer de l'Est, où l'on emploie, comme vous le savez, des chaufferettes fixes, au moins dans certains trains : c'est précisément à cause de cette régularité, de cette fixité du chauffage, qu'on se plaint d'avoir chaud d'une manière constante, de ne pouvoir repousser une chaleur uniforme de 60 degrés aux pieds, et cette perfection est pour plusieurs une cause de plainte. Ajoutons qu'elle n'a été accentuée que parmi les voyageurs de première classe.

M. Guitard, ancien constructeur de travaux de fumisterie, a fait établir un wagon, au tiers de la grandeur, où il exécute les dispositions que nous venons de décrire. Un générateur remplit les fonctions de la locomotive, et ceux qui visitent ces appareils peuvent se montrer satisfaits des résultats. Mais le succès de ces expériences sous la remise n'infirme en rien les objections graves que le système en lui-même suggère aux exploitants de chemin de fer.

La communication de M. Émile Guitard, suite de travaux sérieux chez ce constructeur, a l'avantage d'appeler l'attention sur une question importante qui n'est pas encore absolument résolue, bien que tous les wagons aujourd'hui aient leur chauffage pendant la saison d'hiver. C'est pourquoi votre Comité vous propose d'en conserver la trace par l'insertion du présent Rapport au *Bulletin* de la Société.

Approuvé en séance, le 14 décembre 1877.

Signé : Baude, *rapporteur.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LÉGENDE RELATIVE AU SYSTÈME DE CHAUFFAGE DES WAGONS DE M. GUITARD, REPRÉSENTÉ PLANCHE 103.

Fig. 1. Section longitudinale d'un wagon à voyageurs.

Fig. 2. Section horizontale au niveau des bouillottes.

a, bouillottes fixes.

b, tubes d'arrivée de vapeur.

c, tubes d'entrée de vapeur.

d, robinets de réglage posés sur les tubes *c*.

e, tubes supérieurs en communication avec les tubes *c*.

f, tubes traversant les bouillottes.

g, tuyaux établissant une communication directe entre les bouillottes.

h, tuyaux entourant les bouillottes.

i, tubes mettant les tuyaux *h*, et par conséquent les bouillottes, en communication.

j, tuyaux verticaux de communication avec l'air extérieur.

Il y a $0^{m},30$ de différence de niveau entre l'arrivée de la vapeur et le centre des bouillottes.

(M.)

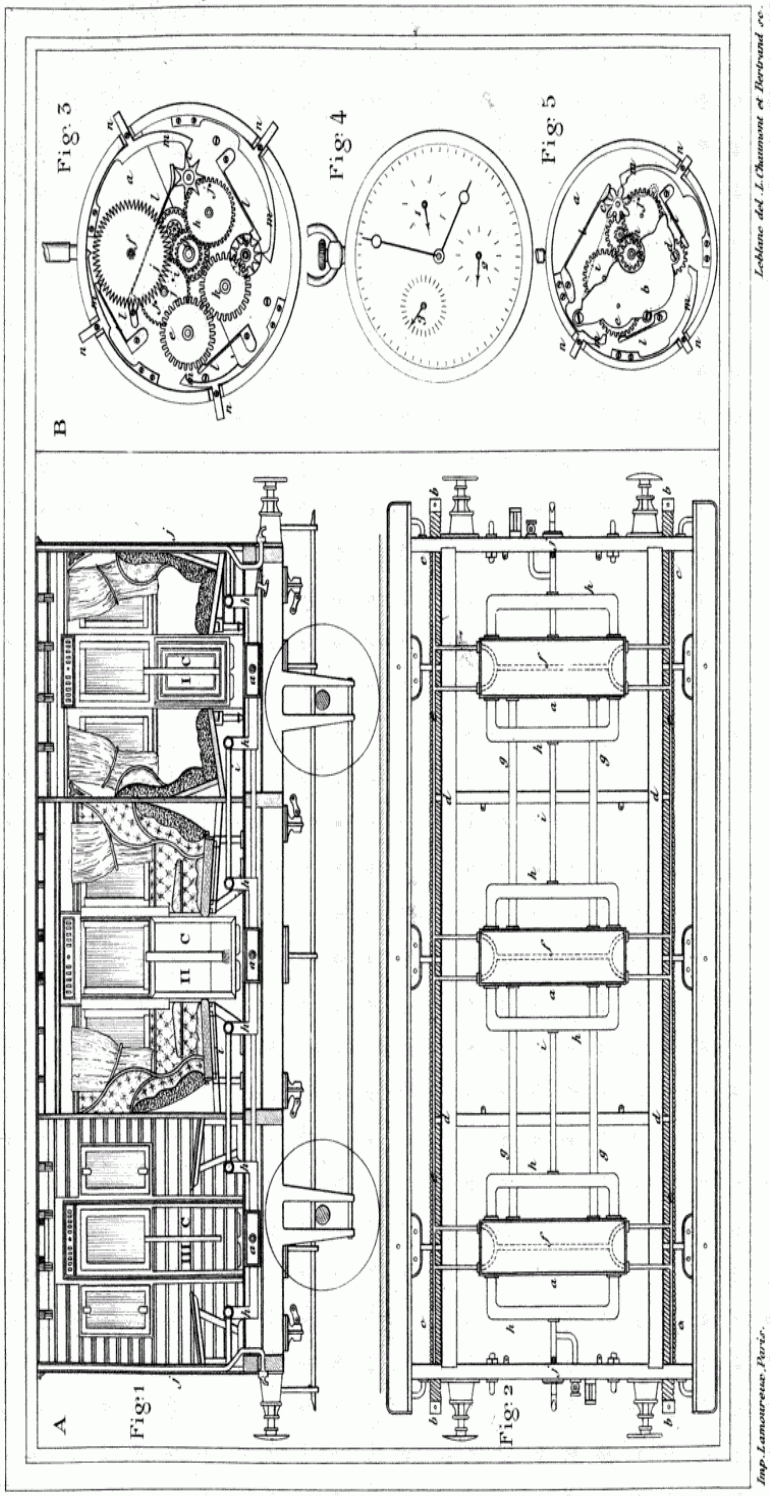
HORLOGERIE.

RAPPORT *fait par* M. le colonel GOULIER, *au nom du comité des arts mécaniques, sur les* QUANTIÈMES APPLIQUÉS AUX MONTRES, *présentés par M. Louis-Joseph* CROZET, *fabricant d'horlogerie, à Magland (Haute-Savoie).*

M. Crozet a présenté à la Société, six mouvements de montres dits de 19 lignes ($43^{mill.}$), et un mouvement dit de 14 lignes ($31^{mill.}5$), munis de quantièmes. Les montres sont, les unes à verre, les autres à savonnettes; plusieurs sont à cylindres, d'autres sont à ancres. Leurs quantièmes donnent, par des cadrans spéciaux tracés excentriquement sur le cadran principal, le nom du jour, la date du mois, le nom du mois et même, pour trois mouvements du grand module, les phases de la lune. En outre, deux d'entre eux présentent une trotteuse concentrique au cadran des mois.

Ces quantièmes ne sont pas plus perpétuels que tous ceux que l'on applique parfois aux montres; à la fin des mois de 30, 29 ou 28 jours, pour accorder les indications des aiguilles avec la réalité, il faut, par l'action d'une *poussette*, faire exécuter un, deux ou trois sauts à l'aiguille qui marque la date du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Lebland del. L. Chamouin et Bertrand scr.

Imp. Lamoureux, Paris.

A. CHAUFFAGE DES VOITURES DE CHEMINS DE FER, PAR M. GUITARD. — B. QUANTIÈMES APPLIQUÉS AUX MONTRES, PAR M. CROZET.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mois. D'autres poussettes sont d'ailleurs disposées pour permettre de faire sauter les aiguilles des autres cadrans quand, après un arrêt accidentel de la montre, on veut corriger leurs indications.

C'est surtout par la forme de ces poussettes, ainsi que par celle des dentures de conduite, que les quantièmes de M. Crozet diffèrent de ceux qui ont été exécutés jusqu'ici. Les poussettes ordinaires sont composées de trois pièces : une bascule, un pied-de-biche et un ressort. La sienne est constituée par une seule pièce élastique, fixée concentriquement à la platine et sur son bord; elle n'est pas exposée aux causes de dérangement qui affectent les autres. Les dents des roues de conduite ordinaires sont simplement taillées angulairement; celles de M. Crozet, au moins dans le petit module, sont arrondies, *après pivotage*, selon des courbes convenablement étudiées pour fatiguer peu le mouvement de la montre. Ce mode d'exécution des roues leur donne en même temps un centrage exact qui évite les accidents de marche auxquels exposent des roues mal centrées.

Ces perfectionnements principaux, combinés avec la substitution, aux virgules en acier si délicates et si fragiles que l'on emploie habituellement dans les quantièmes, de simples goupilles en laiton que l'on implante dans les roues et que l'on règle en les infléchissant (1), ont permis à M. Crozet d'appliquer des quantièmes pour une augmentation de prix de 20 à 30 francs (2) et en accroissant peu leurs épaisseurs, non-seulement aux montres de 19 lignes, mais encore aux montres de 14 lignes, auxquelles on ne pouvait adapter les mécanismes ordinaires qu'avec une difficulté extrême et à un prix très-élevé.

D'ailleurs, les simplifications du mécanisme permettent de faire réparer la montre par un horloger quelconque; tandis que la réparation des quantièmes ordinaires exige, de l'ouvrier auquel on la confie, une habileté et un savoir exceptionnels.

Ajoutons, encore, que les rouages de M. Crozet sont habilement disposés et bien exécutés, et que, dans les modèles récents, au lieu de tourner autour de simples broches plantées dans la platine, les roues sont montées à pivots tournant dans des trous qui sont percés dans cette platine et dans une bar-

(1) Cet emploi d'une goupille ne présente pas le même cachet de nouveauté que les deux autres perfectionnements.

(2) Par suite des difficultés spéciales, et en particulier, de celle que présente l'exécution de la fenêtre du cadran, en même temps que de l'emploi de l'or et de l'émail pour sa roue, le quantième avec les phases de la lune augmente le prix de 60 à 70 francs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rette qui recouvre le rouage. Cela prévient les dérangements et, en particulier, le désengrenage qui se produit parfois si facilement dans les quantièmes ordinaires.

Les perfectionnements, réalisés par M. Crozet, peuvent donc avoir pour effet de rendre plus fréquente qu'elle ne l'est maintenant l'application des quantièmes aux montres, application prisée par les voyageurs.

En conséquence, Messieurs, le comité des arts mécaniques à l'honneur de vous proposer de remercier M. Crozet de sa communication, et d'ordonner l'insertion, dans le *Bulletin* de la Société, du présent Rapport, accompagné des dessins et légendes nécessaires pour faire comprendre les dispositions avantageuses de ses quantièmes.

Signé : Goulier, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 14 décembre 1877.

Légende descriptive des quantièmes de montres de M. Crozet, représentés planche 103.

Les figures sont de grandeur naturelle ; les mêmes lettres y indiquent les mêmes objets.

Fig. 3. Quantième complet avec phases de la lune adapté à une montre dite de 19 lignes. Ses diverses roues tournent autour de broches implantées dans la platine.

Fig. 4. Esquisse du cadran de la montre dite de 14 lignes, montrant, outre le cadran principal, les trois cadrans de quantièmes.

Fig. 5. Quantièmes de la même montre. Ses roues sont à pivots et tenues par une barrette *b* qui les recouvre. Dans le dessin, on a déchiré cette barrette pour montrer le détail de certaines roues ; il faut supposer qu'elle se prolonge jusqu'à la ligne pointillée.

a, platine de la montre.

c, roue de 7, conduisant l'aiguille 1, fig. 4, qui indique les jours de la semaine.

d, roue de 12, conduisant l'aiguille 2 qui indique les mois.

e, roue de 31, conduisant l'aiguille 3 qui indique la date.

f, roue de 59, conduisant une double lune qui indique les phases à travers une fenêtre du cadran.

g, roue portant l'aiguille des heures et engrenant avec deux roues *h* et *i*, qui ont un nombre de dents double, et qui font chacune un tour entier dans vingt-quatre heures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

j, goupilles implantées dans ces roues, et qui, à chaque tour, font sauter d'une dent les roues de 7, de 31 et de 59.

k, roue engrenant avec la roue de 31, et ayant le même nombre de dents. Sur sa face inférieure, elle porte une goupille qui, à chacun des tours, fait sauter une dent de la roue *d*, de 12.

l, l, l, l, ressorts qui, par leur action, maintiennent en place, entre deux sauts consécutifs, les roues qui portent les aiguilles ou la lune.

Dans la fig. 3, ces roues sont taillées en étoiles; mais dans la montre de 14 lignes, fig. 5, les dents de ces roues sont arrondies après pivotage, selon des courbes convenablement étudiées pour que le saut puisse se faire, toutes les vingt-quatre heures, en fatiguant peu le mouvement de la montre. On distingue bien ces arrondis sur la roue de 7, *c*, fig. 5.

m, m, m, m, poussettes élastiques correspondant à chaque roue de quantième, et fixées chacune par deux vis, sur la périphérie de la platine.

En agissant sur leurs saillies *n, n, n, n* convenablement raccourcies, ou sur des boutons correspondants qui traversent le cercle de la boite de la montre, on peut faire sauter individuellement chacune des roues de quantième. (G.)

MOTEURS A GAZ.

NOTE SUR LE NOUVEAU MOTEUR A GAZ PERFECTIONNÉ DE M. OTTO (PL. 104).

Les moteurs à gaz, d'invention relativement récente, n'ont, par conséquent, pas une longue histoire.

Inventés il y a une quinzaine d'années par un français, M. Lenoir, lauréat de la Société d'encouragement (1), ils n'ont pas tardé à être copiés à l'étranger, mais sans présenter aucune modification importante, l'étincelle électrique étant toujours employée pour déterminer l'explosion du mélange de gaz et d'air.

Plus tard, à l'Exposition de 1867, un premier perfectionnement s'est fait connaître. MM. Otto et Langen avaient exposé un petit moteur, dans lequel l'explosion était produite par un bec de gaz restant constamment allumé à l'entrée de la chambre où se produisait le mélange, et n'étant mis en communication avec lui qu'au moment même de l'explosion. Ce perfectionnement n'était pas sans importance, car il supprimait l'emploi de l'électricité dont le fonctionnement ne peut être assuré que par une surveillance soignée de l'appareil producteur. Le moteur Otto et Langen, assez rudimentaire dans l'agencement de ses organes, et que le *Bulletin* a décrit (2), était

(1) Voy. *Bulletin* de 1864, 2e série, t. VIII, p. 577.
(2) Voy. *Bulletin* de 1874, 3e série, t. I, p. 167.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pourtant resté jusqu'ici dans le domaine des petits moteurs, c'est-à-dire ne fournissant qu'une force maxima de 3 à 4 chevaux, lorsqu'à l'Exposition de 1878, M. Otto seul en a présenté un nouveau, entièrement modifié, de la force de 15 chevaux, et qui a l'avantage de ne plus faire de bruit comme l'ancien, d'où le nom qui lui a été donné de *Otto's silent gaz engine* (machine à gaz silencieuse de Otto). Nous allons en donner la description d'après le journal anglais l'*Engineering*, dont nous reproduisons les dessins.

La construction, dans des conditions rationnelles, d'un bon moteur à gaz, avait toujours rencontré une difficulté capitale, celle de pouvoir utiliser sans perte l'action soudaine de l'explosion du mélange gazeux et de son expansion. Dans le moteur Otto et Langen, cette difficulté était déjà très-ingénieusement surmontée ; en effet, l'expansion se produisait dans un cylindre vertical, sous un piston entièrement *libre*, véritablement projeté en haut de sa course et redescendant ensuite en vertu de son poids et de la pression atmosphérique, en engrenant sa tige à crémaillère avec l'arbre moteur muni d'un volant. Malheureusement, si la solution était ingénieuse, l'exécution laissait à désirer sur bien des points, entre autres sur celui de cette tige à crémaillère, dont l'action produisait, comme on l'a dit plus haut, un bruit considérable.

Dans le nouveau moteur Otto, la solution est toute autre ; elle consiste dans l'idée qu'a eu l'inventeur de rendre l'explosion moins soudaine. Cet effet n'eût pas pu être réalisé avec l'ancienne machine, parce que le mélange d'air et de gaz était toujours aspiré et utilisé dans le cylindre à la pression atmosphérique, tandis que, dans la nouvelle, le mélange subit, après son admission, une certaine compression qui a pour résultat de diminuer la violence et la rapidité de l'explosion.

La planche 104 représente l'un des modèles de la machine Otto qui se trouvait à l'Exposition du Champ-de-Mars.

Fig. 1. Élévation longitudinale.

Fig. 2. Vue en dessus.

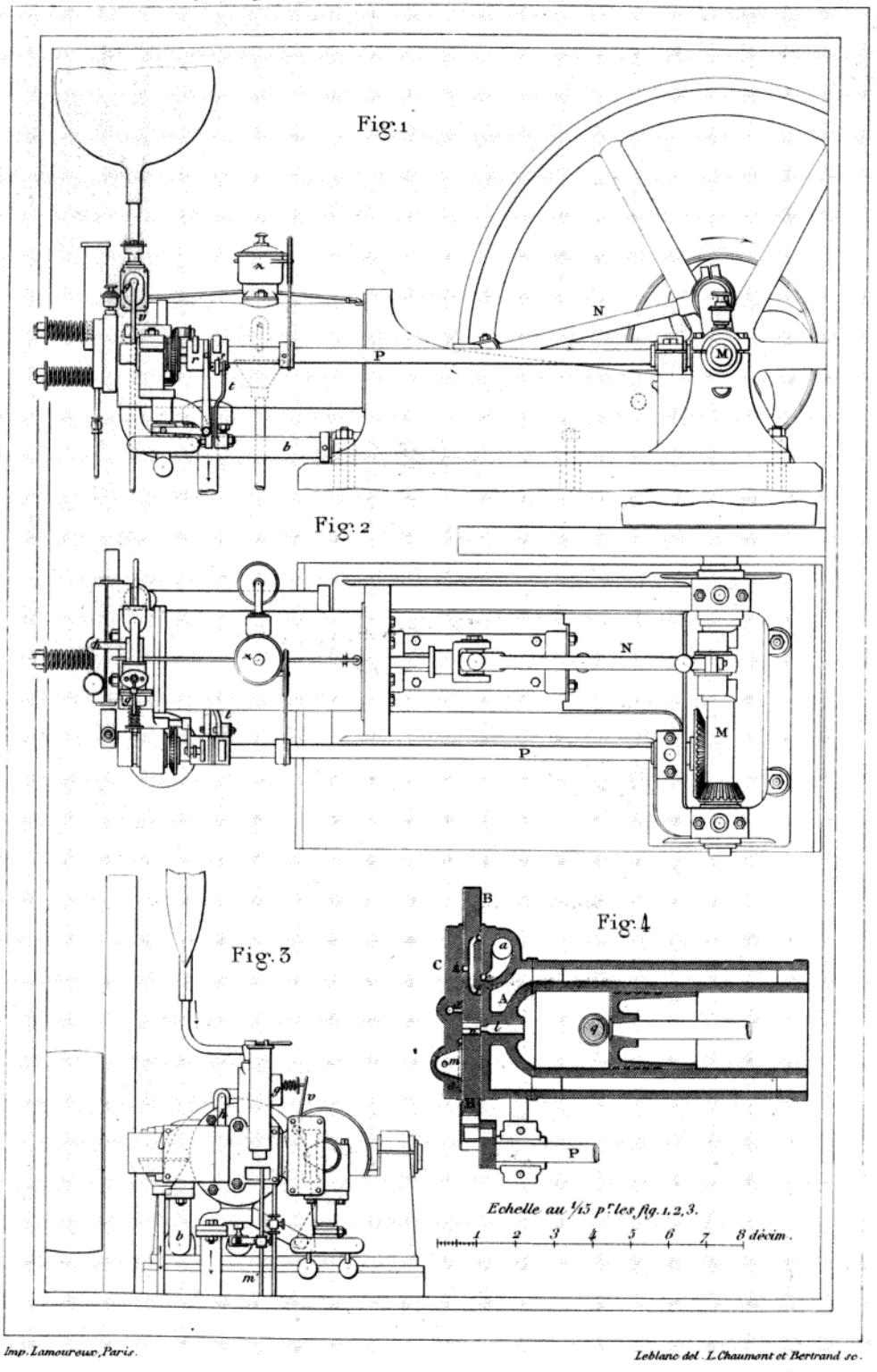
Fig. 3. Vue de bout.

Fig. 4. Section longitudinale du cylindre et du piston à une plus grande échelle que celle des figures précédentes.

Le cylindre est horizontal et à simple effet ; ouvert à son extrémité antérieure, il est disposé de telle sorte que les différentes phases du travail n'exigent pas moins, pour s'accomplir, de deux doubles courses (aller et retour) du piston. Voici comment l'opération a lieu :

Le piston, en faisant une première course en avant, aspire dans le cylindre le mélange d'air et de gaz à la pression atmosphérique (ce dernier en quantité déterminée) ; à son retour, il comprime ce mélange et le réduit à un peu plus du tiers de son volume primitif. A ce moment, l'inflammation a lieu ; l'expansion qui se produit chasse

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Imp. Lamoureux, Paris. *Leblanc del. L. Chaumont et Bertrand sc.*

MOTEUR À GAZ PERFECTIONNÉ, PAR M. OTTO.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de nouveau le piston en avant, tandis qu'au retour il refoule au dehors les gaz de la combustion et l'opération recommence à nouveau.

On voit donc que le travail de la machine comprend quatre phases bien distinctes : 1° l'aspiration du mélange gazeux, 2° la compression de ce mélange, 3° l'inflammation, 4° l'expulsion des gaz de la combustion ; et que le travail développé sur le piston n'a lieu que pendant le quart du temps qu'il met à accomplir ses deux doubles courses, travail qu'emmagasine immédiatement le volant.

La figure 4 montre le cylindre ouvert à son extrémité antérieure et muni, du côté opposé, d'un couvercle A, portant plusieurs ouvertures. Contre la face externe de ce couvercle, glisse un tiroir B maintenu par une plaque de recouvrement C, contre laquelle appuient deux ressorts en spirale, visibles sur les fig. 1 et 2.

Le tiroir B fonctionne comme suit : lorsque le piston, à son point de départ au fond du cylindre, va accomplir sa première course en avant pour aspirer le mélange explosif, le tiroir se trouve dans une position telle que ses deux lumières *i*, *i* se trouvent en face des ouvertures *e*, *l* du couvercle A, qu'elles mettent en communication. Au moment où le piston commence à partir, il aspire l'air qui arrive par le tuyau *b* (fig. 3) et l'ouverture *a* (fig. 4) du couvercle A ; en même temps, il aspire le gaz qui pénètre par le petit orifice *k* en communication avec le canal de lumière *i*, *i*, lequel orifice se trouve justement placé à ce moment en face de l'ouverture *x* de la plaque C, par où débouche le gaz amené par le tuyau *h* (fig. 3). L'admission du mélange gazeux étant ainsi faite et aussitôt interrompue par le jeu du tiroir pendant la course en avant du piston, celui-ci revient en arrière et, pendant cette période, le tiroir maintient fermée l'ouverture *l* du couvercle A.

m est une petite chambre, dans laquelle brûle en permanence un bec de gaz alimenté par le tuyau *m'* (fig. 3).

o est un tube qui donne passage à un petit courant de gaz, se rendant dans l'ouverture *n* pratiquée dans le tiroir.

Aussitôt que la seconde course en avant du piston commence, le tiroir amène l'ouverture *n* en face de *l*, et comme cette ouverture contient du gaz enflammé par le bec *m*, la combustion se communique par *l* au mélange explosif du cylindre et le piston est poussé en avant.

q est l'ouverture du cylindre par laquelle sortent les gaz de l'explosion, chassés par le piston lorsqu'il accomplit son retour en arrière.

Pour opérer les ouvertures et les occlusions que nous venons d'expliquer, le tiroir n'a besoin que d'aller et revenir une seule fois pendant les deux courses complètes du piston, ce qui est réalisé par le rapport des engrenages de la commande.

M, arbre moteur portant le volant et la poulie motrice.

N, bielle du piston.

P, arbre moteur du tiroir commandé par l'arbre M.

L'arbre P porte une came *r* qui, au moyen d'un levier *v* (fig. 1), ouvre périodique-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment une soupape g qu'un ressort maintient fermée et qui règle la quantité de gaz admise à chaque course du piston par le tuyau h (fig. 2 et 3).

Une seconde came s, manœuvrant un levier t (fig. 1), ouvre et ferme l'ouverture q par laquelle sortent les gaz de l'explosion.

Le cylindre est garni d'une enveloppe dans laquelle circule un courant d'eau destiné à empêcher que les surfaces ne s'échauffent.

z est un graisseur automatique servant pour le piston et le tiroir.

Depuis 1878, M. Otto a encore perfectionné son moteur, et cette année le concours agricole de Kilburn (Angleterre) en présentait un sortant des ateliers de MM. Crossley frères, de Manchester. Les figures suivantes le représentent en perspective vue de bout et vue longitudinale.

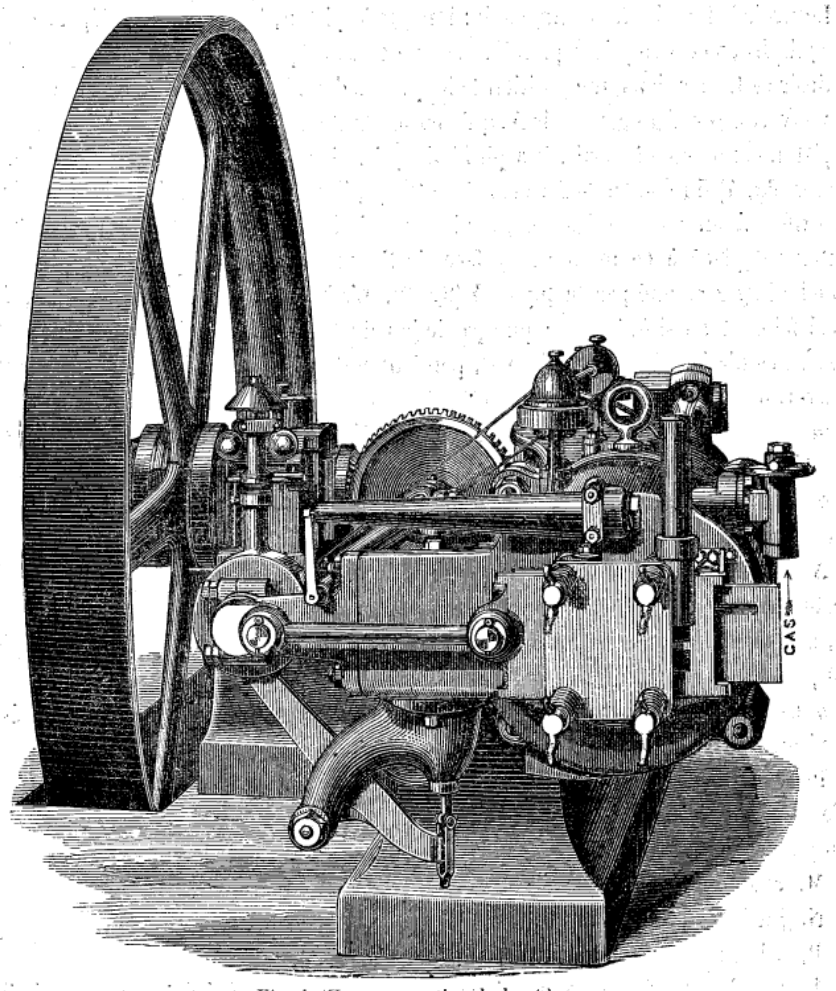


Fig. 1. (Vue perspective de bout.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

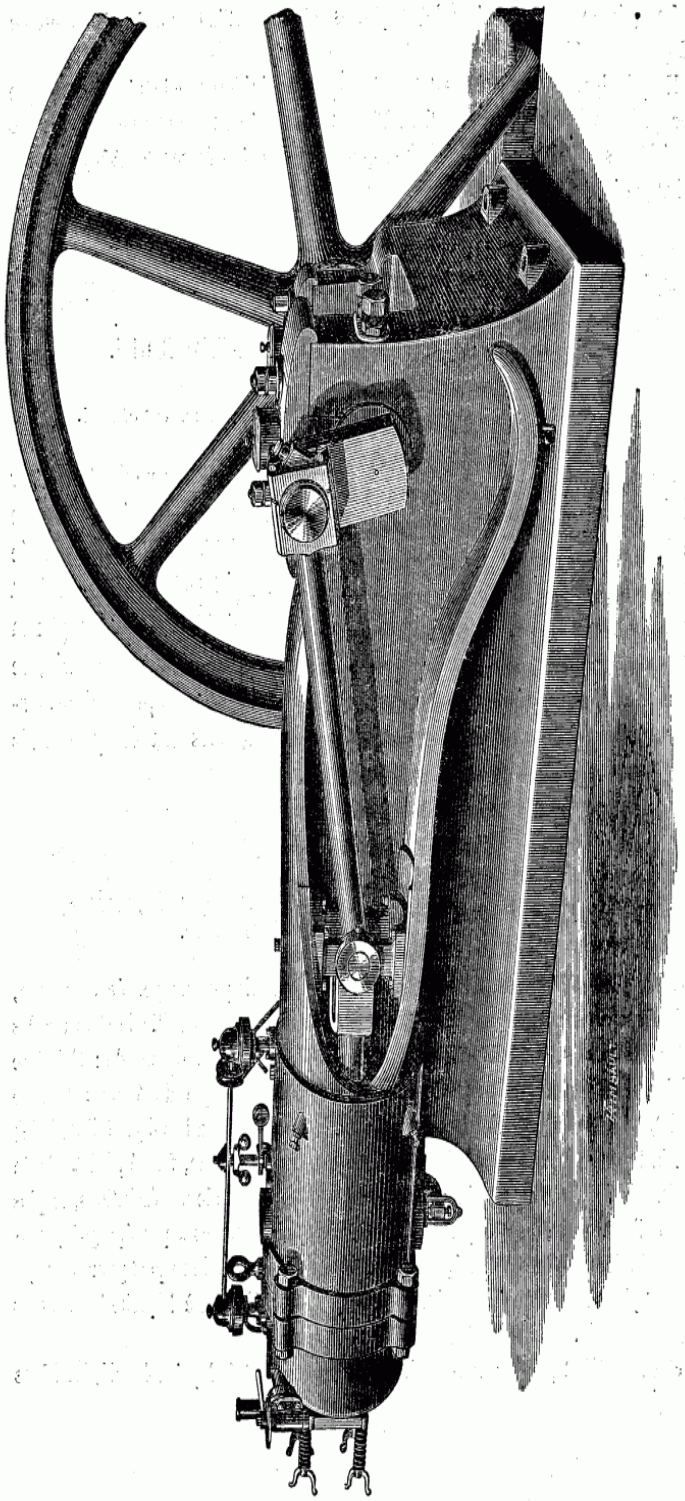


Fig. 2. (Vue perspective longitudinale.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le cylindre a un diamètre de 13 pouces (0^m,325), et la course du piston est de 18 pouces (0^m,45).

En principe, cette machine est la même que la précédente; elle n'en diffère que par quelques détails de construction. Elle est de la même force et a montré, par des expériences suivies, qu'elle ne dépense que 21 pieds cubes de gaz (0^{m3},590) par cheval et par heure.

(M.)

ECOLE CENTRALE DES ARTS ET MANUFACTURES.

CÉLÉBRATION DU CINQUANTIÈME ANNIVERSAIRE DE SA FONDATION.

Dernièrement, l'École centrale des arts et manufactures voulant célébrer le cinquantième anniversaire de sa fondation et honorer en même temps le seul survivant actuel de ses fondateurs, l'illustre Président de son conseil de perfectionnement, M. Dumas, a donné une fête au palais du Trocadéro, dont M. le Ministre de l'agriculture et du commerce avait bien voulu accepter la présidence. Là, en présence des notabilités de la science, de l'industrie, de la finance et d'une foule d'ingénieurs représentant toutes les promotions sorties de l'Ecole depuis sa fondation, plusieurs discours ont été prononcés dont nous reproduisons les deux principaux.

Discours de M. Dumas.

de l'Académie française, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, Président du conseil de perfectionnement de l'École centrale.

« Il y a cinquante ans, quatre jeunes hommes, réunis par une pensée commune, élaborée dans un long recueillement, annonçaient l'ouverture de l'École Centrale des Arts et Manufactures. Trois d'entre eux ont déjà disparu de ce monde : Théodore Olivier, sorti de l'École Polytechnique, le plus fidèle disciple de Monge; Eugène Péclet, élève de l'École Normale supérieure. le créateur de la Physique industrielle; Martin Lavallée, enfin, le premier Directeur de l'École Centrale, formé par l'étude du Droit. Héritier de leurs doctrines, exécuteur testamentaire de leurs résolutions, le plus jeune d'entre eux, oublié par la faux du Temps, qui ne les a pas épargnés, vous demande de réserver vos témoignages de reconnaissance et de respect pour ceux qui ne sont plus et dont l'âme attentive veille toujours sur l'œuvre à laquelle leurs noms restent attachés.

« A nos débuts, si l'on nous avait dit : « Un demi-siècle à peine écoulé, les élèves

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de l'École Centrale l'auront rendue célèbre; de grands travaux exécutés sur leurs plans leur auront mérité l'estime universelle; d'innombrables usines, fondées de leurs mains ou perfectionnées par leurs soins, occuperont les premiers rangs de l'Industrie nationale; ils auront pris dans toutes les directions de l'activité sociale des places d'élite, et vous verrez des milliers d'ingénieurs se presser autour de leurs maîtres pour proclamer les bienfaits de cette École, leur mère, devant une noble assemblée, touchée de la plus vive sympathie pour leur filiale émotion ! peut-être croyez-vous que nous eussions considéré comme un rève, ce tableau réalisé sous nos yeux? »

« Détrompez-vous ! Si la Providence a permis que l'un des quatre fondateurs de l'École ait vécu assez longtemps pour assister au complet épanouissement de l'œuvre commune, c'est qu'elle le destinait sans doute à témoigner en ce jour de la confiance qui nous animait alors et surtout à montrer que l'entreprise lui doit son heureuse fortune. Il fallait que, plein des souvenirs de sa jeunesse, il eût le droit d'affirmer devant vous que, le but étant marqué, la méthode, la discipline, le plan étant arrêtés, l'École Centrale, avant de naître, avant que le premier de ses élèves en eût franchi le seuil, avait fonctionné devant nous, avec une réalité si absolue, qu'au moment de l'exécution, le but poursuivi était resté le même et que rien n'avait été changé, ni à la méthode, ni à la discipline, ni au plan général. Ce qui devait se passer à l'intérieur de l'École, nous l'avions préparé ; ce qui attendait les élèves dans le monde, nous l'avions prévu : nous avions la foi.

« Malgré la révolution de 1830, qui dispersait notre premier troupeau, malgré le choléra de 1832, qui venait troubler les examens de sortie de notre première promotion, malgré les émotions politiques qui agitèrent longtemps Paris à cette époque, notre confiance dans l'avenir resta toujours entière, inébranlable : nous avions la foi.

« C'est par elle que les fondateurs de l'École ont entraîné leurs collègues de l'enseignement, les familles, la jeunesse, l'Industrie, les pouvoirs publics, dans ce mouvement opportun, parti modestement de l'initiative privée, dont les puissants effets ne se sont pas fait attendre et qui est loin encore d'être parvenu à son terme, quoique ce qui était germe alors, soit devenu maintenant un arbre aux racines profondes et à la vaste ramure.

« Pendant le blocus continental, l'Industrie française s'était irrégulièrement développée. Malgré des efforts extraordinaires d'invention et même de génie, elle se trouvait, au moment de la paix, dans un état d'infériorité manifeste en face de l'Industrie anglaise. Les vastes établissements, les entreprises hardies du Royaume-Uni excitèrent une dangereuse émulation dans notre pays ; les premiers essais furent malheureux : on avait trop littéralement copié l'Angleterre. L'esprit d'association en fut déconcerté ; l'Industrie française, découragée, menaçait de rester stationnaire, pendant que l'Industrie anglaise, confiante, continuait à prendre un large essor, favorisée par le com-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bustible et le fer à bas prix, par les capitaux abondants et par le marché du monde entier ouvert à son commerce.

« Eh bien, les fondateurs de l'École Centrale n'hésitèrent pas : « L'industrie anglaise se trompe, disaient-ils : dans ses fourneaux, elle abuse du combustible ; dans l'établissement de ses machines, elle n'épargne ni le fer ni la fonte ; elle lance ses capitaux dans des spéculations téméraires, que le succès ne justifie pas toujours. Ecartons de l'Industrie française les dangers auxquels l'expose une imitation servile des prodigalités de sa voisine ; apprenons-lui à tirer meilleur parti qu'elle de la houille, de la fonte et du fer, à respecter les habitudes prudentes de notre commerce ; à obtenir le maximum d'effet avec le minimum de force, le maximum de produit avec le minimum de dépense. Profitons des années accordées à la protection qui abrite encore notre Industrie et donnons-lui le pouvoir de résister au choc qu'elle subira tôt ou tard en face de la concurrence étrangère. »

« Fallait-il s'occuper surtout de l'éducation des ouvriers et laisser à la sélection naturelle le soin de faire surgir du milieu d'eux des chefs capables de les conduire ? Telle ne fut pas notre pensée. L'expérience en était déjà faite.

« Reportons-nous à ces temps éloignés et rappelons-nous, en effet, comment étaient fondées ou dirigées la plupart des entreprises industrielles. Pour quelques rares ingénieurs sortis de l'École Polytechnique, d'anciens militaires fatigués de leur inaction, des banquiers cherchant un placement à leur capitaux, des hommes d'affaires, des propriétaires d'usines, préparés par l'étude du Droit, voilà en quelles mains se trouvait la direction apparente de nos manufactures, gouvernées réellement par quelques contre-maîtres intelligents, mais sans instruction. Combien de causes d'insuccès, de ruine, combien de désastres !

« Les chefs de ces grandes entreprises qui emploient des machines puissantes ou complexes étaient, pour la plupart, étrangers à la science de la Mécanique ; la conduite de ces vastes fourneaux qui dévorent d'immenses quantités de combustible était le plus souvent confiée à des personnages qui n'avaient jamais abordé l'étude de la chaleur ; à toute heure, le verrier, le potier, le teinturier, l'imprimeur en étoffes faisaient de la Chimie, mais, hélas ! presque toujours de la Chimie sans le savoir.

« En vain la nature des choses mettait à chaque instant des phénomènes pleins d'intérêt devant des yeux que l'esprit scientifique n'avait pas ouverts à la lumière, l'esprit de routine régnait en maître dans les ateliers. Tandis que, malgré les erreurs et les fautes commises par les imitateurs malheureux de la Grande-Bretagne, on entendait répéter partout qu'il fallait se défier des théoriciens, que la pratique seule méritait la confiance, et qu'en Angleterre, l'Industrie, si brillante et si prospère, ne connaissait que des praticiens, nous eûmes le courage de nous écrier : Donnons des chefs à l'Industrie française, et ces chefs sauront lui fournir des soldats !

« Où en serions-nous si ces idées n'avaient pas prévalu ? Ceux qui sont assez âgés

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour avoir pu comparer les deux Expositions françaises de 1829 et 1878, peuvent seuls s'en faire une juste idée.

« En 1829, la plus choquante inégalité entre les mérites; pour quelques expositions irréprochables, une foule de produits accusant l'ignorance des producteurs : des machines dont les organes n'avaient pas été étudiés; des appareils qu'un calcul rigoureux n'avait pas contrôlés, des poteries ou verreries privées des couleurs brillantes et variées que l'Angleterre et la Bohême employaient déjà d'une main habile.

« En 1878, ce qui frappait les regards les moins attentifs, c'était le niveau général élevé de tous les produits, comme si un souffle généreux s'était répandu sur l'ensemble de l'exposition française. Nulle défaillance; la précision, l'ingéniosité, le goût se réunissant pour répondre à tous les besoins et pour satisfaire tous les caprices; des machines formidables dont on admirait, avec une sorte de respect, la fière allure, la marche imposante, la précision incomparable et la sévère beauté; des appareils complexes dont le jeu s'accomplissait avec un ordre, une régularité et une juste dépense de forces, rappelant la sagesse observée par la nature elle-même dans l'économie des êtres organisés; des métaux se pliant à tous les besoins de la vie et à toutes les exigences du luxe; la Céramique et l'art du verrier réunissant la pureté de la matière et la suavité de la forme, à la splendeur de la décoration.

« Voilà ce que l'Industrie française était devenue en moins d'un demi-siècle, et si l'École Centrale, personne n'en doute, avait pris une large part à cette heureuse transformation, c'est que dès son début, proclamant une méthode, elle avait dit : « La Science industrielle est une et tout industriel doit la connaître dans son ensemble; elle embrasse l'étude de la matière et celle des forces; c'est-à-dire l'étude de tout ce qui pèse, de tout ce qui vibre, de tout ce qui se meut. »

« Les temps étaient changés. Il ne s'agissait plus de commander à des ouvriers travaillant de leurs mains, qu'un sens droit, une volonté ferme, le don de la persuasion ou le sentiment de l'autorité suffisaient à diriger. Mais que faire de ces qualités morales, si nécessaires à tout conducteur d'hommes, lorsqu'on se trouve en face d'une machine à vapeur? C'est en vain que vous lui ordonneriez de ménager son combustible, que vous la prieriez d'accélérer ou de ralentir ses mouvements. Il faut pour la gouverner que la Physique vous ait fait connaître quel régime convient à ses poumons enflammés par la houille; que la Mécanique vous ait appris quelles lois président au jeu de ses muscles de fer et d'acier. A l'étude de l'homme, a succédé celle des machines; à la connaissance d'un être flexible, intelligent et libre, celle d'un mécanisme rigide, inconscient et fatal. Guider des ouvriers et ignorer les lois de la nature humaine, c'est s'exposer à tous les mécomptes, aux grèves, aux révoltes, au déchaînement des passions; conduire des machines et ignorer les principes de la Science, c'est se préparer aux explosions, aux incendies, aux catastrophes, à la ruine. Les études littéraires ou philosophiques, faites pour l'ancien industriel conducteur d'hommes, ne suffisent plus au moderne industriel, commandant à des machines et tenu de s'en faire obéir.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Non assurément que l'industriel puisse dédaigner ces qualités morales, cette justesse de l'esprit, et ce bon sens rare qui constituent l'administrateur ! Mais, à ces titres à la confiance, il doit joindre une connaissance exacte des principes scientifiques dont ses ateliers, véritables laboratoires de Mécanique, de Physique et de Chimie, font un continuel et vaste emploi.

« Celui qui le premier, rencontrant un morceau de charbon de terre, constatait qu'il brûle avec flamme, faisait œuvre de naturaliste et ne se doutait pas combien on déploierait d'efforts et de talents pour ramener à la surface du sol ce trésor enfoui dans ses profondeurs. Percer des puits pour atteindre les couches minérales, ouvrir des galeries qui en permettent l'extraction, se diriger à l'aide de la boussole et d'une géométrie sûre à travers les massifs du terrain, épuiser les eaux, renouveler l'air, remonter la houille des profondeurs à la surface, et, pour ces opérations qui ne connaissent pas de repos, créer et mettre en mouvement des chevaux de vapeur comptés par milliers, voilà le rôle de l'ingénieur.

« Un curieux survient et reconnaît que cette houille, chauffé dans un tube de fer, dégage un gaz inflammable et lumineux ; le principe de l'éclairage au gaz est découvert ; mais de là, à son application à une ville comme Londres ou Paris, quelle distance ! La houille sortant de la mine, chargée sur des wagons, après quelques centaines de kilomètres de route, viendra tomber en face des fours rangés en bataille où doit s'en opérer la distillation. Le gaz qui s'en dégage sera recueilli dans ces cloches de tôle énormes qu'on voit s'élever pendant le jour et s'abaisser pendant la nuit, comme un vaste poumon qui s'emplit d'air et qui se vide. Une canalisation immense pénétrera dans tout le parcours de la voie publique ; des becs répandus de toutes parts, éclaireront les rues et les habitations ; des vérificateurs mesureront à chaque heure le pouvoir éclairant du gaz. Est-ce tout ? Non. Le coke, résidu de ces opérations, s'accommodera au besoin de l'économie domestique ; le goudron qu'elles délaissent servira au bitumage des trottoirs ; les sels ammoniacaux qui en proviennent seront mis à la disposition de l'Agriculture et convertis en blé ; les huiles infectes condensées dans le trajet du gaz deviendront la base de la fabrication d'un puissant antiseptique, l'acide phénique ; d'une matière explosive redoutable, le picrate de potasse, et de celle des couleurs si pures et si brillantes adoptées par la mode, qui désolent les producteurs de garance, de cochenille et d'indigo !

« Voilà ce que sont devenus entre les mains du Génie civil ce morceau de charbon de terre découvert il y a de longs siècles, et cet éclairage au gaz, inventé de nos jours par notre compatriote Lebon. Pour donner leur dernière forme aux industries qui en sont nées, il a fallu les Ingénieurs les plus habiles, les Savants les plus pénétrants, les Administrateurs les plus consommés, donnant à ces créations, par leurs soins réunis, le concours de la science industrielle, dans sa vaste unité, telle que l'ont comprise les créateurs de l'École centrale.

« Au moment où cette École ouvrait ses portes, la puissance de la chaleur tendait à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

remplacer la puissance musculaire de l'homme. Cette transformation, Péclet la préparait par ses leçons, où il savait si bien unir la science du physicien aux idées pratiques de l'industriel. Pendant que Sadi Carnot, devançant son siècle, mettait hors de doute la possibilité de transformer la chaleur en force mécanique, la force mécanique en chaleur, l'École centrale, bien inspirée, plaçait au premier rang l'étude de la vapeur, celle des foyers qui la produisent ou des machines qui la consomment, et la marche des fourneaux industriels. Dans quelle proportion l'influence de ses élèves, se répandant à travers les usines et y propageant les saines doctrines de leurs maîtres, n'a-t-elle pas contribué à réduire la consommation de la houille, ce pain de l'Industrie, à multiplier, sans dépense nouvelle, le nombre d'hommes que son travail représente?

« Quels effets n'a-t-on pas obtenu d'un meilleur calcul des formes assignées aux divers organes des machines et d'une plus sage appréciation de la résistance à réclamer de leurs matériaux? L'enseignement de l'École centrale avait tout à créer sous ce double rapport. Donner aux pièces des machines la force nécessaire, sans la dépasser; assigner à leurs articulations des mouvements réglés par une géométrie savante, se transmettant doucement et sans bruit comme ceux de nos propres membres, tel était le but signalé par Poncelet et Olivier. Si notre cœur est satisfait de ne plus entendre les gémissements de l'homme que la machine remplace, notre raison exige que, silencieuse dans la marche, celle-ci ne trahisse aucun effort inutile par ses grincements ou ses chocs.

« Le travail grossier effectué par la vapeur ou plutôt par la houille, l'ouvrier n'est plus une machine obéissant à une intelligence : il devient une intelligence à laquelle une machine obéit. Mais faut-il qu'à chaque mouvement qu'elle doit exécuter, il aille mettre la main sur elle pour la diriger? Non! L'électricité intervient à son tour, et, si la chaleur avait pour mission de se substituer à la puissance musculaire, l'électricité prend la place de la puissance nerveuse. Ses ordres envoyés à distance, provoquent le départ des mécanismes les plus puissants ou les plus délicats, déterminent leur arrêt, accélèrent ou ralentissent le jeu de leurs organes. Avec la force déployée par l'aile d'une mouche, elle commande à des monstres de métal. Placé sur son banc de quart et laissant au repos son porte-voix inutile, le capitaine d'un vaisseau cuirassé, en touchant du bout du doigt un bouton imperceptible, pourra faire bondir trois mille chevaux de puissance, lancer en avant son navire, le faire évoluer, le diriger en tous sens, et se croire, nouveau Neptune, maître et vainqueur des flots, en voyant l'immense forteresse qu'il commande, obéir sans intermédiaire à sa pensée.

« Économiser les forces de l'homme, ennoblir sa tâche, demander moins à ses muscles et davantage à son intelligence, tel a été, depuis la création de l'École centrale, l'objet poursuivi par ses professeurs, et tel il restera.

« Dans la nature, rien ne se perd, rien ne se crée. L'École centrale a fait pénétrer cette vérité dans tous les ateliers. Que vous alliez dans les forges ou dans les raffineries de sucre, dans les usines maniant les métaux précieux ou dans les fabriques d'engrais,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

partout vous trouverez désormais l'analyse chimique donnant la balance exacte entre les éléments entrés et les éléments sortis de la manufacture. Les pertes ont disparu : rien ne doit se perdre ; les produits sont devenus réguliers : tout doit se retrouver ; d'immenses économies ont été réalisées, et la comptabilité chimique a pris la sûreté de la comptabilité financière elle-même.

« L'étude des matières naturelles et celle de leurs modifications, la connaissance des forces et celle de leurs transformations, les cours de Mécanique, de Constructions, de Chemins de fer et d'Art des mines constituent un ensemble représentant un dépôt de connaissances positives qu'un même esprit scientifique domine et réunit. C'est un véritable arsenal, dans lequel les ingénieurs sortis de l'École trouvent disposées toutes les armes nécessaires aux luttes qui les attendent. Une gymnastique soutenue les a préparés, d'ailleurs, à s'en servir, et les projets nombreux qu'ils doivent fournir les ont accoutumés à mettre en mouvement, au profit de l'invention, les trésors de savoir confiés à leur mémoire. La géométrie, l'observation, l'expérience, l'imagination, cette compagne nécessaire de la Science, tout est donc mis en mouvement pour donner à l'esprit de l'élève la souplesse que sa main elle-même est tenue d'acquérir dans les exercices du dessin.

« Quelle fut la joie des fondateurs de l'École centrale lorsque, à travers tous les obstacles qui s'accumulaient sous leurs pas pendant les premières années de son existence, il leur fut permis de constater qu'en suivant exactement leur plan et qu'en appliquant sans dévier leur discipline, ils avaient formé des hommes destinés à un grand avenir ! On vous dira tout à l'heure ce que, avec le temps, l'École est devenue. Pour moi, comme il convient à un vieillard retournant avec complaisance aux jours de sa jeunesse, j'aime à la considérer à son berceau, à évoquer les noms des élèves de ses trois premières promotions : Pétiet, l'illustre directeur du chemin de fer du Nord ; MM. Mathias et Loustau, qui ne l'ont jamais quitté, et qui ont gardé sa forte tradition ; MM. Thomas, Callon, Alcan, devenus professeurs, demeurés industriels, dont le génie inventif savait tourner au profit de leurs élèves les observations fournies par l'atelier, et reporter avec bonheur dans la pratique les conceptions, inspirées par leurs propres leçons ; Chevandier, à qui ses études sur la végétation des forêts avaient assigné une place près de l'Académie des sciences ; M. de Fontenay qui, à peine sorti de l'École, transformait l'industrie des cristaux, en créant en France la verrerie colorée, peinte ou décorée, devenue aujourd'hui l'objet d'un immense commerce ; M. Noblot, qui a pris un rang si distingué dans l'industrie des tissus.

« Ne vous y trompez pas, la destinée future de ces élèves d'élite français ou étrangers, était écrite déjà sur les registres de l'École avant qu'ils en fussent sortis. Vous serez professeur ! avait-on dit au jeune Bineau, dès son premier examen ; vous serez administrateur ! prédisait-on à Pétiet, en jugeant son Mémoire de concours ; vous honorerez votre pays, ajoutait-on en s'adressant à M. le sénateur Vasquez y Queipo, que l'Espagne nous enlevait avant le terme de ses études. Nous avions créé non-seulement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des ingénieurs, des esprits ouverts, mais des hommes, et ces hommes nous aimaient comme nous les aimions. Ce fut notre première et notre meilleure récompense.

« Sûre d'elle-même, l'École a poursuivi sa destinée sans bruit, sans publicité, laissant parler ses œuvres et se confiant à la solidité de sa méthode. Après cinquante ans, pour la première fois, elle se montre au grand jour, un peu troublée, car elle sort de ses habitudes modestes ; doucement émue, cependant, car ces manifestations, ce n'est pas elle qui les a voulues, ce sont ses enfants qui en ont eu la pensée, des enfants reconnaissants, accourus de toutes parts, pour fêter une mère commune.

« Fille de l'École polytechnique, formant comme elle des ingénieurs, mais les préparant pour les carrières libres de l'Industrie, il s'est trouvé, cependant, que le Ministère des Travaux publics s'en est fait des auxiliaires indispensables pour l'établissement des voies de fer et que le Ministre de la Guerre a pu mettre leur patriotisme à profit dans le service des armes savantes.

« Il y a dans l'histoire de l'École centrale trois dates remarquables : sa fondation, sa concession à l'État, sa nouvelle installation.

« Elle n'eût jamais été fondée, si le libre esprit de M. de Vatimesnil, Ministre de l'Instruction publique, n'avait su faire fléchir les rigueurs du régime universitaire en faveur de ce premier établissement d'enseignement supérieur ouvert par l'initiative privée. Elle n'eût pas obtenu l'attention des familles et provoqué l'élan de la jeunesse, si Chaptal, Thenard, Arago, Brongniart, Laffitte, Casimir Périer, Ternaux n'avaient inscrits leurs noms éclatants et respectés sur le pavillon qui portait les nôtres, alors presque ignorés. Elle eût succombé devant les rigueurs de ses débuts, si le Conseil général des manufactures, si la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, si la Ville de Paris et la Chambre des députés ne lui avaient, tour à tour, tendu leurs mains secourables. Ce sont là des dettes bien anciennes, mais les ans n'en ont effacé dans mon cœur ni le souvenir, ni le prix, ni la reconnaissance.

« L'École centrale eût-elle survécu à la mort de ses fondateurs, si la libéralité de son premier directeur, M. Lavallée, en pleine harmonie avec leur prévoyance, ne lui avait préparé un long avenir, en la donnant à l'Etat et en obtenant, pour prix de cette concession, l'entière conservation de sa constitution intérieure? On ne sait. Elle pouvait, en effet, mourir d'inanition pendant les années de sa jeunesse ou dépérir lentement, plus tard, si les forces de l'État n'avaient pris la place des forces éteintes de ses fondateurs disparus ou épuisés. Aujourd'hui, menacée de pléthore, elle étouffe dans un espace trop étroit pour sa vigueur ; l'air et la lumière lui manquent à la fois. La Ville de Paris et le Ministère de l'Agriculture veulent que son installation future soit mise en harmonie avec la grandeur de ses services, la gloire de son passé, les promesses de son avenir. La dette qu'elle contracte envers ces deux Pouvoirs, elle saura la payer en dévouement envers les jeunes esprits que lui confieront Paris et la France. Ses élèves croîtront en nombre et se fortifieront en talents pour répondre à leur générosité et aux besoins nouveaux de l'industrie. Nourris d'une science forte, disciplinés à un travail

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

assidu, voués au culte du vrai, comprenant la splendeur du beau, pleins de respect pour leur diplôme, de reconnaissance pour leurs maîtres et de dévouement à la Patrie, ils marcheront, en temps de paix, comme leurs aînés à la conquête de la nature, au grand profit de la civilisation. Vienne le péril, comme leurs aînés aussi, ils mettront au service de l'armée leur savoir et leur intrépidité.

« Parvenu au terme d'une longue carrière, consacrée, dans la mesure de mes forces, à la Science et au Pays, je salue avec bonheur ces vaillants champions de l'Industrie, vieillis dans la lutte, cette jeunesse ardente qui se prépare à les seconder ou à les remplacer, et contemplant réunis pour la première fois dans une même enceinte les représentants de cinquante promotions, venant fêter les noces d'or de l'École en pleine prospérité, je puis dire, au nom des fondateurs de l'École et au mien : Notre tâche est accomplie, ma vie est achevée. »

Discours de M. de Comberousse,

professeur à l'École centrale des arts et manufactures et membre du Conseil.

« Mesdames, Messieurs, j'ai besoin de toute votre indulgence : parler après l'illustre Secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences est un écueil, et le sujet si vaste dont on a bien voulu me charger présente des difficultés dont je serais effrayé si je n'osais compter sur votre bienveillance.

« L'histoire de la fondation de l'École centrale vient de se dérouler magistralement devant vous. Je dois maintenant esquisser les conditions et les progrès de son enseignement.

« Il semble que ce soit là une page bien aride à mettre sous vos yeux, pour vous surtout, Mesdames, qui nous avez fait l'honneur d'accourir à cette solennité. Vous avez désiré, et nous vous en remercions, prendre virilement votre part de ces hautes questions, et ne pas abandonner vos maris, vos frères, vos enfants, sur le seuil de l'École qui leur a donné leurs connaissances professionnelles et leur marque distinctive. En regardant autour de moi, n'est-ce pas, en effet, l'École centrale tout entière que j'aperçois ? Ici, les jeunes générations qui nous sont confiées ; là, les anciens élèves qui nous rendent témoignage au dehors ; plus près, ceux dont l'avenir de l'École dépend et qui s'apprêtent à le lui assurer plus prospère et plus utile encore ; partout, enfin, des amis de la première ou de la dernière heure.

« C'est ce grand mot d'amitié qui me rassure. Et puis, autre chose encore. Sous les détails dont je vais vous fatiguer malgré moi, des questions vitales sont en jeu. Elles touchent à ce qu'il y a de plus grave aujourd'hui pour notre pays, aux conditions nouvelles de l'Instruction et de l'Éducation.

« La Science, on vient de vous en faire un magnifique tableau, la Science pénètre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de plus en plus l'Industrie ; et l'Éducation classique tend à se transformer, non pas au point de vue de l'abandon des connaissances littéraires, toujours si indispensables, mais au point de vue de l'introduction, plus réfléchie et mieux préparée, des connaissances concrètes et positives. Ce mouvement ne peut rendre que plus haute et plus évidente la mission de l'École centrale.

« Mais j'aborde mon sujet. En le parcourant, je rencontrerai les noms de nos Maîtres et de nos amis ; je serai heureux de m'arrêter devant eux et de les rappeler à votre souvenir, non pas banal, mais ému et reconnaissant. Car l'homme qui monte dans une chaire colore son enseignement de son esprit et de son cœur. C'est pour cela que le Livre ne suffit pas : pour illuminer l'élève, il faut le Verbe du professeur.

« Quand on examine un peu attentivement les programmes des grandes Écoles scientifiques et techniques, on discerne, comme pôles de cet enseignement, la Mécanique à une extrémité, la Chimie à l'autre. Les sciences intermédiaires leur empruntent à toutes deux plus ou moins.

« Prenons, par exemple, la construction des machines. Elle se fonde sur la Mécanique pour le tracé des organes qu'elle met en jeu, pour la résistance des materiaux qu'elle emploie, pour la forme et les dimensions qu'elle doivent recevoir. Elle interroge la Chimie, à son tour, pour connaître les qualités intrinsèques de ces matériaux, pour prévoir leurs transformations et leurs détériorations sous l'action des influences extérieures, pour les créer de toutes pièces s'il est nécessaire.

« On en pourrait dire autant des constructions civiles et des travaux publics, de l'exploitation des mines et de la métallurgie.

« Le haut fourneau des usines et des fonderies n'est que le creuset du chimiste, son creuset de laboratoire lilliputien transporté agrandi dans le pays de Brobdingnac, mais toujours chauffé par Gulliver, l'esprit humain, lui, n'ayant pas besoin d'un cerveau plus vaste pour enfanter ses merveilles.

« Ces rapprochements expliquent pourquoi, lors de la naissance de l'École centrale, ces deux branches maîtresses, Chimie et Mécanique, furent la première préoccupation des fondateurs.

« Il me faut donc, en parlant du passé de l'École, vous dire rapidement quels y ont été les progrès de ces deux sciences qui, un jour peut-être, à travers la Théorie mécanique de la chaleur, se rejoindront dans une majestueuse unité.

« La Mécanique, moins favorisée que la Chimie, a eu davantage à lutter ; mais elle marche depuis longtemps à côté de son émule.

« Les premiers programmes étaient bien incomplets. Par bonheur, dès 1831, Coriolis voulut bien s'asseoir dans la chaire de l'École et tracer d'une main ferme le premier cadre de cet enseignement si essentiel. Beau-frère de l'un des fondateurs, de notre maître Eugène Péclet, sa santé précaire ne l'empêcha pas de s'astreindre à ce labeur, et il ouvrit la voie à ses successeurs : Liouville et Belanger.

« Nous serions ingrats de ne pas nous arrêter pour rendre hommage à Belanger, le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

professeur aimé de tant de générations d'élèves, qui donna pendant si longtemps à l'École centrale la meilleure part de son dévouement.

« Il compte parmi les savants qui ont fait faire un pas décisif à l'enseignement de la Mécanique, en la mettant à la portée de tous les esprits laborieux, et il est juste de prononcer son noms après les noms illustres de Navier, de Coriolis, de Poncelet, cet immortel géomètre, ce créateur de la Mécanique industrielle. Belanger a professé dix ans à l'Ecole des Ponts et chaussées après Navier, dix ans à l'École polytechnique après sa réorganisation, et vingt-huit ans à l'École centrale, en dépit d'une constitution frêle et délicate.

« Remarquons-le : Coriolis, Liouville, Belanger, appartenaient tous les trois, par leurs origines, à l'École polytechnique. Et combien d'autres anciens élèves de cette École ont occupé nos chaires ! Nos aînés nous ont donc tendu la main, il nous ont apporté leur savoir, leur zèle, leur affection : nous ne l'oublierons jamais. Il ne peut y avoir entre nous ni mauvais vouloir, ni jalousie : il ne peut y avoir que de l'intérêt et de la reconnaissance. Nous marchons dans des sentiers un peu divergents, les uns voués davantage à la théorie, les autres à la pratique; mais le point de départ est commun. C'est la Science qui, pour les deux Écoles, est l'*Alma Mater*, la Mère vénérée : devant elle, toutes les petitesses humaines doivent disparaître. Les élèves des deux Écoles peuvent se donner la main; ils n'ont à rivaliser qu'à l'égard des services à rendre a la Patrie, malheureuse, mais déjà relevée.

« Les ouvrages de Belanger sont dans les mains de tous; ses élèves, ses disciples, ont retenu ses leçons, Il a doté l'École centrale d'un enseignement mécanique complet depuis la Cinématique jusqu'à l'Hydraulique. Pour nous, il a défini et exposé la vraie Mécanique de l'ingénieur.

« C'est grâce à lui que la Théorie de la résistance des matériaux, si importante, si essentielle, a été vulgarisée parmi nous. Le résumé concis de ses leçons, de ses entretiens sur ce sujet, est devevu le *Vade-mecum* de tous les anciens élèves. Il les a familiarisés avec des notions difficiles, dont la connaissance est indispensable dans toutes les industries qui se rattachent à la Mécanique, et il a permis aux ingénieurs de l'École Centrale de se créer, dans ces questions capitales, comme une sorte de spécialité. C'est honorer la mémoire du maître que de citer, parmi ses élèves à l'École, des hommes tels que M. Yvon Villarceau, heureusement présent à cette fête, et M. de Dion, tristement arraché par la mort à ses calculs et à ses hardies conceptions, dont le dernier fruit s'élève encore à quelque pas de nous.

« Nous aurions voulu, en parlant de la Mécanique, donner au moins une idée des richesses qu'elle présente aujourd'hui. Mais comment l'essayer, quand notre temps est si limité? Dire que la Mécanique est la science du mouvement et de l'équilibre, n'est-ce pas faire entrevoir tous ses développements? n'est-ce pas montrer son intervention incessante autour de nous? Cette pierre qui tombe, cette voiture qui roule, ce convoi de chemin de fer qui s'ébranle, ce bateau à vapeur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui fend les flots, tout cela, c'est de la Mécanique. Nous lui appartenons par les phénomènes de notre vie, et nous la retrouvons dans les révolutions des grands corps célestes qui traversent l'espace avec nous. Mais, sans nous égarer si loin, concentrons notre attention sur ces machines à l'allure tranquille et puissante, qui travaillent pour nous de toutes parts et qu'on peut comparer à des esclaves qui ne se révoltent que lorsque le génie humain oublie de les guider. Le progrès a été tel en ce sens qu'on est réellement parvenu à incarner dans ces rouages matériels la pensée humaine elle-même. C'est ce que le Dr Anderson, notre honorable et éminent collègue au jury international, appelait, avec une piquante originalité, *la faculté de raisonner* communiquée aux machines. Le fait est que, dans les machines à tisser, par exemple, *on a appris* au métiers à s'arrêter d'eux-mêmes lorsqu'un fil vient à casser.

« L'homme charge donc de son labeur ces merveilleux mécanismes, et ils l'exécutent mieux que lui, parce qu'ils ne se fatiguent pas, parce qu'aucune autre pensée que celle dont on les a animés ne peut naître dans leur matière docile.

« Quand on rêve, et qui ne rêve quelquefois, on voit la Mécanique affranchir définitivement l'humanité, non du travail, qui est la loi suprême et protectrice de notre espèce, mais des sujétions qui courbent trop vers la terre et empêchent le front et l'intelligence de s'élever assez haut.

« Mais la Chimie exige de nous sa part.

« Comme elle avait à sa tête M. Dumas, sa marche à l'École centrale n'a pas subi un instant d'hésitation. Il n'y a eu ni tâtonnements, ni oscillations. L'auteur du grand *Traité de Chimie appliquée aux Arts* et des *Leçons sur la philosophie chimique* était déjà un maître à l'âge où les autres sont encore disciples, et bien que le concierge de l'École courut après lui les premiers jours, croyant voir un élève franchissant la grille aux heures interdites, les programmes de chimie furent immédiatement fixés. Après cinquante ans, après toutes les découvertes qui se sont accumulées, on peut reconnaître le plan primitif sous les additions successives, et s'assurer que ces additions étaient pour ainsi dire prévues et leur place préparée.

« La durée de notre enseignement est de trois ans. En première année, est placé le cours de Chimie générale : comme son titre l'exprime, on y enseigne les principes fondamentaux de la Science, on y expose sa partie philosophique. En deuxième année, lui succède le cours de Chimie analytique : là, on descend davantage aux détails ; tous les procédés de recherche, toutes les méthodes utiles de dosage sont parcourus. Enfin, en troisième année, c'est la Chimie industrielle qui apparaît. Aucune des grandes applications de la Chimie moderne n'est laissée de côté : elles sont envisagées sous toutes leurs faces et décrites avec un soin minutieux.

« M. Dumas, le disait déjà en 1828, dans la préface de son Traité :

« Pour tirer quelque profit des notions précises de la Chimie dans les applications « industrielles, il est indispensable de les étudier à fond, car les moindres détails

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« deviennent d'un intérêt majeur lorsque les opérations s'effectuent sur de grandes « masses. »

« C'est en se plaçant à ce point de vue si juste et si pratique que les industries nombreuses qui se rattachent à la Chimie moderne sont envisagées. Cette nouvelle Chimie a transformé les conditions de notre existence. Par le gaz, elle a chassé la nuit de nos villes ; par l'extraction des matières grasses, elle nous a donné la propreté à bon marché ; par l'iode et le brome, elle est venue aider profondément l'art de guérir ; par la fabrication du papier, elle touche aux sommets les plus élevés de la civilisation, dont tous les progrès sont désormais conservés par le Livre.

« Les noms de ceux qui ont honoré cet enseignement de la chimie à l'École centrale se pressent sur mes lèvres ; groupés autour de M. Dumas, ce sont MM. Bussy, Payen, Pelouze, Peligot, Cahours, Lamy, pléïade illustre que, sauf un seul enlevé trop tôt, l'Académie des sciences a appelée à elle tout entière.

« Permettez-moi maintenant de remplir l'intervalle entre les deux Sciences primordiales dont je viens d'essayer d'indiquer la répartition et les progrès à l'École,

« C'est d'abord le Cours de construction et d'établissement des machines. Il appartient en propre à l'École, ainsi que d'autres cours que j'aurai à citer tout à l'heure, et il a été largement imité à l'étranger. Walter de Saint-Ange, Faure, Camille Polonceau et, surtout, Ch. Callon, l'ont constamment développé et amélioré.

« Les machines nécessaires à connaître augmentant de nombre chaque année, Ch. Callon, notre regretté et savant collègue, eut l'idée de faire lithographier tous les croquis correspondants. Il put alors se contenter de décrire à l'amphithéâtre les principaux types, en abandonnant ensuite à l'initiative de l'élève le soin de s'assimiler tous leurs dérivés et toutes leurs transformations : double avantage de temps gagné et d'attention personnelle sollicitée.

« Cette méthode a été adoptée pour tous les autres cours qu'envahissait la description des inventions nouvelles. Elle a empêché de succomber sous le faix, élèves et professeurs.

« Proportionner économiquement les dimensions des organes, de manière qu'il y ait toujours assez de matière pour résister, jamais trop pour alourdir et fatiguer inutilement ; fixer le choix des substances, suivant le but à atteindre ; chercher la simplicité sans sacrifier l'élégance ; disposer des machines, à la fois légères et puissantes, bien équilibrées, silencieuses autant que possible par un ajustage et un montage irréprochables, tel est le programme que le Cours de construction de machines s'est proposé de remplir à l'École.

« Les Cours d'architecture, de constructions civiles et de travaux publics appliquent les mêmes procédés à la construction des édifices privés et des grands travaux d'art.

« L'élève de l'École est prêt à tracer le plan d'une maison de garde, d'une station de chemin de fer, des bâtiments d'une école ou d'un hôpital, tout aussi bien qu'à dessiner

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le profil d'une route ou d'un canal, qu'à étudier le projet d'un pont, d'un viaduc ou d'un souterrain.

« En parlant de ces cours, nous ne pouvons oublier de nommer notre maître, M. Mary, inspecteur général des Ponts et chaussées, qui les a longtemps professés tout les deux. Esprit judicieux et prudent, M. Mary, qui, pendant plus de trente ans, mit au service de l'École Centrale sa longue expérience, son infatigable dévouement au devoir et son caractère respecté, était la pratique faite homme. Il a laissé une forte empreinte parmi nous, et nous devons nous incliner devant sa mémoire avec respect et gratitude.

« La Minéralogie et la Géologie, en première année, puis l'Exploitation des mines dans les deux autres années d'études, forment un autre groupe où les connaissances naturelles relatives à notre globe servent de fondement à l'examen de ses richesses intérieures et aux procédés d'extraction qui doivent les mettre en notre possession. Comment ne pas nommer ici M. Amédée Burat, qui, depuis trente-huit ans, n'a pas cessé d'être fidèle à l'École et de l'honorer par sa parole, par ses écrits, par ses travaux?

« La Métallurgie vient ensuite. Ce cours comprend l'étude des combustibles, des procédés et des appareils métallurgiques, ainsi que celle des différents modes de fabrication et d'emploi de la fonte, du fer et de l'acier. Il est inutile de faire ressortir l'importance de pareilles leçons, si bien professées aujourd'hui à l'École. Les constructions métalliques, à présent si répandues, le disent assez, sans compter les chemins de fer... que les aérostats ne remplaceront pas encore.

« Peut-être n'est-il pas inutile de noter que ces cours sur une même Science, Chimie, Mécanique, Machines ou Géologie, se prolongeant pendant les trois années d'études et se transformant d'une année à l'autre, suivant le point de vue qu'on veut faire prédominer, sont un des caractères particuliers de l'enseignement de l'Ecole centrale. Ils forment de cette manière comme une enclyclopédie raisonnée dont l'intérêt se renouvelle et grandit, où les mêmes principes philosophiques éclairent les différentes questions traitées, et conduisent l'auditeur à s'élever, par une assimilation progressive dont il a à peine conscience, à la hauteur nécessaire pour saisir la liaison de toutes les parties qui lui ont été enseignées.

« Reconnaissons qu'ici la Chimie et son illustre représentant ont donné l'exemple.

« Nous avons hâte de louer, comme il le mérite, le Cours de Physique industrielle. Eugène Péclet, l'un des fondateurs de l'Ecole centrale, l'a créé de toutes pièces. Ses vues profondes, consignées dans son bel ouvrage sur *la Chaleur et ses applications*, ont toujours été suivies à l'Ecole, qui s'enorgueillit de son nom et de ses œuvres.

« Ce Cours, l'un des plus utiles, des plus neufs, a été peu imité. On y a vu sans doute, bien à tort, une superfétation des leçons auxquelles il sert au contraire d'appui essentiel.

« L'étude industrielle de la Chaleur, de ses modes d'emploi sous toutes les formes, des appareils où on l'emprisonne, depuis les cheminées de nos appartements, les calo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rifères de nos hospices, jusqu'aux chaudières de nos machines, présente un intérêt de premier ordre. L'étude si importante de la ventilation l'accompagne naturellement.

« Péclet, dans tous ses travaux, a déployé un talent vraiment original et des qualités d'expérimentateur consommé. C'est bien là la science appliquée dans toute sa richesse et dans toute son étendue. C'est Péclet qui ouvrit nos cours et qui prit le premier la parole dans nos amphithéâtres, en 1829. Par une coïncidence remarquable, une nouvelle science ou une nouvelle forme de la science consacrait, pour ainsi dire, par un heureux baptême, la naissance de l'Ecole qui a pris pour devise : Union indissoluble de la Théorie et de la Pratique.

« Le Cours de machines à vapeur et celui de chemins de fer doivent être cités après la physique industrielle.

« Au premier, se rattache le nom de Léonce Thomas, dont les inventions multiples sont une partie des conquêtes que l'Ecole peut présenter à l'Industrie reconnaissante. Il est impossible, en rappelant le souvenir de Thomas, de ne pas citer à côté de lui son fidèle collaborateur, son émule, M. Laurens.

« Au Cours de chemins de fer, se rattache le nom d'Auguste Perdonnet, second directeur de l'Ecole après M. Lavallée, son excellent et habile directeur fondateur. Encore une création due à celle de l'Ecole elle-même. En 1835, au moment où s'ouvrit le chemin de fer de Saint-Germain, Perdonnet voyait déjà par la pensée la France sillonnée de ces lignes métalliques, dont un ministre prévoyant et patriote va encore accroître le nombre. Il voulut préparer les élèves de l'Ecole à ces fonctions nouvelles, et sa parole pittoresque et humoristique anima désormais pendant trente ans l'amphithéâtre où il inaugura, avec sa verve communicative, le premier Cours de chemins de fer professé dans le monde. Ce sont là, pour nous, des titres de gloire impossibles à oublier dans un pareil jour.

« Pour ne pas prolonger outre mesure ce tableau de nos Cours, je dois me contenter de dire que l'Analyse mathématique, cet outil indispensable, la Physique générale, la Technologie, les diverses connaissances qui se rapportent à l'Agriculture, nouvellement introduite dans nos programmes, la Législation industrielle, ne sont pas négligées à l'Ecole, et y complètent un ensemble vraiment imposant. Mais vous me laisserez encore signaler spécialement la Géométrie descriptive et la Biologie, c'est-à-dire l'histoire naturelle des êtres vivants.

« La Géométrie descriptive, qui étend le savoir de nos élèves au point de vue des formes géométriques et de leurs propriétés inépuisables, sans compter ses applications si nombreuses aux arts et aux constructions, fut, à l'Ecole, le domaine du dernier fondateur que j'aie à saluer : Théodore Olivier, ce fervent disciple de l'illustre Monge. Nous le voyons encore exécuter ses épures en relief, sur deux plans de liége, avec des fiches de diverses longueurs, d'un geste noble et convaincu ; nous entendons sa voix vibrante et nous nous rappelons son ardeur passionnée pour la grandeur de l'Ecole.

« Le cours consacré à l'Histoire naturelle des êtres vivants a pour objet de faire con-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

naître à nos élèves tous les êtres organisés, végétaux ou animaux, qui, par eux-mêmes ou par leurs produits, interviennent dans les arts industriels. En même temps, des notions précises sur l'organisation, les fonctions, la classification des animaux, sur la structure intime des végétaux, donnent à ce Cours toute son importance scientifique.

« C'est une pensée éminemment philosophique qui a guidé les fondateurs, lorsqu'ils ont fait une place aux Sciences naturelles dans leur enseignement. Cette introduction rompait, en quelque sorte, l'aridité des sciences mathématiques, mécaniques et techniques ; elle agrandissait l'horizon des élèves ; elle réalisait cette idée d'unité qui a si bien inspiré nos maîtres dès le premier instant, qui caractérise leur création, et qu'il faut développer et non amoindrir. L'étude de l'Hygiène y trouve, d'ailleurs, son fondement indispensable. Et des ingénieurs, souvent chargés de veiller aux besoins matériels et moraux de nombreux travailleurs, ne pourraient ignorer sans dommage les prescriptions à imposer dans les ateliers, les conseils à donner au dehors.

« Je ne puis entrer dans le détail des examens particuliers et généraux, des manipulations diverses, des croquis, des dessins, des travaux de vacances, des visites d'usines, exigés des élèves. Qu'il me suffise d'affirmer que tout est calculé et réuni pour ne pas leur laisser une minute de désœuvrement, pour les rompre au travail, pour affermir leur moral, pour les préparer à la fois aux problèmes de la pratique et aux difficultés de la vie.

« En résumé, passer par l'Ecole centrale, c'est subir une trempe d'une espèce particulière, c'est être prêt à tous les hasards ; c'est pouvoir partir demain pour l'Asie ou l'Amérique, pour le Japon ou l'Australie, pour Suez ou Panama, en étant sûr de faire face à toutes les difficultés, de remplir tous les devoirs. On peut être chimiste ou mécanicien, constructeur ou métallurgiste, agriculteur ou professeur, s'il le faut. Quelque point de l'immense surface des Sciences appliquées qu'il soit donné à un ancien élève de l'Ecole centrale d'occuper, il le connaît déjà ; il peut, s'il est nécessaire, l'approfondir et y devenir passé maître, parce qu'aucune des parties avoisinantes ou éloignées ne lui est étrangère. En un mot, l'élève de notre Ecole est un généralisateur avant tout : il ne devient spécialiste que par nécessité. C'est là le trait le plus frappant de sa physionomie intellectuelle.

« Construire une maison, une machine, un ouvrage d'art, c'est toujours même chose pour lui. Approprier les moyens dont on dispose au but poursuivi, de la manière la plus rationnelle, sans prodigalité inintelligente, sans mesquinerie funeste ; tout calculer, tout préparer d'avance ; ne rien oublier, non-seulement de ce qui est nécessaire, mais réaliser encore ce qui est utile ou commode, aux moindres frais, à l'aide d'ingénieuses combinaisons ; être vraiment le cerveau qui met en mouvement tous les efforts destinés à créer l'ensemble projeté : voilà aujourd'hui le rôle d'un ingénieur digne de ce nom, et c'est celui que nous voulons rendre possible à nos élèves par notre enseignement.

« La question est trop importante pour ne pas vous prier de m'accorder encore quel-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ques minutes de votre attention. Je dois vous montrer, autant que mes forces peuvent me le permettre, la portée réelle et profonde de l'enseignement de l'Ecole. Je ne puis me dérober, et il me faut aller au-devant des critiques pour défendre et expliquer.

« Le reproche qu'on fait souvent à nos programmes, c'est qu'ils sont trop chargés, qu'ils s'étendent sans cesse et menacent de déborder. Les esprits les plus éclairés et les plus bienveillants nous disent quelquefois que nous surmenons nos élèves ; que leur intelligence doit faiblir sous l'accumulation de connaissances mal digérées ; que, si on leur apprenait *moins*, ils sauraient *mieux ;* que le but est, non pas de tout apprendre, mais *d'apprendre à apprendre*.

« Oh ! mon Dieu, je sais bien que, quand l'Ecole s'est ouverte, nos élèves avaient neuf cours à écouter et qu'ils en suivent trente aujourd'hui, pendant leurs trois années.

« Nous sommes donc théoriquement de l'avis de nos critiques, et, néanmoins, pratiquement, nous sommes obligés de continuer à appliquer nos programmes et notre méthode. Pourquoi donc ? Justement pour conserver notre supériorité et pour laisser à notre Ecole le caractère d'utilité publique qui doit la recommander d'une manière si pressante à la sympathie du gouvernement de la République.

« Nous nous félicitons en cet instant de parler devant un Ministre qui a précisément montré dans les circonstances les plus graves, et naguère encore, combien le profond sentiment de la justice et l'énergique virilité du caractère sont la vraie mesure de l'homme.

« Qu'on veuille bien se rappeler que nos élèves, en sortant de l'Ecole, n'ont droit à aucune position privilégiée. Ils n'entrent pas, pour n'en plus sortir, dans une forte hiérarchie, qui, après un long travail d'entraînement, les prend sur le premier échelon, pour les porter peu à peu, par le jeu naturel des nécessités d'État, aux postes les plus élevés. Les élèves de l'Ecole centrale, en quittant l'hôtel de Juigné, n'emportent que leur diplôme. Les voilà lancés dans la vie avec ce parchemin, précieux pour eux, car il représente trois ans de labeurs ininterrompus, de luttes fécondes et fortifiantes. La plupart ne savent pas où ils débuteront. Ils cherchent, il s'ingénient, ils acceptent la première position où ils peuvent apprendre quelque chose, se mesurer enfin avec la vraie pratique, cette maîtresse jalouse et incommode, qui ne veut pas de rêves, qu'il faut convaincre et dominer avec un coup-d'œil ferme et prudent. Leur apprentissage terminé, ils cherchent à avancer, passent d'une industrie à une autre. Cela est si habituel que, sur cent élèves, dix au plus demeurent fidèles au premier sillon tracé.

« De là résulte l'absolue nécessité d'être prêt à tout, de tout étudier. Il faut à ces jeunes intelligences, qui vont être aux prises avec tous ces hasards multiples, avec cette roue tourbillonnante de la fortune et des chances industrielles, non pas une seule clef (permettez-moi cette comparaison), mais un trousseau de clefs. Ils doivent pouvoir ouvrir toutes les portes conduisant à une position honorable. Ce sont des ingénieurs civils, des ingénieurs des Arts et Manufactures : il leur faut tout conquérir. C'est là, à proprement parler, leur force, l'aiguillon qui les anime, qui souvent les met au-dessus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'eux-mêmes. Nous ne nous plaignons donc pas de cette situation, qui rend leurs succès à la fois plus difficiles et plus méritoires, mais qui oblige l'Ecole, à son tour, à distribuer un large enseignement, à refondre souvent ses programmes pour tenir toujours ses élèves à la hauteur des nécessités extérieures.

« Sans aucun doute, les principes fondamentaux d'une Science, exposés avec habileté et méthode, et suivis de quelques applications caractéristiques, peuvent suffire à un esprit profond pour lever plus tard tous les obstacles. Mais les esprits moyens ne seraient peut-être pas capables de saisir l'enchaînement qui unit les principes aux détails et resteraient indécis devant les questions inattendues. Nous les armons donc de notre mieux en multipliant les exemples, en ne nous contentant pas d'un seul type, en reproduisant l'idée mère dans ses transformations et ses annexes principales.

« Il est difficile, impossible même d'agir autrement. Jamais, en aucun siècle, les applications, les perfectionnements, ne se sont succédé, comment dirai-je? avec une pareille intensité, une pareille furie. On est émerveillé d'une découverte; le lendemain, elle est dépassée. Ce travail, imposé aux élèves de l'Ecole centrale, il faut bien avouer qu'il est imposé à tous ceux qui veulent seulement se tenir au courant. De là, plus de superficie et moins de profondeur; car le volume intellectuel doit rester le même. Mais de là aussi la possibilité de se renouveler au moment voulu, de ne pas s'éterniser dans une spécialité.

« L'Ecole, par son organisation, par les besoins qu'elle a pour mission de satisfaire, est donc à l'antipode de ces Instituts techniques, si nombreux à l'étranger, où les élèves choisissent eux-mêmes les cours qu'ils veulent suivre, n'obéissent à aucune vue d'ensemble, sont architectes sans rien connaître au chauffage ou à la ventilation, mécaniciens sans se douter de la Métallurgie, et chimistes sans être capable de construire un hangar ou d'installer une chaudière.

« *La science industrielle est une*, ont dit les fondateurs de l'Ecole centrale, dans un éclair de génie, et leur œuvre est là, sous nos yeux, pour leur donner plus que raison.

« Mauvaise chose, d'ailleurs, que la spécialité! Certes, elle facilite le travail, qui devient une habitude, c'est-à-dire une seconde nature, suivant le mot si connu d'Aristote. Mais ce travail est moins attrayant; l'intelligence, moins exercée, mais sollicitée, devient stationnaire. D'autres excitations, quelquefois funestes, peuvent être alors cherchées en dehors de la fonction remplie. Ce qui fatigue, ce qui use, ce n'est pas le travail, c'est le même travail indéfiniment répété : l'homme n'est pas fait pour le manége.

« Il faut donc, comme le dit judicieusement M. Jules Simon, qui a écrit de si belles pages sur toutes ces questions, « corriger la spécialité de la profession par la généralité de l'éducation. » Eh! bien, je dirai qu'à l'Ecole centrale il n'y a pas d'ingénieurs spéciaux, mais des ingénieurs généraux, que nous nous efforçons de tenir prêts pour tous les problèmes et pour toutes les demandes de la vie moderne.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Je suis si ambitieux pour l'Ecole centrale, pour ses élèves, que je regrette pour eux certaines branches de connaissances non inscrites sur nos programmes. Que faudrait-il pour les introduire ?... Une quatrième année d'études, ou bien une préparation plus efficace des jeunes intelligences ?... Ce sont là des problèmes trop délicats pour que je m'aventure à les trancher devant vous. Et puis, il ne faut pas devancer l'avenir.

« Nous sommes dans une période de transition : c'est une nouvelle civilisation, à bien des égards, qui s'élève et que nous saluons de nos vœux. Depuis 1789, tout s'est ému, tout s'est agité, le pouls social comme le pouls scientifique. Laissons aux phénomènes puissants qui nous emportent le temps de se classer, de se pondérer, de s'harmoniser. Une autre forme de société plus large, plus équitable pour le grand nombre, plus juste aussi pour le passé et pour ses douleurs, plus conciliante, plus tolérante, plus humaine enfin, émerge peu à peu des flots. Travaillons, chacun dans notre sphère, à lui donner son vrai caractère. Dans ce mouvement l'Ecole centrale a sa place marquée. Répandre les connaissances positives sous leur forme variée, aider à la diffusion des procédés qui enrichissent le pays, qui rendent son industrie florissante, qui doivent augmenter le bien-être et, par suite, la moralité de tous, donner l'exemple de cette moralité par le courage au travail et l'invincible patience : tel est le rôle, telle doit être l'ambition des ingénieurs des Arts et Manufactures.

« Les fondateurs illustres de leur Ecole leur ont confié la méthode et le mot d'ordre : il vient d'être répété avec autorité par le dernier d'entre eux.

« Que, dans cinquante ans, ceux qui nous remplaceront puissent venir dire, dans une cérémonie aussi touchante, que l'Ecole centrale est restée prospère, qu'elle a continué de marcher en avant, qu'elle est demeurée fidèle aux mêmes principes, que ses élèves, ses enfants plutôt, ont de mieux en mieux servi et honoré leur petite patrie, qui est l'Ecole, et leur grande patrie, qui est la France ! »

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1878.

PROGRÈS ET RESSOURCES DE LA NOUVELLE-GALLES DU SUD, PAR M. CHARLES ROBINSON.

La Nouvelle-Galles du Sud a été la première colonie anglaise établie en Australie ; ses frontières s'étendaient sur toute la longueur de la côte Est de l'île, et elle comprenait tout le territoire situé entre l'Océan Pacifique et le 135^{me} degré de longitude Est. Par suite du progrès de la colonisation, il devint nécessaire de diviser cet immense territoire, et de donner ainsi naissance aux colonies de la Tasmanie, de Victoria, et de Queensland. Éloigné, comme l'était ce pays, du siége du gouvernement, et presque exclu de tout rapport commercial avec les autres populations civilisées du globe, les progrès des pionniers de la colonisation y furent lents ; et, avant la découverte de l'or dans la Nouvelle-Galles du Sud en 1851, le chiffre total de la population européenne du con-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tinent était au-dessous de 300,000 âmes. Depuis cette époque, l'occupation et l'amélioration de la contrée ont marché vite, et l'Australie est aujourd'hui devenue la patrie d'environ deux millions d'individus satisfaits et prospérant. Le revenu total de ces divers gouvernements s'élevait, en 1876, à la somme de 310 895 725 francs, et la valeur de son commerce à celle de 1 800 509 175 francs. On a mis en culture une superficie de 1 407 458 hectares, et le bétail, presque entièrement nourri dans les pâturages naturels du pays, comprenait 51 885 282 moutons, 6 737 215 bêtes à cornes, 859 123 chevaux, et 583 721 pourceaux. On a de plus construit 3 366 kilomètres de chemins de fer, 33 970 kilomètres de télégraphe, et entrepris beaucoup d'autres travaux d'utilité publique.

Sur les 7 740 000 kilom. carrés auxquels on estime la superficie de l'Australie, la Nouvelle-Galles du Sud en comprend 844 555, c'est-à-dire qu'elle occupe un peu moins du dixième de la surface totale. Sa frontière Est, qui s'étend du Cap Howe, par 37°28′, jusqu'à Point Danger (Pointe Dangereuse), par 28°10′ de latitude Sud, est baignée par l'Océan Pacifique. La colonie est bornée au nord par Queensland, à l'ouest par l'Australie Méridionale, et au sud-ouest par Victoria. La ligne de ses côtes est coupée d'âpres promontoires, de baies arrondies et de falaises escarpées formées par les roches de grès. Les brèches ne sont nulle part fortement dessinées, mais il existe de nombreux et vastes ports dont quelques uns sont sans rivaux en raison de leur facilité d'accès, leur grande étendue, leur beauté naturelle et leur parfaite sécurité. Parmi ceux-là, Port Jackson, sur les bords duquel la ville de Sidney est bâtie, occupe la première place; et le port de Newcastle, à l'embouchure de la rivière Hunter, est aussi connu par son grand commerce de charbon dans l'hémisphère sud, que l'est celui de Newcastle-upon-Tyne dans l'hémisphère nord. Parmi les autres ports utiles à la navigation, on peut citer Twofold Bay et Jervis Bay, au sud de Sidney; et au nord de cette ville, Broken Bay, Port Stephens, Trial Bay, et les embouchures des rivières de Clarence, de Richmond, de Manning, etc. Il y a des barres de sable à l'embouchure de presque toutes les rivières, mais on pourra aisément faire disparaître les obstacles qui existent à la navigation, soit par la construction de jetées, ou l'emploi de dragues, partout où les exigences du commerce local rendront ces améliorations nécessaires.

Une chaîne de montagnes, généralement décrite comme la principale ligne de partage, s'étend presque parallèlement à la côte à une distance qui n'est quelquefois que de 40^{k},20, tandis que, sur d'autres points, elle recule jusqu'à 193 kilomètres environ dans l'intérieur. Ses pics atteignent leur altitude la plus élevée (2 100 mètres) dans la partie sud, mais l'élévation moyenne au-dessus du niveau de la mer ne dépasse pas 600 à 900 mètres. Ces montagnes déterminent les bassins du pays. Elles arrêtent en grande partie les nuages qui viennent du sud et de l'est; et de là vient le fait que les pluies sur le versant oriental donnent une moyenne de 1^{m},25 à 1^{m},50 par an, tandis

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'à l'ouest de la chaîne principale elles sont incertaines et leur moyenne rarement dépasse 0m,50.

Les cours d'eau qui se déversent à l'est sont comparativement petits, et comme ils n'ont qu'une faible pente, les vallées voisines sont sujettes aux inondations aux époques des grandes pluies. Les rivières de Hawkesbury, de Clarence, et de Richmond sont navigables pour des navires de faible tonnage jusqu'à une distance de 80 kilom. et au delà. Certaines parties du pays, principalement le district d'Illawarra, étaient autrefois couvertes d'épaisses forêts de cèdres et autres essences d'une grande valeur, tandis que les lianes flexibles, les fougères arborescentes et les palmiers majestueux y croissaient avec une exubérance toute tropicale.

On construit des navires à l'embouchure de quelques-unes des rivières. On cultive le maïs, le blé, la luzerne et la canne à sucre, sur une grande partie des terrains défrichés situés entre les montagnes et la mer; tandis que les oranges, la vigne, les pommes, les pêches, les nectarines, les prunes, les amandes, la banane dans presque toutes ses variétés, et quantité d'autres fruits, croissent dans le voisinage des villes et récompensent par d'abondantes récoltes les travaux de l'horticulteur. La partie montagneuse de la contrée offre, sur une grande étendue, un champ séduisant à l'exploration pour la découverte de mines. Dans maints endroits, l'âpre grandeur du paysage ne peut manquer d'inspirer au spectateur un sentiment d'admiration et même de crainte; mais la stérilité de la contrée, et sa situation comparativement inaccessible en défendent l'approche à l'agriculteur. Il existe, cependant, sur les plateaux et immédiatement à l'ouest de cette chaîne, de grandes étendues de sol fertile. Les districts dans lesquels sont situés Tumut, Young, Orange, Mudgee, Tamworth et Armidale, sont probablement destinés à devenir des centres populeux de l'industrie agricole. Le blé, l'avoine, l'orge et autres céréales, croissent très-bien dans ces régions. Si l'on quitte les montagnes et que l'on se dirige vers l'ouest, les forêts disparaissent alors pour faire place à une contrée d'abord peu boisée, puis à des plaines sans arbres. Cet immense territoire est arrosé principalement par le Murray, le Murumbidgee, le Lachlan, et la rivière Darling. Le Murray est navigable sur plusieurs centaines de kilomètres par des vapeurs d'un faible tirant d'eau, et, à certaines époques de l'année, ces vapeurs peuvent remonter le Murrumbidgee jusqu'à Wagga Wagga dans l'est et le Darling dans le nord-est jusqu'à Bourke. Dans l'extrême ouest de la colonie, la contrée devient très-aride, ce qui est dû à la rareté des pluies et à une évaporation excessive. Cependant la presque totalité de ce territoire est aujourd'hui couverte de moutons et de bestiaux, qui engraissent dans ses plaines salines, même après que l'herbe a été brûlée par la desséchante chaleur de l'été.

La température moyenne à Sidney est de 17°,20 C.; elle varie annuellement entre 15°,50 et 17°, la différence n'étant que de 1°,50, tandis qu'elle est à Londres de 2°; l'extrême variation du thermomètre à l'ombre est entre 41°,75 et 2°,20, ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui donne une différence de 39°55. Le climat de Sidney ressemble beaucoup à celui de Lisbonne ou de Naples ; mais, à Sidney, les extrêmes de chaleur et de froid sont inférieures à celles de Naples. On pense que cette égalité dans la température qui domine dans toute la région côtière de la Nouvelles-Galles du Sud, est due en partie à l'influence de courants chauds sous-marins, qui courent dans une direction méridionale, parallèlement à la côte, à une distance de 6 à 8 kilom. Le nombre moyen des jours pendant lesquels la pluie tombe sur différents points du versant oriental est de 100 à 150 par an.

La population de la Nouvelle-Galles du Sud, à la fin de l'année 1877, était estimée à 662 212 habitants. Le dernier recensement a eu lieu en 1871 ; la colonie comptait alors 503 981 habitants, dont 96 pour 100 étaient d'origine britannique, et plus de 61 pour 100 nés dans les colonies australiennes. L'inégalité des sexes, qui existe généralement dans tous les pays nouvellement colonisés, devient chaque année de plus en plus faible dans la Nouvelle-Galles. Il y avait, au dernier recensement, 275 551 mâles et 228 430 personnes du sexe féminin. Sur la population totale 41.71 pour 100 n'avaient pas encore atteint l'âge de 15 ans ; 56.17 pour 100 avaient de 15 à 65 ans (ce qui correspond, dit-on, à la même proportion entre 20 et 60 ans dans le Royaume-Uni) ; et 2.12 pour 100 avaient dépassé 65 ans. On verra par là que, sur chaque chiffre de 10 000 personnes comprenant la population à la date du dernier recensement, 5 620 peuvent être classées comme producteurs et 4 380 comme non-producteurs. A mesure que la communauté augmente, et par suite de la formation d'un plus grand nombre de familles, on trouve que la proportion de ces derniers (composés en grande partie d'enfants) augmente, et que la proportion relative de ces classes se rapproche plus de celle de l'Angleterre que dans les dernières années. Si la Nouvelle-Galles du Sud devenait comparativement aussi peuplée que l'Angleterre, elle contiendrait plus de 100 millions d'habitants. La population a une grande tendance à se concentrer dans les villes. En 1871, les habitants des villes et villages atteignaient le nombre de 234 162, et ceux des districts ruraux celui de 267 417 ; tandis que sur la population totale, 134 736 personnes, c'est-à-dire 26,73 pour 100, résidaient à Sydney et dans ses faubourgs. La densité moyenne de la population dans les districts colonisés était de 9,37 personnes par mille carré ($2^{kil.\ car.},58$) ; mais si l'on comprend tout le pays occupé, cette proportion n'est plus que de 1.64, tandis que dans le comté de Cumberland, les rapports donnent une moyenne de 105.39 personnes par mille carré. Le nombre des maisons d'habitation s'élevait à 93 690, avec une proportion de 5.11 occupants pour chacune d'elles. En Angleterre les mois d'été sont les plus féconds en naissances, et les mois d'hiver les plus fatals à la vie ; mais dans la Nouvelle-Galles du Sud la plus grande partie des naissances ont lieu en hiver, et celle des morts en été. En 1874, la proportion des mariages par 1 000 habitants etait de 7.60 ; celle des naissances de 38.87 ; et celle des morts de 15.16. Les enfants au-dessous de cinq ans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

figuraient pour un chiffre de 43.85 pour 100 dans la mortalité totale. Sous le rapport de l'éducation, le dernier recensement nous montrait que 70.33 pour 100 sur la population totale savaient lire et écrire ; 12.94 pour 100 savaient lire seulement, et que 16.73 pour 100 étaient complétement illettrés.

Une grande partie des progrès de la Nouvelle-Galles du Sud est due à la nature du climat, si convenable à la production des laines fines, et l'industrie pastorale contribue encore plus largement qu'aucune autre à la prospérité des manufactures et à l'extension du commerce. L'étroite étendue de terrain située entre les montagnes et la mer est la mieux adaptée au pâturage des moutons à longue et rude laine, et l'on y rencontre les espèces du Lincoln, du Leicester et de Cotswold. Les plateaux et les plaines de l'ouest sont presque entièrement peuplées de mérinos saxons, descendus de troupeaux importés d'Allemagne, de France et d'Espagne. Le type du mérinos espagnol s'est modifié par le fait de l'acclimatation. Il s'est produit une grande amélioration dans la douceur et l'élasticité de la laine ; mais tandis qu'elle augmentait en longueur, elle diminuait en densité, de sorte que le poids total de la toison reste à peu près le même. Il y a eu une grande et constante augmentation dans le nombre des moutons de l'espèce mérinos ; et la colonie, par suite des grandes variétés de son climat et de son sol, peut produire à la perfection toutes les espèces de laine que les manufacturiers puissent désirer, depuis la plus fine laine pour étoffes jusqu'à la longue, soyeuse et brillante laine à carder qui est aujourd'hui l'objet d'une si grande demande. Presque la moitié du chiffre total des moutons de l'Australie est nourrie dans les pâturages de la Nouvelle-Galles du Sud, et le poids moyen d'une toison, après l'opération du lavage, est $1^{k},20$ à $1^{k},35$. On a exposé cent échantillons de laine à l'Exposition de Paris, dans l'emplacement affecté aux produits de la colonie. On n'a pas encore atteint la limite possible de la production ; pendant les dix dernières années, cette production a triplé, et un éleveur expérimenté estime qu'avec des saisons favorables et la continuation de prix rémunérateurs sur le marché anglais, dans dix ans, les troupeaux de la Nouvelle-Galles atteindront le chiffre de 50 à 60 millions. Les rapports officiels sur le bétail, au 31 mars 1877, montrent qu'il y avait à cette époque dans la colonie 366 703 chevaux, 3 131 013 bêtes à cornes, et 24 503 388 moutons. Les rapports des douanes, pour l'année 1876, portent que la valeur des exportations de produits pastoraux, laine, bétail, viandes conservées, peaux et cuirs, s'élevait à près 7 millions et demi de livres sterling, soit 187 500 000 francs.

Parmi les produits exposés, les principaux sont : le blé et la farine, le maïs et la « maizena (1), » l'arrowroot, le vin, le sucre, et les fruits confits. Toutes les différentes branches de l'agriculture peuvent être poursuivies dans la Nouvelle-Galles du Sud,

(1) Préparation faite avec de la farine de maïs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sous des conditions tout aussi favorables qu'en Europe, et quelques parties de la colonie sont propres à la culture des produits semi-tropicaux. La neige apparaît rarement, si ce n'est sur les sommets des Alpes-Méridionales, et quelquefois sur les plateaux des montagnes. Dans presque toute l'étendue de la contrée, il est peu de localités où l'on ait à renfermer le bétail, et où il soit nécessaire de faire des provisions pour le nourrir pendant les mois d'hiver. Un des principaux obstacles au progrès de l'agriculture était le coût du transport des produits, des terres de l'intérieur à la mer. On a donc construit des chemins de fer jusqu'aux confins des districts considérés comme les plus propres à la culture des céréales, et l'on a donné à la mise en culture du sol une impulsion nouvelle. Le blé produit en moyenne 20 boisseaux par acre ($0^{hect.},40$), et le maïs environ 30; le boisseau de froment pèse fréquemment de 60 à 64 livres (1), et celui de maïs de 60 à 66 livres. Comme ici on laisse en terre les racines des gros arbres, le rapport par acre, sur une grande étendue de terrain défriché seulement en partie, doit être proportionnellement moindre que dans les pays plus anciens, où toute la surface du sol dont on dispose est mise en culture. Dans certains terrains, d'une fertilité extraordinaire, on a obtenu jusqu'à 120 boisseaux de maïs par acre dans une première récolte, et l'on peut obtenir une moyenne de 60 boisseaux, sur des terres de première qualité.

La culture de la canne à sucre est comparativement une industrie nouvelle. Elle a été entreprise sur les bords des rivières du Nord, et sur la Clarence; une compagnie a établi trois usines, pouvant manufacturer un total d'environ 7 000 tonnes pendant la saison. Le produit de la coupe de 1877 s'élevait à 4 735 584 kilog. On a aussi essayé de cultiver le coton, mais les résultats n'en ont pas été rémunérateurs. D'un autre côté, bien qu'une grande étendue de terrain soit parfaitement propre à la culture du tabac, la production du tabac en feuilles n'est pas assez bien comprise par les agriculteurs pour leur permettre de lutter contre l'importation des feuilles produites à l'étranger, qui atteignent les prix les plus élevés sur les marchés d'Australie. Il existe à peine un district dans lequel la vigne ne puisse prospérer; et il y a lieu d'espérer que la production du vin deviendra une des plus grandes industries du pays. Le docteur Lindemann fait les remarques suivantes : « Le sol et le climat d'une grande partie de la Nouvelle-Galles du Sud sont éminemment propres à la viticulture; du Murray, dans le sud, à la Clarence, dans le nord, il est peu d'endroits où la vigne ne puisse fleurir, et produire en quantité des vins de rare qualité. Parmi les vins du Murray, beaucoup sont riches et alcooliques, dépassant sur ces points les vins de Portugal; tandis que d'autres, par leur douceur, leur moelleux et la délicatesse de leur bouquet, rivalisent avec les premiers crûs du Constance renommé. De même, les vins produits sur les bords du Hunter et des autres rivières du nord, sont légers, secs et d'un bouquet ressemblant beau-

(1) La livre anglaise égale environ 454 grammes, ce qui donnerait donc ici de 27 kil. 240 gr. à 29 kil. 056 gr. pour le blé, et de 27 kil. 240 gr. à 29 kil. 964 gr. pour le maïs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

coup à celui du sauterne, du bordeaux et du bourgogne de France. Il y a peu de doute que le produit des vignes deviendra, dans un avenir qui n'est pas éloigné, un article d'exportation d'une grande valeur. » La qualité du vin s'est continuellement améliorée. La production pendant l'année 1877 s'est élevée à 799 709 gallons (1), et le produit total des vignes comprenait, en outre, environ 3 000 gallons d'eau-de-vie, et à près de 1 000 tonnes de fruit pour la consommation dans le pays, et l'exportation dans les colonies voisines.

Les oranges entrent dans l'exportation pour une valeur de plus de 50 000 livres sterling (1 250 000 francs) par an; et la culture de ce fruit a réussi admirablement dans une grande partie du pays. On a exporté en 1876 environ 594 303 boisseaux de maïs; et la balance entre l'importation et l'exportation des blés et farines s'est élevée à la somme de 467 856 livres sterling, soit 11 696 400 francs. La superficie des terrains cultivés s'élevait au 31 mars 1876, à 513 840 arpents.

On a exposé à Paris trois échantillons de soie. Plusieurs variétés de vers ont été acclimatées, et le mûrier et l'ailante se rencontrent partout. L'expérience acquise prouve que la colonie possède tous les avantages climatériques nécessaires à la production de la soie.

L'examen géologique de la Nouvelle-Galles du Sud vient d'être récemment commencé, et il est par conséquent impossible d'estimer exactement l'étendue et la valeur de ses richesses minérales. En premier lieu vient le charbon. Les dépôts carbonifères s'étendent sur une surface estimée, approximativement, à 4 179 100 kilom. carrés. Les principales couches sont situées le long de la côte au nord et au sud de Sydney. Les premières mines exploitées se trouvent dans le voisinage de Newcastle, et c'est de là que la colonie tire principalement son approvisionnement. Le charbon se rencontre presque à la surface, et la plus grande profondeur à laquelle les puits sont creusés n'atteint pas 150 mètres. Dans plusieurs districts ce minéral affleure sur le versant des collines, et l'on peut l'extraire à bon marché en creusant des galeries de niveau. Newcastle offre pour le chargement à bord des navires les plus grandes facilités, grâce à des plans inclinés et des grues à vapeur, qui permettent de charger jusqu'à 12 300 tonnes par jour. Les expériences faites à l'Arsenal Royal de Woolwich, en 1858 et 1859, avec le charbon de la Nouvelle-Galles du Sud, ont démontré, que pour la production de la vapeur, il n'était inférieur que de 7 pour 100 au meilleur charbon du pays de Galles, et que pour la fabrication du gaz il pouvait produire plus de 250 mètres cubes par tonne, avec un pouvoir éclairant de 24 pour 100 supérieur à celui de la variété anglaise connue sous le nom de Whitworth. Le Directeur de la Compagnie des chemins de fer de l'Inde, dans son rapport au secrétaire d'Etat pour l'Inde (1868-9), parle ainsi des qualités du charbon australien : « On l'a essayé sur quel-

(1) Le gallon égale environ 4 litres et demi.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ques-unes des lignes de l'Inde occidentale, et les rapports ont été favorables. Le surintendant du matériel de la Compagnie du Scinde dit qu'il est égal, sous tous les rapports, au charbon gallois ; son pouvoir de vaporisation est à peu près égal à celui de ce dernier, et la consommation par kilom. en est moindre. Jusqu'ici, le prix en a été inférieur à celui du charbon anglais. » L'examinateur du gouvernement pour les mines de houille (M. T. Mackenzie, F. G. S.) estime qu'une certaine couche, après avoir alloué un tiers pour le déchet et les pertes éprouvées pendant l'extraction, produira 84 208 298 667 tonnes. Le Révérend W. B. Clarke et l'examinateur des mines ont reconnu qu'il existe, dans les étages supérieurs, au moins seize couches carbonifères, chacune de plus de $0^m,90$ d'épaisseur. Une d'entre elles, décrite par le défunt M. W. Keene, et dont l'entrée est située près de Stroud, a plus de 9 mètres d'épaisseur, ainsi qu'on l'a constaté en creusant des puits d'essai latéraux ; une autre, dont l'entrée se trouve près de Wallerawang, examinée récemment par M. Archibald Liversidge, professeur de géologie à l'Université de Sydney, a une épaisseur de $5^m,25$. La principale couche actuellement en exploitation est épaisse de $2^m,40$ à 3 mètres, et le charbon en est bitumineux et brûle facilement ; il est excellent pour les usages domestiques, la production du gaz, la fonderie et la forge. M. R. W. Moody, ingénieur des mines, donne la description suivante de la contrée carbonifère de la côte sud-est : — « Les cinq couches de charbon contenues dans ces 240 hectares, donneront une production de 31 250 000 tonnes, ce qui équivaut à une vente de 1 000 tonnes par jour pendant 100 ans ; et cela indépendamment d'un gisement de pétrole excessivement riche, qui suffira à la production de 9 000 litres d'huile raffinée par semaine, pendant plus de soixante-douze ans. Ces mines sont si heureusement situées, que le charbon peut en être obtenu en creusant des galeries de niveau à travers la montagne, et transporté à la station du chemin de fer par des plans inclinés automatiques. » Ecrivant à propos des couches supérieures du district occidental, le géologue du gouvernement (M. C. S. Wilkinson, F. G. S.) dit : « La formation à 144 mètres d'épaisseur, repose régulièrement sur les dépôts marins des couches inférieures, et est recouverte sur une épaisseur de 150 mètres par les grès d'Hawkesbury. On y a compté 11 couches ; la plus basse, qui a 3 mètres d'épaisseur, est située à $7^m,50$ au-dessus des dépôts marins, et est exploitée, à la fois, dans les houillères de Bowenfels, d'Esbank, de Leighton Valley et de Vale of Clwydd. Elle plonge sous un angle de 3 à 5 degrés vers le nord-est, et est, par conséquent, d'une exploitation facile ; et, comme elle se prolonge sous l'immense étendue de la chaîne de montagnes, elle sera donc, pour ainsi dire, inépuisable pendant de longues générations à venir. » La production du charbon a très-rapidement augmenté pendant les quelques dernières années. En 1833, elle a été de 328 tonnes, et en 1876 de 1 319 918 tonnes. On a exporté 868 817 tonnes dans les autres colonies australiennes et à la Nouvelle-Zélande, en Chine, au Japon, dans l'Inde, à Maurice, à la Nouvelle-Calédonie et à San-Francisco. On a découvert plusieurs veines de charbon schisteux, et les produits de deux d'entre elles sont em-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ployés pour la fabrication de l'huile minérale. Leur épaisseur varie de 0m,60 à 1m,50. Les schistes d'Hartley produisent par tonne 726 litres d'huile brute, ou 504 mètres cubes de gaz, dont le pouvoir éclairant égale celui de quarante bougies. La production totale de la houille jusqu'au 31 décembre 1877, s'est élevée à 17 426 871 tonnes, représentant une valeur de 9 110 203 livres sterling 15 s. 8 d., soit 227 757 096 fr. 50 c.; et celle des schistes à 137 329 tonnes, d'une valeur de 371 432 livres sterling 10 s., ou 9 285 812 fr. 50 c. Le coût de l'extraction par tonne varie de 1 shilling 9 pence (2 fr. 15 c.) à 2 s. 6 d. (3 fr. 10 c.) dans les mines occidentales, et de 2 s. 9 d. (3 fr. 40 c.) dans la houillère de Bulli à 5 s. (6 fr. 25) dans les mines de Newcastle.

On a envoyé à l'Exposition des échantillons pris dans les couches exploitées dans le nord, l'ouest et le sud, et dans les mines de la rivière Hunter, ainsi que quelques échantillons provenant d'une des veines de charbon schisteux.

La valeur totale de l'or extrait des mines à la fin de l'année 1877 s'élevait à la somme de 32 486 332 livres sterling, soit 822 158 300 francs. A part quelques localités, les veines de quartz n'ont pas été exploitées à une grande profondeur, et les ressources aurifères de la colonie ont à peine été touchées. Dans certains cas, on a travaillé les terrains d'alluvion jusqu'à une profondeur de 60 mètres, et il y a de fortes indications de l'existence de filons aurifères à une grande profondeur, dans divers endroits où l'on n'a pas encore tenté de les exploiter. Jusqu'ici l'exploitation de l'or ne s'est faite principalement que dans les lits des rivieres, et dans certains espaces restreints de terrains d'alluvion. On connaît de grandes étendues de terrains qui sont aurifères, et il y a encore un champ immense pour l'emploi rémunératif d'une population considérable dans les alluvions et les mines de quartz aurifère. On attribue le peu de succès de l'exploitation des quartz, dans certains cas, à de fausses spéculations, à l'inexpérience et au défaut de l'outillage nécessaire pour séparer le minerai de sa gangue de quartz, pour l'amalgamer, etc. Le Rév. W. B. Clarke, en parlant d'une visite récente qu'il a faite dans le district occidental, dit qu'il « passa à travers plusieurs kilomètres de pays dans lequel les roches aurifères sont encore dans leur état primitif, et resteront ainsi jusqu'à ce qu'un pionnier heureux tombe par hasard sur quelque point lui offrant des espérances bien déterminées. » La superficie approximative des terrains aurifères connus est de 91 590 kilom. carrés. On a exposé à Paris trente-trois échantillons de quartz aurifères, ainsi qu'une pyramide représentant la production totale de l'or dans la Nouvelle-Galles du Sud.

On connaissait depuis plusieurs années l'existence de l'étain dans la Nouvelle-Galles, mais, jusqu'en 1871, aucune tentative n'avait été faite dans le but d'utiliser ce minerai en l'envoyant sur le marché. Les dépôts les plus étendus se trouvent dans la partie nord de la colonie, mais on en a également découvert dans d'autres districts. La valeur du métal exporté en 1877 s'élevait à 508 540 livres sterling ou 12 713 500 francs; et celle de la production totale, à cette époque, était de 22 375 950 livres sterling, soit 59 398 750 francs. On a obtenu jusqu'ici le minerai dans le lit des cours d'eau, et on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le sépare des matières étrangères par le procédé du lavage. Des dépôts d'étain très-riches ont été découverts dans quelques localités, dans les lits d'anciens cours d'eau, à une profondeur de 18 à 24 mètres ; mais, en général, la couche du sol qui les recouvre n'a guère que quelques mètres d'épaisseur. Des dépôts d'une certaine valeur ont été trouvés dans les quartz, et l'on a établi dans quelques endroits des machines à broyer le quartz pour en retirer le minerai. Les bénéfices de l'exploitation des mines d'étain ont été largement diminués, en raison de la réduction du prix de ce métal, par le fait de l'accroissement de la production des mines australiennes. Les granits contenant de l'étain dans la Nouvelle-Galles du Sud appartiennent à la même formation géologique que ceux du Derwent et du Cornouailles. Des échantillons en ont été envoyés au docteur David Forbes, qui a constaté leur parfaite similitude avec les granits stannifères du Cornouailles, d'Espagne, du Portugal, de Bolivie, du Pérou et de Malacca. M. Buchanan, gardien des mines, déclare dans un rapport, qu'il faudra bien des années avant que les terrains actuellement en exploitation soient épuisés, et il ajoute qu'il est convaincu que les mines d'étain offrent un vaste champ pour l'emploi des classes laborieuses. Les minerais d'étain, exposés dans la partie affectée aux produits de la Nouvelle-Galles du Sud, sont en grand nombre, et montrent les différentes formes sous lesquelles l'on rencontre ce minéral dans la colonie. La superficie approximative de la contrée dans laquelle l'étain existe est de 21 930 kilom. carrés.

La colonie possède plusieurs mines de cuivre, mais quelques-unes des plus riches sont encore à présent éloignées de toute communication par chemin de fer. Les filons, que l'on a exploités jusqu'à ce jour, ont une épaisseur qui varie entre $0^m,30$ et $1^m,50$. D'après l'analyse, ils contiennent de 7 à 49 pour 100 de métal, et l'on trouve assez fréquemment l'or, l'argent, le plomb et le soufre associés au cuivre. La valeur de la quantité de cuivre, exportée pendant l'année 1877, a été d'environ 7 679 525 francs, mais ce chiffre comprend une partie de la production des mines de l'Australie Méridionale envoyée à Newcastle pour y être fondue.

On a également découvert d'importants dépôts de minerais de fer, près de ceux de charbon et de pierre à chaux, dans différentes parties de la colonie. Les premiers essais que l'on a faits dans le but de fabriquer le fer à un prix rémunérateur n'ont pas réussi ; on attribue cependant la non-réussite financière de ces expériences à des causes faciles à prévenir, et l'on espère bientôt pouvoir alimenter la colonie avec du métal de production locale.

Des hématites, du fer magnétique, du chrome et divers autres échantillons de minerai, ainsi que du fer fabriqué dans les hauts fourneaux récemment établis, ont été exposés dans la partie minérale de la section de la Nouvelle-Galles du Sud. Le minerai trouvé à Mittagong contient à peu près 66 pour 100 de fer. Le professeur Liversidge s'exprime ainsi au sujet des mines de Wallerawang : « Elles contiennent deux variétés de minerai, de la magnétite (ou oxyde de fer magnétique), et des hématites brunes ou goethite (oxyde hydraté) ; en outre il existe des couches d'argile et de charbon super-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

posées. Ces couches d'argile sont généralement connues en Angleterre sous le nom de *clay iron ores* (minerais de fer argileux) ; mais celles-ci sont des hématites brunes, de la variété appelée limonite, tandis que les minerais anglais sont d'impurs carbonates de fer, qui contiennent rarement plus de 30 pour 100 de métal, les hématites en contenant quelquefois 50 pour 100. Un grenat très-ferrugineux accompagne les veines de magnétite ; ce grenat est très-riche en métal, et il est probable que l'on trouvera avantageux de le traiter comme les autres minerais, non-seulement à cause de la grande quantité de métal qu'il contient, mais aussi à cause de l'augmentation de fluidité qu'il donnera aux laitiers. »

Par le fait du faible chiffre de la population et de sa dispersion sur une grande étendue, l'activité manufacturière des habitants de la Nouvelle-Galles du Sud est nécessairement limitée aux articles qui peuvent être produits sans une grande division de travail, et qui sont l'objet d'une grande demande. Les premières industries auxquelles on se livre sont celles qui proviennent des conditions de la colonisation, et dépendent largement de l'état des entreprises agricoles et pastorales pour la facilité de leur poursuite et leur succès ultérieur. Dans cette classe se trouvent les moulins à farine, les établissements pour le lavage des laines et les tanneries. A mesure que la population et le nombre des habitations augmentaient, avait lieu un développement proportionnel des industries qui se rattachent à la construction des bâtiments ; les nécessités d'un commerce grandissant ont donné naissance à de grands ateliers de mécanique et de construction de navires ; l'activité dans les travaux des mines a déterminé l'érection de nombreux moulins à broyer le quartz pour l'extraction de l'or, et la construction de fonderies et de hauts fourneaux pour le traitement des minerais d'étain, de cuivre et de fer. La fabrication des cuirs a atteint un grand développement, et celle des tissus de laine peut être considérée comme appelée à prendre une grande extension. Riche en charbon et en fer, « principaux éléments du progrès moderne, » la Nouvelle-Galles du Sud peut aspirer à la première place, comme pays manufacturier, dans l'hémisphère sud. Il y a beaucoup d'excellents mécaniciens, dans la communauté, capables de construire des locomotives, des machines, des navires à vapeur et autres travaux importants qui demandent une grande habileté de la part des ouvriers en bois et en fer. Les principales fabriques qui étaient établies, à la fin de 1876, sont classées dans les rapports officiels ainsi qu'il suit : fabriques d'instruments d'agriculture, 48 ; de tabacs, 21 ; de poudrette, 9 ; de sucre, 70 ; de farine de maïs, 1 ; de drap, 8 ; de savon et chandelles, 32 ; tanneries, etc., 118 ; corroieries, 41 ; fabriques de viandes salées et de conserves, 17 ; suiferies, 29 ; établissements pour le lavage des laines, 47 ; mêmes à vapeur, 16 ; fabriques de colle, 3 ; distilleries, 44 ; raffineries, 2 ; brasseries, 34 ; confiseries, 55 ; fabriques d'épices, 5 ; de confitures, 7 ; de gingerbeer, eaux de seltz, vinaigre, encre, cirage, etc., 126 ; de briques, 320 ; de tuyaux de drainage, 9 ; de chaux, 121 ; de poteries, 11 ; de tuiles, 14 ; scieries à vapeur, 192 ; fabriques de machines, hauts fourneaux pour le traitement du cuivre, du plomb, du fer et de l'étain

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

148; fonderies de caractères, 2; de livres de commerce, 12; de paniers, 7; de charbon de bois, 2; de lits, etc., 19; de chaussures, 87; de brosses, 2; d'ébénisterie (à vapeur), 1; de produits chimiques, 1; de vêtements, 39; de voitures et wagons, 144; de peignes, 1; de feux d'artifice, 1; de gaz, 10; de verre, 4; de chapeaux, 12; de glace, 6; de mâts et poulies, 4; d'orgues, 2; de papier, 2; de cordes, 6; de wagons de chemins de fer, 5; de sel, 2; de navires et chaloupes, 99; fonderies de fer, 5; de cuivre, 18; d'étain, 8; de meubles (à vapeur), 9; d'instruments de chirurgie, 1; de fils de fer, 2; de jalousies, 3. Il y a eu dans l'industrie manufacturière une augmentation quadruple durant les 10 dernières années, tandis que la population de la colonie augmentait à peine de moitié.

Sydney, capitale de la Nouvelle-Galles du Sud, est favorablement située pour le commerce extérieur, qui s'est développé dans une proportion inférieure à celle de l'augmentation de la population. En 1850, avec une population de 265 503 habitants, la valeur totale des importations et exportations de la colonie était de 111 947 950 fr., tandis qu'en 1876, un quart de siècle environ plus tard, après que Victoria et Queensland se furent séparées de la mère colonie, la population s'était élevée à 629 776, et la valeur totale du commerce à 666 917 825 francs, c'est-à-dire 1 078 fr. 75 c. par tête. Les importations en 1876 (dernière année dont les rapports officiels de la douane aient été communiqués à l'auteur de cet opuscule) s'élevaient à la somme de 341 819 400 francs, soit 550 fr. 90 c. par tête de la population recensée au milieu de l'année, et les exportations à 325 098 525 francs, soit 525 fr. 85 c. par tête. Les importations de la dernière période décennale atteignent 2 463 685 425 francs, et les exportations 2 552 229 425 francs; la valeur totale est donc de 5 015 914 850 francs. Mais, quelque élevés que soient ces chiffres en comparaison de la population, ils ne représentent cependant pas la valeur totale du commerce de la Nouvelle-Galles du Sud, particulièrement celle des exportations, car, durant les deux dernières années comprises dans cette période décennale, on n'a tenu aucun compte du commerce d'exportation par la voie de terre avec Victoria. Sur la valeur totale du commerce des dix années finissant en 1876, que l'on peut en chiffres ronds porter à 5 milliards de francs, la valeur des articles échangés entre la Nouvelle-Galles, d'une part, et le Royaume-Uni, les colonies australiennes, et les autres dépendances de la couronne britannique, d'autre part, est de 2 703 090 075 francs. Pendant le cours de cette période, la colonie a acheté pour 1 011 039 750 francs de marchandises de la Grande-Bretagne, et elle a approvisionné les manufactures de la mère patrie de laine et autres articles pour une valeur de 1 158 751 275 francs. La valeur totale des articles, produits des manufactures de la Nouvelle-Galles du Sud, exportés durant cette période est de 2 009 619 250 francs. La valeur réelle en est certainement plus considérable, mais il est difficile de s'en rendre un compte exact, à cause de l'état incomplet des rapports de la douane, dont nous avons parlé plus haut.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les intérêts maritimes de la Nouvelle-Galles du Sud, ainsi que l'indique le tonnage des navires construits et possédés par ses marchands, sont plus considérables que ceux d'aucune autre des colonies de l'Australie. A la fin de 1876, le tonnage des navires construits dans le pays s'élevait à 92 199 tonnes, et celui des navires enregistrés, à 129 628 tonnes. Le tonnage total des bâtiments entrés dans les ports de la colonie en 1876 s'élevait à 1 074 425 tonnes; celui des bâtiments sortis à 1 055 300.

Une grande partie du commerce intérieur du pays converge vers les trois principales lignes de chemins de fer, construites par le Gouvernement et administrées sous sa direction. La ligne du Nord part de Newcastle, et court à travers la contrée carbonifère et la fertile vallée du Hunter jusqu'à Murrurundi. Le trafic des lignes de l'Ouest et du Sud a son point central à Sydney; ces lignes, qui se divisent à Parramatta traversent toutes deux la Nepean sur des viaducs de proportions colossales; et tandis que la ligne de l'Ouest court sur la ligne des montagnes qu'elle gravit près de Penrith, et descend près de Bowenfels par des travaux ingénieux et gigantesques, la ligne du Sud coupe la ligne de partage à travers un défilé escarpé près de Mittagong. Chacune de ces lignes traverse une contrée qui abonde en fer, charbon et autres minéraux, et dans quelques parties de leur parcours, de grandes étendues de terrains propres à la culture des fruits, et aux travaux agricoles en général. Bathurst et Goulburn sont les villes principales de l'intérieur dans l'ouest et au sud, et elles sont situées sur les confins d'une contrée pastorale et agricole d'une grande valeur. La ligne du Nord a été complétée jusqu'à Quirindi (232 kilom.), celle de l'Ouest à Orange (309 kilom.) et celle du Sud à Cootamundra (407 kilom.). La longueur totale des chemins de fer livrés au trafic est de 1 033 kilom. On a fait des contrats pour une extension de 478 kilom.; on en projette 1 110 kilom., et il entre dans la politique du Gouvernement d'étendre les chemins de fer aussi vite que le permettra la difficulté d'obtenir la main-d'œuvre, jusqu'à ce que les lignes atteignent les limites nord, ouest et sud-ouest de la colonie. Le chiffre moyen de kilomètres de chemin de fer livrés au trafic en 1876, a été de 740; le nombre des passagers de 2 478 946, et le tonnage des marchandises transportées de 1 244 252 tonnes.

Les lignes télégraphiques de la colonie ont été construites et sont administrées par le Gouvernement. Tout village de quelque importance jouit de l'avantage d'être en en communication télégraphique avec le reste du monde, et il existe sur les côtes plusieurs stations communiquant entre elles pour le signalement des gros temps et autres services maritimes. Le prix d'envoi d'un télégramme de dix mots d'un lieu à un autre de la colonie, quelle que soit la distance qui les sépare, est de 1 shilling (1 fr. 25 c.). Des communications télégraphiques existent de même avec les diverses villes des autres colonies de l'Australie et sont également bon marché. La ligne construite par le Gouvernement de l'Australie méridionale, à travers le centre du continent jusqu'à Port Darwin, nous met en rapport avec l'Inde et l'Europe, et les gouvernements de la Nou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

velle-Galles et de la Nouvelle-Zélande ont posé un cable sous-marin entre les deux colonies, qui est entretenu par des subsides annuels, et est en excellente opération depuis 1876.

Les facilités postales sont encore plus étendues. En 1876, il y avait 782 bureaux de poste; les courriers ont parcouru 6 262 076 kilom. sur des routes ayant une longueur totale de 29 624 kilom. Le timbre pour toutes les lettres expédiées dans l'intérieur de la colonie est de 0 fr. 20 c. par demi-once (14^{gr},15), et les journaux sont envoyés sans frais. Le nombre des lettres durant l'année 1876 s'est élevé à 14 466 900; celui des journaux à 6 917 200, et celui des paquets à 413 900. Trois lignes distinctes de paquebots à vapeur communiquent régulièrement avec le Royaume-Uni; le service viâ San-Francisco est subventionné par les gouvernements de la Nouvelle-Galles du Sud et de la Nouvelle-Zélande, celui qui suit la voie du détroit de Torres par Queensland, et le service viâ Suez par Victoria.

Pendant le dernier trimestre de l'année 1876, dix banques étaient en opération dans la Nouvelle-Galles du Sud; le total de leur passif s'élevait à 396 397 375 francs, et leur actif à 491 409 150 francs. Leur passif se décomposait ainsi : billets en circulation, 28 283 275 francs; billets à ordre, 781 000 francs; balance due à d'autres banques, 3 761 350 francs; et dépôts 363 571 750 francs. L'actif comprenait : espèces d'or et d'argent 67 227 850 francs, billon 2 255 175 francs; propriété territoriale, 8 429 150 francs; billets (de banque et à ordre) provenant d'autres banques, 1 682 625 francs; balance due par diverses banques, 105 075 900 francs; billets de banque, billets escomptés, et autres créances, 306 738 450 francs. Leur capital réalisé était de 198 750 000 francs; le total des dividendes payés dans l'année, de 13 074 375 francs; et celui des profits réservés à l'époque de la déclaration des dividendes, de 62 166 450 francs. Les sommes portées au crédit de 44 273 personnes dans les caisses d'épargne de la colonie s'élevaient à 42 598 300 francs, soit à raison de 962 fr. 15 c. pour chaque dépositaire. Au 31 décembre 1876, les espèces monnayées entre les mains des banques et à la Monnaie formaient une somme de 71 995 400 francs; et la quantité frappée jusqu'à cette date à la succursale de la Monnaie Royale à Sydney, s'élevait à la somme totale de 990 550 000 francs.

Les gages des charpentiers, forgerons, charrons, maçons, et autres bons ouvriers, se sont maintenus durant les dix dernières années entre 10 et 15 francs par journée de huit heures. Les gages ordinaires d'un laboureur ou d'un valet de ferme sont de 875 à 1 125 francs par an, y compris le logement et la nourriture, et ceux des domestiques varient entre 650 et 1 300 francs. Au 31 décembre 1876, les articles suivants se payaient, au détail, ainsi qu'il suit : petit salé, de 0 fr. 70 c. à 1 fr. la livre (0^{k},453); bleu, de 1 fr. à 1 fr. 25 c.; pain, de 0 fr. 30 c. à 0 fr. 40 c. la miche de 2 livres; beurre frais, 0 fr. 90 c. la livre; salé, 0 fr. 60 c.; chandelles (moulées), de 0 fr. 50 c. à 0 fr. 60 c. la livre; fromage anglais, de 1 fr. 85 c. à 2 fr. 15 c.; fromage, de la Nouvelle-Zélande, 1 fr. 25 c.; fromage américain, de 1 fr. 25 c. à 1 fr. 45 c.; fromage co-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lonial, de 0 fr. 50 c. à 1 fr. la livre; café, de 1 fr. 65 c. à 1 fr. 85 c. la livre; œufs, 1 fr. 85 c. la douzaine; farine (1re qualité), 30 fr. 25 c. les 100 livres; lait, de 0 fr. 40 c. à 0 fr. 50 c. la bouteille; bœuf frais, de 0 fr. 40 c. à 0 fr. 70 c.; bœuf salé, de 0 fr. 30 c. à 0 fr. 45 c.; mouton frais, de 0 fr. 30 c. à 0 fr. 50 c.; et salé, de 0 fr. 30 c. à 0 fr. 45 c.; porc, de 0 fr. 50 c. à 0 fr. 80 c.; veau, de 0 fr. 60 c. à 0 fr. 80 c.; moutarde, de 1 fr. 25 c. à 1 fr. 85 c. la livre; huile de pétrole, 2 fr. 50 c. à 2 fr. 70 c. le gallon (4l,50); gruau, 0 fr. 30 c. à 0 fr. 35 c. la livre; poivre, de 0 fr. 80 c. à 1 fr. 45 c. la livre; pommes de terre, de 7 fr. 50 c. à 10 fr. les 100 livres; le riz, de 0 fr. 25 c. à 0 fr. 35 c.; le sagou, 0 fr. 40 c. la livre; le sel, 6 fr. 90 les 100 livres; le savon, 32 fr. 50 c. pour la même quantité; l'amidon, de 0 fr. 50 c. à 0 fr. 60 c. la livre; le sucre, de 0 fr. 35 c. à 0 45 c.; le thé, de 1 fr. 65 c. à 3 fr. 10 c.; le tabac américain, de 4 fr. 65 c. à 5 fr. 60 c.; le tabac colonial, de 1 fr. 85 c. à 3 fr. 10 c., et le miel, 0 fr. 60 c. la livre; le fourrage d'avoine, de 100 à 150 francs; la luzerne, de 112 fr. 50 c. à 137 fr. 50 c.; le foin, de 50 à 75 fr. la tonne; le maïs, 6 fr. 25 c.; l'avoine, 5 fr. 60 c.; le son, 1 fr. 85 c.; le foin de recoupe, 1 fr. 85 c. le boisseau; la paille, de 5 fr. 60 c. à 7 fr. 50 c. les 100 livres; le charbon, de 25 fr. à 32 fr. 50 c.; et le bois, 20 fr. par tonne; les pommes, de 0 fr. 60 c. à 1 fr. 25 c.; les ananas, de 15 fr. à 18 fr. 75 c.; les bananes, de 0 fr. 60 c. à 1 fr. 25 c.; les oranges, de 1 fr. 25 c. à 1 fr. 85 c. par douzaine; et les fraises, de 0 fr. 60 c. à 1 fr. 25 c. la mesure; les navets, de 2 fr. 50 c. à 3 fr. 75 c. la douzaine de paquets; les oignons, 0 fr. 20 c. la livre; les choux, de 3 fr. 10 c. à 6 fr. 25 c. la douzaine; les carottes, de 2 fr. 50 c. à 3 fr. les douze paquets; les petits pois, de 2 fr. 50 c. à 3 fr. 10 c. la mesure; les panais, même prix pour les douze paquets, et les haricots verts, de 1 fr. 25 c. à 1 fr. 85 c. la mesure. Tels sont les prix à Sydney. En ce qui regarde la colonie en général, on peut affirmer qu'il est facile d'obtenir du travail, que les salaires sont généralement élevés, et que le coût de l'existence y est uniformément bon marché.

La forme du gouvernement, tant parlementaire que municipal, est modelée sur celle des institutions de l'Angleterre, et le but des hommes d'Etat coloniaux est de maintenir le gouvernement représentatif de la Nouvelle-Galles du Sud en harmonie avec l'esprit aussi bien que la procédure de la Chambre des Communes. La justice est administrée impartialement dans tout le pays, et des écoles publiques entretenues aux frais du Gouvernement sont établies partout. On a voté cette année-ci, pour pourvoir aux frais de l'instruction publique, la somme de 8 millions de francs.

La politique du gouvernement, en aliénant les terres de la Couronne, a eu pour but de faciliter l'acquisition de propriétés territoriales aux gens peu aisés qui désirent s'établir sur le sol, dans le but de le cultiver ou d'y exploiter des mines; les terrains dont on ne peut ainsi disposer actuellement étant laissés aux mains des éleveurs à un loyer nominal. La superficie totale des terrains aliénés avant 1876, était d'environ 8 000 000 d'hectares, ce qui en laisse 72 000 000 que l'on peut encore acheter, sauf les parties qui ont été réservées pour la conservation des forêts et autres besoins pu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

blics. Le prix ordinaire de la terre est de 62 fr. 50 l'hectare, et c'est son prix absolu lorsqu'elle est achetée d'après le système conditionnel dans le but de la cultiver. Toute personne au-dessus de 16 ans peut choisir là où elle l'entend, tout terrain non aliéné ou qui n'est pas compris dans les réserves du Gouvernement, avant ou après l'arpentage, formant un bloc de 16 hectares au moins, et n'en excédant pas 256 ; la balance de l'achat devant être payée à l'expiration de trois années, et par portions de 3 fr. 10 au moins par hectare et par an ; ces payements servant à liquider en même temps l'intérêt à 5 pour 100 aussi bien que la somme principale. La terre est vendue sous des conditions de résidence et d'amélioration de la part de l'acheteur. Les terrains métallifères peuvent être loués par le gouvernement, à un prix annuel de 15 fr. 60 l'hectare pour un terme de vingt ans, renouvelable à la volonté du locataire, ou vendus à raison de 125 francs l'hectare, à la condition que l'acheteur s'engage à dépenser une somme égale en améliorations, dans les trois ans.

Le revenu de la colonie pendant l'année 1876 s'est élevé à 125 941 550 francs; le taux moyen de l'imposition étant de 47 francs par tête. Les principales sources du revenu sont : les douanes, qui ont fourni 29 035 150 francs; la vente, le loyer et l'intérêt des terrains, qui ont contribué pour 69 325 075 francs ; les chemins de fer et les recettes de la poste, qui ont produit 21 731 850 francs. Le tarif des douanes consiste en droits spécifiques prélevés sur un total de cinquante-cinq articles seulement, et la Nouvelle-Galles du Sud impose moins de restrictions au commerce qu'il n'en existe sous le système fiscal d'aucune autre colonie de l'Australie. La dette publique s'élevait, au 31 décembre 1876, à 293 987 975 francs, ce qui donne une moyenne de 466 fr. 75 c. par tête de la population. Cette dette provient de la construction des chemins de fer, des lignes télégraphiques, jetées, et autres améliorations d'utilité publique. Parmi ces travaux, les chemins de fer et les lignes télégraphiques sont très-productifs, et l'on espère qu'ils donneront avant peu des bénéfices sur le capital employé dans leur construction.

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

L'industrie du miel en Amérique. — L'apiculture constitue, aux États-Unis, une branche d'industrie considérable, car on estime qu'il s'y fabrique et se vend par année plus de 35 000 000 livres de miel (15 750 tonnes). Cette industrie, comme d'ailleurs toutes celles qui se pratiquent sur une large échelle dans ce pays, est entre les mains de personnes disposant de grands capitaux.

Les apiculteurs entretiennent en moyenne de 2 300 à 5 000 essaims ; mais il en est quelques-uns, comme par exemple MM. Thurber et comp. de New-York, qui en ont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

jusqu'à 12 000. On comprend ce qu'une semblable agglomération demande de soins.

L'habitude est d'affermer. On traite généralement avec des fermiers possédant des jardins capables de recevoir des ruchers d'environ cent essaims. Le prix du fermage se règle en argent ou en part du produit, et tous les soins d'appropriation et de nettoyage incombent aux propriétaires des essaims, qui envoient, à différentes époques, des hommes spéciaux chargés de ce travail.

On estime qu'un acre de terre en moyenne ($0^{hect.}$,40) peut entretenir 25 essaims, qui, à raison de 50 livres par essaim (22^{k},50), produisent 362^{k},50 de miel. A ce compte, MM. Thurber et comp. obtiennent donc annuellement 270 000 kilog. Pendant cinq semaines de l'année, deux scies à vapeur sont constamment occupées chez eux à débiter le bois nécessaire à la confection de 72 000 boîtes.

Pour arriver à donner un tel développement à l'industrie du miel, les Américains ont appporté tous leurs soins à l'élève des abeilles et ils n'ont pas reculé, à cet effet, d'aller au début chercher des *reines* dans les meilleurs pays de production, surtout en Italie et à Chypre, où ils en ont payé quelquefois jusqu'à 10 livres (250 fr.) la pièce. Mais aujourd'hui, grâce à des éducations et des sélections judicieusement faites, le pays lui-même en produit et en vend d'excellentes à un prix qui varie de 1 à 5 dollars (5 à 25 francs).

(*The Times* et *Journal of the Society of arts*).

Le nickel de la Norwège. — Dans ces dernières années, la production du nickel a pris une grande importance en Norwège.

La première mine de ce métal fut ouverte en 1846, par une compagnie anglaise, dans la vallée d'Espedal ; mais les travaux ne durèrent que dix ans, en raison des difficultés de transport. Plus tard, des exploitations ont été commencées à Ringerike et à Bamble, près Skien, et le nombre ne tarda pas à s'en élever jusqu'à onze, de 1861 à 1865, produisant en moyenne 3 450 tonnes par année. Enfin, en 1875, il y avait quatorze mines ouvertes, ayant fourni au maximum 34 500 tonnes. La majeure partie est exportée à l'état de minerais, et le reste traité sur place. Le nombre des ouvriers mineurs employés dans les exploitations est d'environ 460.

(*Ibid.*) (M.)

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 27 juin 1879.

Présidence de M. Dumas, président.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CORRESPONDANCE. — M. *Lebianc* (André), passage Joissans, 4, à Malakoff, rappelle une communication qu'il a faite pour indiquer un moyen qui, selon lui, doit amortir les vibrations causées par les marteaux mécaniques. Il fait connaître de nouvelles expériences où le massif est entouré d'une tranchée profonde remplie de bois, qui empêche la transmission des vibrations. (Arts mécaniques.)

Mme *Siat* (Hortense), avenue d'Argenteuil, à Asnières (Seine). Nouveau système d'aérostats dirigeables. (Arts mécaniques.)

M. *Guibot*, avenue de Saint-Ouen, 121, à Paris, demande le concours de la Société pour l'aider à produire un nouveau procédé de photo-lithogravure. (Beaux-arts.)

M. le *Président* présente à la Société, de la part de M. *de Comberousse*, deux exemplaires de son *Histoire de l'Ecole centrale des arts et manufactures* depuis sa fondation, en 1829, jusqu'à ce jour.

Cet important ouvrage expose le but, les progrès de cette grande institution qui a eu la plus salutaire influence sur l'industrie française, en élevant le niveau des études de ceux qui la dirigent. Elle a, en effet, créé le corps des ingénieurs civils, qui manquait à la France et que l'Angleterre et d'autres nations voisines possédaient déjà sous d'autres formes. L'ouvrage de M. *de Comberousse* montre l'importance et la rapide extension que l'influence de cette école a prises dans toutes les branches de l'industrie, et fait connaître ainsi les motifs qui ont obligé à lui donner un développement en rapport avec les besoins toujours croissants de l'industrie.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Arts chimiques*. — M. *Peligot* fait, au nom du comité des arts chimiques, un Rapport pour demander la déclaration d'une vacance dans les correspondants étrangers de ce comité.

Deux correspondants, M. *Rosenstiehl* et M. *Guignet*, qui étaient à l'étranger sont maintenant établis en France, et devront être remplacés. Le Conseil ayant nommé Sir *Henri Bessemer* pour l'une de ces vacances, le comité demande à être autorisé à combler la deuxième vacance.

Le Conseil consulté déclare une deuxième vacance dans les correspondants étrangers du comité des arts chimiques.

COMMUNICATIONS. — *Etude des produits méthylés et préparation de l'alcool méthylique pur*. — M. *Bardy*, directeur des laboratoires de l'Administration des contributions indirectes, expose devant la Société le résultat de ses recherches sur l'application du méthylène à la fabrication des couleurs méthylées dérivées de la houille. Il indique un nouveau procédé permettant d'obtenir facilement de l'alcool méthylique, en partant des produits commerciaux, et il expose les méthodes qu'il a fait connaître pour l'analyse des mélanges d'alcool vinique et d'alcool méthylique.

Lorsque, en 1838, dit-il, MM. *Dumas* et *Peligot* ont publié leur remarquable travail sur l'alcool méthylique, personne ne soupçonnait quelle serait l'importance qu'acquérerait ce nouvel alcool, extrait à grand peine des produits goudronneux provenant de la distillation du bois.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le travail de ces deux savants éminents est resté comme un modèle de netteté et de précision ; le mode de purification de l'alcool méthylique qu'ils ont donné n'a subi aucune modification jusqu'ici ; il fournit un produit d'une pureté irréprochable : néanmoins, comme il est assez laborieux lorsqu'on veut préparer une quantité un peu notable d'alcool méthylique pur, nous avons cherché, M. *Lucien Bordet* et moi, s'il ne serait pas possible d'arriver à faire cette purification d'une manière plus facile et plus économique.

Le but que nous poursuivions a été atteint : on peut, à l'aide de notre méthode, préparer rapidement de très-grandes quantités d'alcool méthylique pur, en prenant, comme point de départ, les méthylènes ordinaires du commerce.

Les méthylènes que les usines livrent actuellement sont d'ailleurs bien supérieurs à ceux qu'on pouvait se procurer il y a une quinzaine d'années ; cette industrie a fait des progrès considérables, elle s'est pour ainsi dire transformée par suite des besoins qu'a fait naître la découverte des matières colorantes méthylées extraites du goudron de houille.

Comme j'ai suivi très-attentivement les progrès de cette industrie, que j'ai assisté à ses débuts et que j'ai contribué pour une faible part à son développement, je désire, avant d'aborder mon sujet, rappeler à la Société les différentes phases par lesquelles la fabrication de ces couleurs a passé avant d'arriver à la perfection qu'elle a atteint aujourd'hui. Les détails que je vais donner n'ont qu'un intérêt rétrospectif ; mais comme quelques-uns n'ont jamais été publiés, j'ai pensé que, peut-être, ils pourraient intéresser la Société.

La première tentative d'application industrielle du méthylène date de 1861.

A cette époque, M. *Ch. Lauth* annonça qu'en soumettant à l'action des divers agents oxydants la méthylaniline produite au moyen de l'iodure de méthyle et de l'aniline, il avait obtenu une matière colorante violette, teignant parfaitement la laine et la soie.

La couleur ne lui parut pas stable, et il termina son travail en disant : « Toutes les couleurs que j'ai obtenues avec la méthylaniline ne résistant pas à l'action de la lumière, la molécule méthyle semble donc devoir être rejetée dans la formation des matières colorantes artificielles. »

En 1863, M. *Hofmann* prit un brevet pour la transformation de la rosaniline en violet au moyen de l'iodure d'éthyle ou de l'iodure de méthyle. La matière colorante, ainsi produite, était insoluble dans l'eau ; malgré ce défaut sa nuance était si vive et si pure que, malgré le prix élevé de l'iode, la nouvelle fabrication prit bientôt une très-grande importance. L'iodure de méthyle, trop volatil et surtout trop difficile à préparer avec les méthylènes impurs du commerce, fut abandonné presque de suite et, en fait, tous les violets fabriqués furent produits à l'aide de l'iodure d'éthyle.

L'idée de substituer des radicaux alcooliques à l'hydrogène de la rosaniline avait été émise avant M. *Hofmann* par M. *E. Kopp*, mais aucune application n'en avait été

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

faite et il est juste de reconnaître que c'est à M. *Hofmann* que l'industrie est redevable des beaux violets qu'elle a fabriqués pendant si longtemps.

En 1866, je repris les travaux de M. *Ch. Lauth* sur la méthylanine, et je fus frappé de la similitude des propriétés que présentaient le violet de méthylaniline et le violet *Hofmann*.

Je cherchai donc à obtenir le violet de méthylaniline dans des conditions qui permissent de le fabriquer industriellement.

M. *Hofmann* et M. *Lauth* employaient tous deux l'iode, produit assez rare et d'un prix élevé; mais tandis que la fabrication des violets de rosaniline substitués n'a besoin que d'une faible quantité d'iodure de méthyle ou d'éthyle, puisqu'elle agit sur un produit déjà très-pur et auquel la nouvelle transformation ne fera subir que peu de déchets, la fabrication de la méthylaniline, au contraire, exige l'emploi de quantités énormes d'iode pour préparer la matière première nécessaire qui, finalement, ne donnera que très-peu de violet purifié.

Pour une fabrication d'importance très-minime, il aurait fallu mettre en œuvre journellement pour plus de 100,000 francs d'iode : c'était plus qu'une difficulté, c'était une impossibilité.

Mes premières recherches portèrent donc sur la préparation de la méthylaniline.

Après avoir essayé, sans succès, de substituer le bromure ou le chlorure de méthyle à l'iodure, je m'arrêtai à l'emploi du nitrate de méthyle.

Mais ici de bien grandes difficultés d'exécution se présentèrent.

Le méthylène du commerce était loin de ressembler à ce qu'il est aujourd'hui : c'était un liquide coloré, à odeur irritante, présentant un point d'ébullition très-bas.

Il était, de plus, impossible de compter sur la régularité des produits livrés par les usines; certaines variétés se prêtaient assez bien aux transformations, d'autres fournissaient des résultats absolument contraires à ceux qu'on cherchait à obtenir.

La fabrication du nitrate de méthyle, dans ces conditions, était extrêmement pénible; le produit brut de la réaction avait besoin de subir de nombreuses purifications et les manipulations, vous le savez (et malheureusement l'expérience l'a prouvé récemment), présentent un grand danger : la moindre surchauffe des vapeurs pouvant déterminer l'explosion de la totalité du produit existant dans l'usine.

A ce danger venait s'en ajouter un autre non moins grand. Par suite de l'impureté des méthylènes mis en œuvre, il se dégageait souvent, spontanément, des quantités considérables d'acide cyanhydrique.

La vie des ouvriers était sans cesse mise en péril; on ne pouvait songer à continuer la fabrication d'un pareil produit, et cependant les engagements commerciaux exigeaient impérieusement que les travaux de l'usine ne fussent pas suspendus.

On fabriqua de cette manière plus de 40 000 kilog. de nitrate de méthyle; les accidents nombreux, qui se produisirent durant ce travail, endommagèrent le matériel seul;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les ouvriers souffrirent beaucoup, furent sérieusement incommodés, mais aucun d'eux ne succomba.

La méthylaniline, produite par le nitrate de méthyle, laissait de son côté beaucoup à désirer; elle renfermait souvent des produits nitrés, dont la présence rendait la fabrication du violet très-laborieuse; de plus, dans certains cas, la nuance du violet était totalement modifiée et se rapprochait beaucoup de celle du rouge d'aniline.

Je fus alors assez heureux pour pouvoir réaliser la méthylation de l'aniline à l'aide du procédé que M. *Berthelot* avait découvert pour la préparation des dérivés alcooliques de l'ammoniaque, procédé qui consiste à chauffer la base additionnée d'acide chlorhydrique avec l'alcool dont on veut obtenir le radical.

Les essais faits au laboratoire donnaient des résultats séduisants, mais la réalisation industrielle était, sinon impossible, du moins rendue extrêmement difficile par suite des hautes pressions nécessaires pour la transformation. Elles atteignaient et dépassaient même quelque fois 200 atmosphères !

Les impuretés du méthylène étaient encore, dans ce cas, la cause de tout le mal; les usines mal outillées, et ne prévoyant pas les débouchés considérables que la nouvelle industrie pouvait fournir au méthylène, se refusaient à faire subir aucune purification à leur produit qu'elles considéraient comme un résidu.

De leur côté, les constructeurs hésitaient à établir des appareils devant résister à ces énormes pressions; aucun ne voulait assumer la responsabilité d'accidents probables résultant de l'explosion de ces engins, véritables obus, dont la rupture pouvait entraîner des malheurs irréparables.

Après de nombreux pourparlers, un constructeur consentit enfin à fabriquer un appareil en fer forgé; mais il exigea que j'en fisse les dessins; de plus, je dus surveiller l'exécution de l'engin et accepter toute la responsabilité des accidents qui pourraient se produire.

Je n'entrerai pas dans les difficultés d'un autre ordre qui se présentèrent lorsqu'on voulut se servir de l'appareil; les ouvriers, effrayés par les blindages dont on avait entouré les fourneaux et mis en défiance par les petites explosions qui s'étaient produites au laboratoire par suite de la rupture des tubes en verre scellés à la lampe, dans lesquels j'avais fait mes essais, refusèrent d'approcher de l'appareil même pour le chauffer.

Cette difficulté ne pouvait me tenir longtemps en arrêt, j'avais confiance dans la solidité de mon appareil; toutes les précautions nécessaires, d'ailleurs, ayant été prises, je fis donc seul les premières expériences industrielles.

Pendant plus de six mois, les essais se succédèrent sans interruption et sans accidents autres que de légères paniques causées soit par le soulèvement de la soupape, soit par la rupture du joint du manomètre.

La méthylaniline, ainsi obtenue, jouissait de propriétés spéciales, la substitution du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

radical alcoolique était plus avancée ; on produisait de la diméthylaniline et non plus de la monométhylaniline, comme avec l'iodure de méthyle. Cette modification dans la nature de l'alcoloïde fut des plus heureuses ; le violet acquit une teinte beaucoup plus bleue et les rendements, augmentèrent dans une forte proportion.

Il fallut plus d'une année de recherches suivies pour arriver à rendre le procédé industriel. Les principales modifications portèrent sur la nature du méthylène employé ; cet alcool fut purifié ; on élimina autant qu'il fut possible l'acétone, ainsi que les substances attaquables par l'acide sulfurique, substances qui étaient si abondantes dans les méthylènes bruts, que l'addition d'acide sulfurique à ces derniers les charbonnait au point de rendre toute la masse solide.

A partir du moment où l'on eut un méthylène à peu près purifié, les pressions baissèrent considérablement ; les appareils, ne devant plus supporter qu'une pression de 25 à 30 atmosphères, purent être agrandis et leur fabrication cessa de devenir une difficulté et un effroi pour les constructeurs.

La nouvelle fabrication, placée entre les mains d'un habile industriel, n'a pas tardé à prendre un développement considérable et à l'heure actuelle les violets de méthylaniline se fabriquent partout à l'exclusion de tous les autres.

La méthode, réalisée en 1867, n'a pas subi de modification : elle est en usage en France, en Angleterre, en Allemagne et en Suisse, et l'importance de la fabrication est devenue telle, qu'on méthyle plus de 2 000 kilog. d'aniline par jour dans les diverses usines de matières colorantes.

Je craindrais d'abuser de l'attention de la Société en entrant dans de plus grands détails sur cette fabrication ; je veux maintenant décrire rapidement le procédé de purification du méthylène que M. *L. Bordet* et moi nous avons adopté.

Dans ces dernières années, on a proposé de purifier l'alcool méthylique en le transformant en éther méthylformique. Cette méthode ne pouvait offrir d'avantages réels sur celle anciennement connue, qu'autant qu'on serait en possession d'un bon procédé pour la préparation de l'éther formique.

Les méthodes connues étaient toutes d'une exécution difficile et les rendements étaient très-éloignés du rendement théorique.

Les méthodes connues étaient toutes d'une exécution difficile et les rendements étaient très-éloignés du rendement théorique.

En distillant de l'alcool méthylique avec un mélange d'eau, de bioxyde de manganèse et d'acide sulfurique, on obtient une réaction très-vive ; il se dégage des torrents de gaz qui rendent la condensation du formiate de méthyle à peu près impossible. De plus, l'éther obtenu est souillé d'une quantité considérable de méthylal, bouillant à 42°. Ce procédé est donc impraticable.

La distillation de l'alcool méthylique avec de la glycérine saturée d'acide oxalique donne de très-faibles rendements.

L'emploi de l'acide formique cristallisable qui éthérifie l'alcool méthylique par un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

simple contact suffisamment prolongé, a l'inconvénient d'être extrêmement coûteux par suite du prix élevé de l'acide cristallisable.

Enfin, la distillation d'un formiate avec l'alcool méthylique, saturé de gaz acide chlorhydrique, entraîne un dégagement de fumées acides très-désagréables, et si l'acide chlorhydrique est resté en contact un peu prolongé avec l'alcool méthylique, on n'obtient pour ainsi dire que du chlorure du méthyle. La saturation du méthylène par le gaz acide chlorhydrique est en outre une opération très-longue.

Nous avons modifié ce dernier procédé et nous avons fait agir sur du formiate de soude sec un mélange d'alcool méthylique et d'acide chlorhydrique aqueux du commerce. Nous avons reconnu que, dans ces conditions, le formiate de méthyle prend naissance presque instantanément et s'isole facile facilement par distillation. Le rendement est très-voisin du rendement théorique ; l'éthérification a donc lieu d'une manière à peu près complète : ce fait est digne de remarque si l'on songe que la réaction se passe en présence d'une quantité considérable d'eau.

Le formiate de méthyle produit est d'une pureté parfaite, il bout à 32°.

Rien n'est plus facile, en partant de cet éther que d'obtenir de l'alcool méthylique pur; il suffit de le saponifier par la quantité théorique de soude correspondante à l'acide formique qu'il renferme. Comme l'attaque a lieu à la température ordinaire, on n'a pas à redouter une action ultérieure de l'alcali sur l'alcool régénéré, et comme, de plus, le formiate de soude est déliquescent, on peut employer une lessive alcaline très-concentrée, ce qui offre l'avantage très-précieux de fournir immédiatement de l'alcool méthylique à un degré élevé. La première distillation donne, en effet, un produit marquant 65° à 70° à l'alcoomètre, qu'il suffit de rectifier une fois sur du carbonate de potasse, puis sur du sodium pour l'obtenir entièrement privé d'eau.

Les rendements sont aussi voisins du rendement théorique qu'il est possible de le désirer.

Remarquons que le résidu de la saponification du formiate de méthyle est du formiate de soude pur, que l'on peut dessécher et employer de nouveau pour la préparation du formiate de méthyle ; il résulte de là qu'une quantité donnée de formiate de soude peut servir à la purification de quantités considérables d'alcool méthylique.

J'ajouterai que l'on peut remplacer la soude par la chaux dans la série des opérations que je viens de décrire et que, dans ces conditions, l'opération devient suffisamment économique pour qu'il ne soit pas téméraire d'affirmer que le procédé pourrait être employé industriellement.

Les matières colorantes artificielles nécessitent, avons-nous dit en commençant, l'emploi d'un alcool méthylique aussi pur que possible : il en résulte que les usines sont forcées de produire, en même temps que cet alcool, une quantité considérable de méthylènes de basse qualité, dans lesquels les impuretés se trouvent accumulées. Le principal emploi de ces produits réside dans la dénaturation de l'alcool vinique que l'industrie utilise sous le bénéfice de la modération de taxe accordée par la loi.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Des industriels, peu scrupuleux, n'ayant pas craint de verser dans la consommation de bouche des alcools dénaturés avec des méthylènes assez purs, le Comité consultatif des arts et manufactures pour remédier à cet abus, aussi préjudiciable aux intérêts du Trésor que nuisible pour la santé publique, a prescrit de n'employer dorénavant, pour effectuer la dénaturation, que des méthylènes ne renfermant pas plus de 40 pour 100 d'alcool méthylique, et contenant, par conséquent, une proportion considérable de substances à odeurs fortes et à saveurs désagréables. Dans ces conditions, les révivifications clandestines deviennent impossibles.

Cette décision du Comité consultatif nécessite l'analyse de nombreux échantillons de méthylènes ; comme ces opérations s'effectuent dans le service à la tête duquel j'ai l'honneur d'être placé et que l'industrie a intérêt à connaître la méthode qui y est employée, je demande à la Société la permission de dire en quelques mots en quoi elle consiste :

En 1873, M. *Krell* a fait connaître pour le dosage de l'alcool méthylique dans les méthylènes, une méthode fondée sur la transformation de l'alcool méthylique en iodure de méthyle. Cette méthode a été modifiée par MM. *Krœmer* et *Grodski ;* mais les travaux de ces savants ont laissé subsister deux lacunes importantes. D'une part, ils n'ont pu prouver que l'alcool méthylique pur se transforme intégralement en iodure de méthyle, dans les conditions où s'effectuent les analyses ; en second lieu, leur méthode donne des résultats inexacts, lorsque les méthylènes renferment de l'acétone, c'est-à-dire dans le cas presque général.

M, *L. Bordet* et moi nous avons étudié de nouveau cette méthode et nous avons réussi à résoudre ces deux difficultés, de sorte que le principe de la méthode se trouve à l'abri de toute objection.

Je n'entrerai pas dans les détails de nos expériences : je dirai seulement que nous avons reconnu que la quantité d'iodure de méthyle recueillie doit être augmentée :

1° Du volume de l'iodure de méthyle resté en vapeur dans l'appareil à la fin de l'expérience.

2° De la quantité d'iodure de méthyle dissoute dans les eaux de lavage de l'iodure recueilli.

Dans le cas d'un méthylène renfermant de l'acétone, ce dernier corps, passant à la distillation, augmente le pouvoir dissolvant de l'eau par rapport à l'iodure de méthyle ; il en résulte une perturbation très-notable. Nous remédions à cet inconvénient en prenant, pour le calcul de chaque essai, un coefficient fourni par une table que nous avons dressée à cet effet.

L'analyse se fait de la manière suivante :

On introduit dans un petit ballon, mis en communication avec un réfrigérant de forme spéciale, 15 grammes d'iodure de phosphore, puis à l'aide d'une pipette, exactement jaugée, on fait pénétrer goutte à goutte dans le ballon, d'abord 5 cc. de mé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

thylène à essayer, puis 5 cc. d'acide iodhydrique chargé d'iode. (Parties égales d'acide de densité 1.7 et d'iode).

Lorsque la réaction est achevée, on distille l'iodure formé, en chauffant légèrement au bain-marie, et on le recueille dans un tube gradué.

On lit le volume d'iodure recueilli, puis on le lave à l'eau. La diminution de volume, constatée à la suite de ce lavage, sert à déterminer le coefficient dont on doit faire usage pour le calcul de l'analyse.

Ainsi effectuée, l'opération et très-rapide et les résultats sont d'une exactitude plus que suffisante pour tous les besoins industriels.

Nous avons essayé, à l'aide de cette méthode, les produits de la plupart des fabriques françaises et, en outre, plusieurs échantillons provenant d'Allemagne et d'Angleterre.

Les plus beaux de ces produits ne renferment jamais plus de 94 à 95 pour 100 d'alcool méthylique; les moins riches n'en contiennent que 35 à 40 pour 100.

Le degré apparent, mesuré à l'alcoomètre, varie, d'ailleurs, de 90 à 99°.

Leur espect, leur odeur plus ou moins forte, la façon dont ils se comportent avec l'acide sulfurique ne permettent pas d'apprécier, même d'une manière très-approximative, leur richesse en alcool méthylique.

En fait, les méthylènes commerciaux sont des mélanges de composition extrêmement variable et il est absolument nécessaire de les analyser lorsqu'on veut les employer à des préparations chimiques dans les laboratoires ou dans l'industrie.

Le procédé de dosage, que je viens de décrire, fournirait des résultats absolument erronés, si le méthylène analysé renfermait de l'alcool vinique; car, dans ce cas, on recueillerait un mélange d'iodure de méthyle et d'iodure d'éthyle.

J'ai très-souvent à examiner des méthylènes, présentés pour la dénaturation dans lesquels on soupçonne la présence de l'alcool vinique : dans beaucoup de cas la supercherie est facile à prouver; dans d'autre, au contraire, il est très-difficile de rien découvrir.

Consultés au sujet de ces fraudes, en 1876, par le département des finances. M. *Riche* et moi nous avons appliqué à la solution du problème la propriété caractéristique que possède l'aldéhyde acétique de transformer le rouge d'aniline en une nouvelle matière colorante violette.

Le produit à essayer est oxydé par un mélange, à proportions convenables, d'acide sulfurique et de permanganate de potasse; on ajoute ensuite une solution d'hyposulfite de soude pour dissoudre l'oxyde de manganèse qui s'est précipité, puis quelques gouttes d'une dissolution étendue de chlorhydrate de rosaniline.

Si le produit analysé renferme de l'alcool vinique, le liquide prend immédiatement une teinte violette; s'il est exempt d'alcool, il demeure, au contraire, incolore.

L'aldéhyde formique ne se produit pas dans les conditions de l'essai, de sorte qu'on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

arrive très-facilement à déceler des traces d'alcool vinique mélangé à du méthylène.

Je disais tout à l'heure que l'on rencontre quelquefois dans le commerce des boissons spiritueuses renfermant du méthylène.

L'analyse de ces boissons présente quelques difficultés : les points d'ébullition de l'alcool qu'on retire ne peuvent fournir aucune indication utile; nous avons fait connaître M. *Riche* et moi, en 1875, une méthode qui permet d'affirmer avec certitude la présence de l'alcool méthylique dans l'alcool suspecté.

Cette méthode repose sur la propriété qne possède la méthylaniline, soumise à l'action d'agents oxydants, de fournir des matières colorantes violettes, tandis que, dans les mêmes conditions, l'éthylaniline ne donne que des substances d'une couleur acajou qu'il est absolument impossible de confondre avec les précédentes.

On attaque le mélange à analyser par de l'iode et du phosphore amorphe ; les iodures recueillis, mis en contact avec de l'aniline, transforment cette base en éthylanilines si l'alcool est pur, ou donnent un mélange d'iodure de méthyle et d'iodure d'éthyle si l'alcool renferme du méthylène.

On isole les alcaloïdes résultant de cette substitution, puis on les chauffe avec du nitrate de cuivre. Le produit de la réaction est dissous dans l'alcool. Si la nuance de la dissolution est acajou foncée, on peut être assuré que l'alcool essayé est pur ; si, au contraire, cette nuance est violette, on peut affirmer que l'alcool renfermait du méthylène.

Avec un peu d'habitude, on arrive à reconnaître facilement 1 pour 100 de méthylène dans l'alcool vinique.

On peut, d'ailleurs, fixer la couleur sur tissu et conserver le résultat de ses essais.

Ce procédé est mis en usage journellement dans mon laboratoire ; il permet à l'Administration des contributions indirectes de découvrir et de réprimer les fraudes qui se commettent dans les villes au grand détriment de la santé des classes ouvrières.

Je prie la Société de vouloir bien m'excuser si j'ai élargi le cadre de la communication que je me proposais de faire tout d'abord, et si j'ai ainsi abusé de sa bienveillance ; mais, les méthodes d'analyses que je viens de rappeler permettent de résoudre des questions difficiles qui intéressent à la fois l'industrie et la santé publique, et j'ai cru que, à ce double titre, il pourrait peut-être y avoir quelque utilité de les signaler à l'attention des personnes que ces questions intéressent. (Renvoi au comité des arts chimiques.)

ÉLECTION D'UN MEMBRE DE LA COMMISSION DES FONDS. — L'ordre du jour appelle l'élection d'un membre de la commission des fonds, par suite de la vacance déclarée par le Conseil dans la séance du 13 juin courant.

La commission présente M. *Fourcade*, ancien fabricant de produits chimiques, à Paris.

Le dépouillement du scrutin donne l'unanimité des voix, au nombre de vingt, à M. *Fourcade*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En conséquence M. le *Président* proclame la nomination de M. Fourcade comme membre du Conseil pour la Commission des fonds.

Cette élection, faite par le Conseil, sera soumise, dans une prochaine assemblée générale, à la ratification de la Société, conformément à l'article 25 des Statuts.

Élection d'un correspondant étranger. — Sur la demande du comité des arts chimiques, le Conseil est appelé à nommer un correspondant étranger en remplacement de M. *Rosenstiehl*, conformément à la vacance déclarée par le Conseil dans la séance du 13 juin courant.

Les candidats, présentés par le comité, sont : *Sir Henry Bessemer*, à Londres ; le vicomte de *Villa Major*, à Lisbonne.

Le dépouillement du scrutin donne à Sir *Henry Bessemer* l'unanimité des votants, au nombre de vingt.

En conséquence, M. le *Président* proclame la nomination, au titre de correspondant étranger pour le comité des arts chimiques, de Sir Henry Bessemer.

Nomination de membres de la société. — Sont nommés membres de la Société, par un vote du Conseil :

MM. *Demontzey*, conservateur des forêts, à Aix (Bouches-du-Rhône), présenté par M. *Mangon ;*

Lacroze (Jules), ingénieur civil, à Buenos-Ayres, présenté par MM. *Tresca* et *Barbier ;*

Monot, fabricant de cristaux, à Pantin (Seine), présenté par MM. *Dumas* et *Peligot ;*

Corson (César), teinturier, à Valbenoite-Saint-Chamond, présenté par MM. *Dumas* et *de Luynes ;*

Gendouin (G.), directeur-administrateur de la faïencerie de Gien, présenté par M. *Ernest Dumas ;*

Livache, répétiteur du cours de technologie agricole à l'institut agronomique, présenté par M. *Aimé Girard*.

Paris. — Imprimerie de Madame veuve Bouchard-Huzard, rue de l'Éperon, 5 ;
Jules TREMBLAY, gendre et successeur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

78e année. Troisième série, tome VI. Octobre 1879.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

ARTS ÉCONOMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. DE LUYNES, *sur un travail de* M. ROSENSTIEHL *relatif à une* NOUVELLE MÉTHODE POUR LA DÉTERMINATION DES COULEURS COMPLÉMENTAIRES, *et aux applications qu'on peut faire de ces couleurs dans la décoration.*

Messieurs, vous avez chargé votre comité des arts économiques de vous rendre compte d'un travail très-intéressant de M. Rosenstiehl sur l'emploi des couleurs complémentaires dans la décoration.

Chimiste d'une des premières maisons d'impression de Mulhouse, MM. Thierry-Mieg et comp., l'auteur s'est trouvé dans des conditions exceptionnellement favorables pour le genre de recherches auxquelles il s'est livré; en effet, sans cesse aux prises avec les exigences d'une fabrication d'impressions riches, et les problèmes qui s'y rattachent, il était entouré d'un personnel habitué de longue date à l'appréciation des couleurs, et la faveur plus ou moins grande avec laquelle le public accueillait le coloris d'un motif, servait à l'éclairer sur la véritable valeur de la combinaison soumise à ce contrôle.

Nous décrirons d'abord la méthode employée par M. Rosenstiehl pour la détermination des couleurs complémentaires; nous montrerons ensuite comment, en étudiant les modifications que subit une couleur par son mélange avec du blanc ou du noir, il a pu déterminer numériquement les éléments d'une couleur donnée; enfin nous indiquerons les règles qu'il conseille de suivre lorsqu'on veut colorier un dessin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Deux couleurs complémentaires sont celles qui, par leur mélange, donnent du gris parfaitement incolore.

Pour juger si le gris ainsi obtenu satisfait à cette condition il faut avoir un type de comparaison à la même hauteur de ton que le gris produit par les deux complémentaires, ce qui exige l'emploi du blanc et du noir absolu avec un procédé qui permette de les mélanger en toutes proportions, de manière à obtenir tous les tons gris, depuis le blanc jusqu'au noir absolu.

M. Rosenstiehl a donné la préférence à la méthode des disques rotatifs qui s'applique également aux couleurs rabattues et aux couleurs franches, et qui permet de déterminer les couleurs complémentaires; elle se prête, en outre, à toutes les expériences de synthèse de couleurs, et à des déterminations numériques sur lesquelles nous reviendrons plus loin.

L'appareil qu'il emploie consiste en une boîte tapissée intérieurement de velours noir, et présentant, à sa face verticale antérieure, un orifice circulaire divisé en degrés sur sa circonférence et qui ne renvoie à l'œil aucune lumière. C'est le noir absolu de M. Chevreul. Au centre de cet orifice, et perpendiculairement à son plan, aboutit un axe en fer pouvant recevoir d'une roue munie d'une corde sans fin un mouvement de rotation très-rapide sur lui-même. En plaçant sur l'axe un secteur blanc, à angle variable, d'un diamètre plus petit que celui de l'orifice, et en le faisant tourner, le mélange du blanc et du noir donne un gris qui se détache sur l'anneau de noir absolu qui l'entoure. En faisant varier l'angle du secteur blanc qu'on mesure au moyen des divisions du cercle, on obtient tous les tons de gris qui sont définis par le rapport des angles des secteurs blancs et noirs. Le blanc choisi par M. Rosenstiehl est une couche suffisamment épaisse de sulfate de baryte pur.

La même disposition permet d'obtenir les mélanges du noir avec une couleur quelconque, en remplaçant le secteur blanc par un secteur recouvert de cette couleur.

Pour obtenir le mélange des couleurs, M. Rosenstiehl les dépose sur de petits disques en papier fort, découpés au moyen d'un emporte-pièce spécial; ces petits disques sont fendus en partie suivant un rayon, en partie suivant une circonférence, ce qui permet d'en engager deux l'un dans l'autre et de faire varier rapidement les angles des secteurs colorés qui résultent de leur superposition.

En plaçant donc à l'extrémité de l'axe un secteur blanc à angle variable

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'un diamètre plus petit que celui de l'orifice, et sur ce secteur blanc un disque à deux secteurs colorés variables, d'un diamètre inférieur à celui du secteur blanc, on obtient par la rotation rapide du système un disque uniformément coloré, entouré d'un anneau gris se détachant lui-même sur un fond de noir absolu.

Cela posé, deux couleurs complémentaires, étant associées par le système des disques fendus, sous des angles convenables, donneront par la rotation un gris uniforme incolore que l'on pourra comparer au gris résultant du mélange du noir absolu et du secteur blanc observé ainsi sous un angle convenable. On arrive à ce résultat par tâtonnement, et, lorsqu'il est obtenu, on connaît les deux couleurs complémentaires; d'autre part, en mesurant les angles des secteurs blancs et colorés on détermine :

1° Les proportions des deux couleurs qui reproduisent la lumière blanche;

2° La proportion de lumière blanche reproduite.

Par conséquent, étant donnée une couleur, il suffira pour déterminer la complémentaire, de chercher par tâtonnement une seconde couleur remplissant les conditions précédentes; mais cette méthode s'applique, en outre, à la synthèse des couleurs; car si le disque à double secteur est recouvert de deux couleurs non complémentaires, la rotation produira une troisième couleur résultant du mélange des deux premières. Cette couleur, qui sera nécessairement éclaircie par du blanc ou rabattue par du noir, pourra être reproduite directement par un seul secteur coloré servant de type, auquel on adjoindra un secteur blanc d'angle convenable, et qui sera mis en rotation devant l'orifice noir. On pourra donc ainsi connaître, comme nous le disions plus haut, par la mesure des angles, la nature et les proportions des couleurs élémentaires de la couleur donnée, ainsi que les quantités de blanc et de noir qui concourent à sa formation.

La méthode de M. Rosenstiehl permet donc :

1° De trouver la complémentaire d'une couleur donnée;

2° De trouver la couleur résultant du mélange de deux couleurs données;

3° De déterminer, dans les deux cas, les relations numériques existant entre les couleurs élémentaires, ainsi que les proportions de lumière blanche et de noir qui entrent dans leur composition.

Cette méthode étant acquise, M. Rosenstiehl en a fait plusieurs applications dont nous indiquerons les principales.

On sait que chaque couleur a une infinité de couleurs complémentaires,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

puisqu'en éclaircissant par du blanc ou en rabattant par du noir l'une ou l'autre de ces deux couleurs, elles donneront toujours du gris par leur mélange. Or, ce mélange peut être obtenu de deux manières ; ou bien en ajoutant à la couleur matérielle des matières incolores blanches, grises ou noires ; ou bien en mélangeant les sensations du blanc, du noir et du gris avec la sensation de la couleur. M. Rosenstiehl a reconnu que deux couleurs complémentaires ne le sont plus après cette modification, si l'on opère avec des couleurs matérielles, tandis qu'elles le sont toujours si l'on a recours au mélange des sensations. Pour soutenir cette opinion, il s'appuie sur les expériences suivantes :

Il imprime au rouleau sur une étoffe blanche un orangé jaune en fond uni. La pâte colorée servant à l'impression a été ensuite étendue de son volume d'un épaississant incolore, et le nouveau mélange a été imprimé à son tour. En continuant l'impression, en affaiblissant successivement la couleur par l'addition de l'épaississant incolore dans des proportions représentées par les termes d'une progression géométrique, M. Rosenstiehl a obtenu une gamme formée par les tons du même orangé jaune, et il a déterminé la complémentaire de chaque ton à l'aide du disque rotatif. Il a trouvé qu'elle était différente pour chacun d'eux, et que l'altération se faisait de telle sorte que les tons clairs se comportent comme s'ils étaient plus verdâtres ou comme si la couleur primitive avait perdu du rouge. Ce phénomène est général et peut s'énoncer en disant que, lorsqu'on affaiblit une matière colorante par l'addition de matières incolores blanches, grises ou noires, le mélange est notablement plus vert que la matière colorante primitive, et réciproquement la couleur d'une matière devient plus rouge lorsqu'on augmente successivement son épaisseur, de sorte que deux couleurs matérielles complémentaires cessent de l'être lorsqu'on ajoute à l'une d'elles une matière incolore.

Au contraire, en mélangeant au moyen des disques rotatifs les lumières émises par les surfaces colorées ou les sensations colorées, avec les sensations du blanc et du noir, on obtient une gamme dont les tons ont même complémentaire.

M. Rosenstiehl construit cette gamme en couvrant le disque orangé jaune d'un secteur blanc à angle variable, et en copiant par la peinture la teinte uniforme obtenue par la rotation du disque pour chaque mélange. Cette gamme est très-différente de celle obtenue par le mélange des matières, M. Rosenstiehl l'appelle la gamme vraie. C'est à elle qu'il convient, suivant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lui, d'avoir recours dans tous les problèmes relatifs à l'harmonie des couleurs.

Dans les autres parties de son Mémoire, l'auteur expose comment la méthode des disques rotatifs permet de rendre compte de quelques faits relatifs au mélange des couleurs, de l'influence du noir et du blanc, et notamment de ce fait que, par le mélange avec du blanc, on obtient dans certains cas des mélanges dont les couleurs sont plus pures que celle de la matière d'où l'on est parti. Nous n'insisterons pas sur ces différents points, qui sont décrits avec beaucoup de détails dans le Mémoire qui a paru déjà dans le *Bulletin* de la Société.

Enfin, en s'appuyant sur la distinction qu'il a établie entre la modification d'une couleur par le mélange des matières et par le mélange des sensations, M. Rosenstiehl a cherché les applications qui pourraient être faites, dans l'harmonie des couleurs, de l'emploi des gammes formées par les couleurs ayant même complémentaire. Il fait voir comment des toiles peintes destinées à l'ameublement et repoussées par le goût du public, ont été heureusement modifiées par l'emploi raisonné des couleurs complémentaires tout en conservant le motif, et être acceptées avec faveur par ceux qui les avaient d'abord refusées. Ces différentes applications sont décrites avec soin dans le Mémoire original; elles se rapportent à des séries d'échantillons qui ont été exposées devant la Société. A propos de ces impressions, M. Rosenstiehl signale le rôle particulier joué par certaines couleurs dans l'ameublement, et notamment par l'orangé jaune. Il en trouve la raison dans l'assortiment agréable formé par cet orangé jaune avec le bois des meubles; cette considération l'a conduit à classer les bois de placage à l'aide des disques rotatifs, et il a trouvé que le palissandre et l'acajou appartiennent au groupe du cinquième orangé, le chêne et le noyer non verni au deuxième, l'érable au troisième ou quatrième orangé jaune.

Il a constaté également que la couleur des cheveux bruns se rapporte, comme l'acajou, au cinquième orangé, celle des cheveux blonds au deuxième, qui comprend le noyer ciré. La couleur moyenne de la peau humaine, la couleur chair, dérive du cinquième orangé jaune, ce qui, d'après l'auteur, explique le rôle spécial que cette couleur joue dans l'ornementation. M. Rosenstiehl résume ses expériences en disant que notre œil aime à voir simultanément des couleurs complémentaires et celles qui ont même complémentaires. Mais il examine de plus si les couleurs complémentaires peuvent être

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

représentées dans la composition chromatique, en proportions telles qu'elles reproduisent la lumière blanche. Ce cas ne peut s'appliquer qu'à un ensemble d'objets divers, ou à un objet isolé pouvant être vu d'un seul coup d'œil, et dont le coloris constitue par lui seul un tout complet. En réalisant ces conditions de la manière la plus favorable, l'auteur a trouvé que l'effet de cet arrangement est harmonieux et des plus satisfaisants, et il pense que les insuccès, signalés jusqu'à présent dans l'application de ce principe, tiennent d'abord à la confusion du résultat du mélange des matières avec celui des sensations et ensuite à une observation insuffisante du principe des convenances.

En résumé, M. Rosenstiehl a fait une application très-heureuse de l'emploi des disques rotatifs pour l'étude complète de la composition des couleurs; il s'en est servi pour obtenir les vraies dégradations d'une couleur et l'étendue qu'il convient de leur assigner dans une composition chromatique, en ce qui concerne la décoration seulement.

On doit reconnaître que le travail considérable qu'il a présenté à la Société renferme la description d'une méthode nouvelle pour l'étude de la composition des couleurs; que cette étude a déjà fourni à l'industrie les indications le plus utiles et qu'elle est de nature à rendre de véritables services à tous ceux qui font usage des couleurs dans l'art de la décoration. C'est pourquoi votre comité des arts économiques est d'avis qu'il y a lieu de féliciter M. Rosenstiehl, et de le remercier de son importante communication, et il vous propose, Messieurs, de vouloir bien ordonner l'insertion de ce Rapport au *Bulletin* de la Société.

Signé : V. DE LUYNES, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 9 *mai* 1879.

COMMISSION DES FONDS.

RAPPORT *fait par* M. LEGRAND *sur la* FONDATION D'UN PRIX *proposé par* M. FOURCADE, *au nom de la classe* 47 *des produits chimiques à l'Exposition universelle de* 1878.

Messieurs, la décision prise par les exposants des produits chimiques français de la classe 47, à l'Exposition internationale de 1878, dont M. le Prési-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dent vous a donné connaissance dans la séance du 23 mai 1879 (1), a été de suite communiquée à votre Commission des fonds, afin qu'elle puisse statuer, sans retard, sur l'acceptation de cette donation et soumettre à votre approbation les termes de son Rapport.

Il s'agit, pour la Société, d'accepter, comme mandataire, le versement d'une somme de 19 439 fr. 05 cent. (provenant du reliquat des comptes d'agencement à l'Exposition), lequel versement nous sera fait par les exposants en produits chimiques de la classe 47, sur la proposition de M. Fourcade, leur président, pour fonder, au moyen des arrérages de ce capital, un prix en argent, devant être remis chaque année, en séance publique de la Société d'encouragement, et au nom des donateurs, à l'ouvrier en produits chimiques qui comptera le plus grand nombre d'années consécutives de bons services dans le même établissement, et qui aura été signalé à la Société par l'une quelconque des branches d'industries ayant formé ladite classe 47.

Les candidats seront proposés directement par les patrons au Président de la Société d'encouragement, qui fixera son choix, chaque année, d'après les documents envoyés, sur celui qu'il aura jugé le plus méritant.

La préférence sera acquise de droit aux candidats des établissements ayant participé à l'Exposition de 1878, dans la classe 47, aussi longtemps que ces établissements resteront en activité, quand même le nombre des années de séjour serait inférieur à celui d'un candidat proposé par une maison étrangère à la classe 47.

Tout candidat quelconque ne pourra être représenté, dès qu'il aura été récompensé une seule fois.

La Société d'encouragement, outre le prix en argent, délivrera à l'ouvrier désigné un diplôme d'honneur, qui constatera la durée de ses loyaux services et le nom de la maison à laquelle il était attaché.

La liste des exposants de la classe 47 des produits chimiques français, en 1878, devra être imprimée et former un tableau qui consacrera le souvenir des établissements ayant participé à l'Exposition; ce tableau restera dans les archives de la Société d'encouragement, afin d'être consulté, chaque année, lors de l'application des prescriptions énoncées ci-dessus, et un exemplaire devra être adressé à chacune des maisons mentionnées, de manière qu'elles soient toutes bien édifiées sur le droit de préférence qui leur est attribué pour la durée de leur existence.

---

(1) Voy. cahier d'*Août* 1879, p. 441.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette fondation, comme vous le voyez, Messieurs, rentre tout à fait dans les conditions de celles dont la Société est déjà chargée, et votre Commission des fonds ne voit aucune objection à faire à son acceptation.

Notre mandat va se borner simplement à convertir en obligations de chemins de fer le capital de 19 439 fr. 05 qui nous sera versé, et le revenu de ces titres, déduction faite de l'impôt, et des frais divers qui s'y rattacheront, formera la valeur du prix à décerner, que l'on établira en chiffres ronds, sauf à reconstituer, avec les petits appoints de caisse qui pourraient rester, le montant d'achat d'une nouvelle obligation, qui s'ajoutera dès lors aux premières.

Nous devons féliciter MM. les Exposants de la classe 47, ainsi que leur président, M. Fourcade, de leur généreuse pensée en cette circonstance ; c'est une œuvre d'utilité morale incontestable, qui ne doit produire que de bons effets, et que nous devons regretter de n'avoir pas vu provoquer dans d'autres industries manufacturières, attendu que les donateurs, en agissant ainsi, ne pouvaient que se rendre service à eux-mêmes, en offrant aux bons ouvriers l'attrait d'une récompense.

Nous venons donc, Messieurs, vous demander de sanctionner, par votre approbation, les conclusions du présent Rapport, de manière à pouvoir en régulariser de suite les détails.

Signé : A. LEGRAND, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 23 *mai* 1879.

AGRICULTURE.

SUR LA CULTURE DU MANIOC ET LA FABRICATION DU TAPIOCA AU BRÉSIL, PAR M. ED. GUIGNET, MEMBRE CORRESPONDANT DE LA SOCIÉTÉ (1).

Comme dans plusieurs autres contrées tropicales et notamment dans quelques-unes de nos colonies, le manioc est cultivé très en grand au Brésil. Les récoltes y sont très-abondantes, à cause de l'humidité naturelle du climat. Elles forment la base de la nourriture des onze millions d'habitants de toutes

(1) Séance du 25 avril 1879.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

couleurs, disséminés sur cet immense territoire douze fois grand comme la France.

Le manioc était connu et cultivé par les indigènes bien avant la découverte du Brésil. Dans la province du Para, les Indiens ont même conservé une curieuse légende sur l'origine de cette plante utile.

Dans les temps anciens, racontent-ils, à l'endroit même où s'élève actuellement la ville de Santarem, la fille d'un puissant chef de tribu se trouva enceinte. Voulant tirer vengeance de cet affront, le père employa vainement les prières, les menaces et même les châtiments pour arracher à sa fille le nom du séducteur ; rien ne put la décider à parler.

Le chef avait donc résolu de la tuer ; mais, pendant la nuit, un homme blanc lui apparut en songe et lui affirma que la jeune fille était innocente et n'avait connu aucun homme.

Le père la laissa vivre. Au temps voulu, elle mit au monde une petite fille extrêmement jolie, très-délicate et complétement blanche. Toute la tribu et même les *nations* voisines, vinrent en foule admirer cet étrange phénomène ; car dans ces temps reculés, on n'avait pas encore vu d'hommes blancs.

L'enfant fut appelée Mani. Elle montra une intelligence extraordinaire et commença tout de suite à parler.

Au bout d'un an, elle mourut subitement sans avoir éprouvé aucune souffrance.

On l'enterra au milieu de la case, dont le toit fut enlevé selon l'usage; et on arrosa la fosse régulièrement par l'ouverture du toit.

Au bout de quelque temps, on vit pousser sur la tombe de Mani un arbre inconnu dans le pays. On eut soin de ne pas l'arracher, afin de voir ce qu'il deviendrait. Il donna des fleurs et des fruits. Les oiseaux qui mangèrent de ces fruits tombèrent enivrés.

La terre se fendit et laissa paraître de grosses racines qu'on prit pour le corps de Mani. On reconnut que ces racines étaient fort nourrissantes, après qu'on les eût fait cuire.

Dés lors, la plante fut cultivée en grand et on lui donna le nom de *Manioca*, ce qui signifie *maison de Mani*. De ce nom, les Français ont fait *manioc*, et les Portugais *mandioca*.

Pour les botanistes, c'est le *Jatropha manihot*, famille des Euphorbiacées. La meilleure variété et la plus productive, c'est le *manioc amer* qui est vénéneux et demande une préparation spéciale.

Le *manioc doux* ou *manioc aïpi* n'est pas vénéneux. On le cultive en petit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour les usages de la cuisine, ou plutôt du pot-au-feu brésilien qu'on prépare en faisant bouillir la viande avec du potiron, des patates, de l'aïpi, des navets, etc. Inutile d'ajouter que ce produit saugrenu ne ressemble que de très-loin à notre classique pot-au-feu. Entre les mains des cuisiniers français, l'aïpi remplace très-bien le salsifis et surtout le cerfeuil bulbeux; il se prête aux mêmes préparations.

La culture du manioc amer est très-simple et fort productive. Elle réussit partout : dans les plaines humides voisines de la mer, au fond des vallées et sur les côteaux en pente rapide, à plus de mille mètres d'altitude. Dans les plaines humides, on cultive en *billons* étroits; sur les coteaux ou sur les plateaux secs, la culture se fait *à plat*.

Le manioc se reproduit toujours de boutures qui s'enracinent aisément et forment, à la deuxième ou à la troisième année (selon les terrains), un arbuste de 2 à 3 mètres de hauteur, ressemblant assez, comme aspect général, au ricin ou *palma-christi*.

Si on laissait croître plus longtemps le manioc, il donnerait des fleurs et des graines fertiles; mais on trouve plus avantageux de l'arracher à la troisième année. Les racines sont très-volumineuses et ressemblent à d'énormes tubercules de dahlias.

Dans nos colonies, la culture du manioc se fait le plus souvent à la charrue; mais, au Brésil, malgré la rareté et la cherté de la main-d'œuvre, la majeure partie des planteurs cultive le manioc à la pioche et l'arrache de même. Comme le Brésil a été colonisé par les Portugais qui ne connaissent guère que la petite culture à la main, il faudra peut-être un siècle pour faire comprendre à tous les Brésiliens les avantages de la charrue, surtout en terrain incliné, ce qui leur paraît le comble de l'absurdité.

Les racines de manioc sont conduites à l'*usine*, mais quelle usine ! ou plutôt quel joli motif pour un tableau de genre ! C'est, le plus souvent, un hangar rustique, fort pittoresque, caché sous de grands arbres et traversé par un ruisseau d'eau vive. Le moteur, c'est une roue à cuillères, à arbre vertical, qui utilise à peine le dixième de la puissance de la chute. A la partie supérieure de l'arbre est fixée la *râpe;* c'est un tambour formé de feuilles de fer blanc, qui porte des dents repoussées au poinçon.

On commence par éplucher les racines pour enlever la peau, aussi épaisse que celle d'un radis noir et recouverte d'une mince pellicule grise; puis on presse, à l'aide de la main, chaque racine contre la râpe. La pulpe tombe dans un sac : on la presse à l'aide d'un engin tout primitif, presse à levier ou

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quelquefois à vis. On mouille ensuite et on presse de nouveau. Enfin, on sèche rapidement la pulpe en la chauffant et la remuant sans cesse dans une bassine très-plate.

C'est ainsi qu'on obtient la farine de manioc ou la *farine* par excellence; car, dans tout le Brésil, la farine de blé est un produit exotique, importé surtout des Etats-Unis, et le simple nom de *farine* est réservé au produit de grande consommation.

La matière vénéneuse est enlevée en grande partie par le lavage, et le reste se dissipe par la dessiccation. On a prétendu que ce principe vénéneux n'est autre chose que l'acide cyanhydrique. Les essais que j'ai faits me prouvent qu'il n'en est rien ; mais le temps m'a manqué pour isoler cette matière qui ne paraît pas très-stable, car, ayant distillé de l'eau sur du manioc râpé, je n'y ai rien trouvé comme principe actif.

La farine de manioc sert à l'alimentation de l'immense majorité de la population brésilienne. Le mets national, la *fejoada*, est une sorte de pâtée, faite en délayant de la farine de manioc dans le bouillon noir qu'on obtient en faisant cuire, à grande eau et à grand feu, des haricots noirs avec du lard et un morceau de *carne secca* (viande séchée au soleil). C'est une nourriture grossière, sans doute, et à laquelle les étrangers ne s'habituent pas tout de suite et quelquefois jamais; mais, en somme, elle est plus digestible et plus substantielle qu'on ne le supposerait *à priori*.

En effet, la farine de manioc n'a de farine que le nom. C'est un mélange de matières fibreuses, grossièrement déchirées à la râpe, contenant souvent des fibres d'un centimètre de long ; plus de l'amidon non entraîné par le lavage, et quelques matières azotées. La pâte à papier, collée à l'amidon et prête à passer à la machine, présenterait une composition analogue, à condition d'y ajouter un peu d'albumine ; mais elle est beaucoup plus fine et plus homogène.

Cuite avec du bouillon ou du lait, la farine de manioc fournit un bon potage, qui serait bien meilleur si la racine avait été finement râpée. Dans la cuisine brésilienne, le *pirao* n'est autre chose que de la farine de manioc frite dans le beurre, qu'on emploie pour farcir les volailles rôties. C'est peut-être la meilleure manière de faire apprécier ce produit.

Les eaux de lavage de la farine de manioc laissent déposer de la fécule en grande quantité. Au Brésil, on n'emploie pas d'autre amidon pour empeser le linge ; quand il est préparé avec un peu de soin, il est de toute première

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qualité et se vend dans le pays deux fois aussi cher que le plus bel amidon en Europe.

La même fécule sert à fabriquer le *tapioca*. On l'obtient en projetant la fécule bien égouttée dans la bassine de cuivre servant à la farine, en ayant soin de surchauffer un peu. La fécule humide se crispe et se cuit partiellement, en formant de gros grumeaux demi-transparents et très-irréguliers.

Le *vrai* tapioca du Brésil est bien supérieur, comme goût, aux imitations que nous en faisons avec la fécule de pomme de terre. Dans le pays, il n'est pas plus cher que la fécule qui sert à le préparer et souvent même un peu moins cher ; sans doute parce que la dessiccation à la bassine est moins coûteuse que le séchage de la poudre à l'air libre. En effet, l'étuve est (et sera longtemps encore) chose inconnue au Brésil ; et quant à faire sécher au soleil, c'est long et difficile, attendu que l'atmosphère est généralement très-humide et que les matières végétales, exposées au soleil, pourrissent le plus souvent avant de sécher. C'est ce qui arrive pour les bananes, les figues, les raisins, contrairement à la pratique journalière du Mexique, de la Grèce ou de l'Asie-Mineure, sous l'action d'un climat sec et chaud.

Quelques usines à manioc sont mieux disposées que les usines primitives décrites plus haut. Celles-là sont pourvues de roues en dessus ; mais, ici encore, se montre l'esprit arriéré des Portugais, si bien doués, cependant, sous certains rapports. Ce peuple a toujours cru que l'eau qui arrive sur une roue en dessus doit agir *par son choc ;* il n'a pu comprendre que l'effet utile n'est dû qu'*au poids de l'eau ;* de sorte que l'eau est amenée par un coursier de bois à 1 ou 2 mètres (et souvent plus) au-dessus de la roue ; puis le coursier s'incline brusquement à 45° et l'eau tombe à grande vitesse. C'est pour donner *de la force à l'eau !* disent les ouvriers portugais. Les patrons sont du même avis, de sorte que je n'ai jamais pu persuader aux uns comme aux autres qu'ils perdent souvent la moitié de la force de leur chute. Bien loin de changer d'opinion, ils m'ont regardé comme un homme étranger aux plus simples notions de mécanique.

Pour réaliser en grand la fabrication de la farine et du tapioca, il faudrait créer une usine centrale avec le matériel perfectionné des féculeries européennes, et acheter le manioc aux petits producteurs à tant les cent kilogrammes. D'après mes informations personnelles, les cultivateurs vendraient *au comptant* toute leur récolte annuelle pour la moitié du prix de la farine

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'ils doivent en retirer. Ils comptent, par conséquent, leur main-d'œuvre *pour moitié* dans le prix de vente de la farine.

La première chose à faire serait de supprimer l'épluchage des racines. Que deviendrait un fabricant de fécule qui ferait éplucher ses pommes de terre? J'ai fait en petit des essais comparatifs, en faisant râper des racines lavées et des racines épluchées, préparant la farine et retirant la fécule; il n'y avait aucune différence sensible entre les produits, même pour les personnes non prévenues. Cela se comprend d'ailleurs ; car il n'y a qu'une très-mince pellicule gris fauve qui puisse donner une coloration à la farine ; mais si l'on râpe finement, cette pellicule très-divisée disparaît dans la masse. Il ne faut pas oublier, d'ailleurs, que la farine de manioc est toujours jaunâtre et jamais blanche comme la farine de blé.

Une grande maison de Paris, la maison Groult, vient d'acheter dans la province de Rio de Janeiro une *fazenda* (plantation) très-importante, dans l'intention d'y faire cultiver le manioc et préparer le tapioca sur une grande échelle. C'est une entreprise difficile. Outre les indigènes de toutes couleurs, il n'y a guère que le Portugais qui résiste longtemps à cette température de serre chaude; mais, comme direction générale, le Portugais est tout à fait insuffisant, bien qu'il soit très-bon contre-maître, et un ingénieur français ne supportera le climat que très-difficilement.

La patate réussit très-bien au Brésil et donne une fécule de qualité supérieure. Le rendement est considérable, plus de 23 pour cent. Deux Français, depuis longtemps acclimatés, MM. Paille et Fine, viennent de monter à Porto-Real (province de Rio) une grande usine pour l'extraction de la fécule de patates et la transformation de cette fécule en glycose et en alcool bon goût. Cette usine est pourvue des appareils les plus perfectionnés et peut donner de très-bons résultats,

---

ART DES MINES.

APPLICATION DE LA PRESSION ATMOSPHÉRIQUE AU SERVICE DE L'EXTRACTION POUR L'EXPLOITATION DES MINES A TOUTE PROFONDEUR, PAR M. ZULMA BLANCHET, DIRECTEUR DES HOUILLÈRES D'ÉPINAC. (*Planches* 105 *et* 106.)

L'idée d'appliquer la pression atmosphérique à la production d'un travail mécanique, tel que celui de la traction d'une charge, n'est pas chose nouvelle. On n'a pas,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en effet, oublié le chemin de fer atmosphérique que MM. Clegg et Samuda ont jadis établi en Angleterre, et celui que plus tard M. Flachat installa en France, sur la ligne de l'Ouest, pour remonter la rampe qui conduit du Pecq à Saint-Germain (1); dans les deux cas, il s'agissait d'un piston auquel le train était relié et qui glissait dans un tube en vertu du vide qu'une puissante machine pneumatique faisait devant lui. Les inconvénients du système et les perfectionnements importants apportés aux locomotives ont fait renoncer à ce mode de traction sur les chemins de fer, dont on s'était au premier moment un peu engoué, surtout chez nos voisins. La question semblait donc complétement abandonnée, lorsqu'elle vient de reparaître sous une nouvelle forme et dans des conditions où elle semble appelée à jouer un rôle très-important.

M. Zulma Blanchet, ingénieur, directeur de la Société anonyme des houillères d'Épinac, reprenant l'idée de ses devanciers, en a fait récemment à l'un des puits de la concession, dit puits Hottinguer, une heureuse application consistant à faire remonter la houille au jour par la seule action de la pression atmosphérique. Son système est exposé dans un Mémoire inséré dans les *Annales des Mines*, auquel nous empruntons les détails suivants.

Exposé théorique du système.

Le système est fondé sur les théorèmes de Torricelli et de Pascal, les lois de Mariotte et de Dalton. Il utilise la pesanteur et la force élastique de l'air.

Il consiste, comme organe principal, en un tube métallique librement suspendu dans le puits comme les colonnes de pompes, et contenant un piston qui remorque directement un train d'un nombre déterminé de chariots placés dans une cage. Le tube qui communique par le bas avec l'atmosphère pour prendre de l'air et pour en échapper, est relié, par le haut, avec une machine pneumatique ; il est mis également en communication avec l'air extérieur, mais d'une manière indirecte et par des orifices qui sont ouverts et fermés à volonté. A l'ascension du train, sous l'action de la machine pneumatique, l'air libre pris au fond du puits entre dans le tube. A la descente du train, opérée par l'admission de l'air au-dessus du piston, l'air entré dans le tube pendant l'ascension est refoulé au dehors.

Des portes et des taquets, des registres et des robinets correspondant aux recettes du fond et de l'extérieur permettent de faire entrer dans la cage et d'en faire sortir à volonté des chariots pleins ou vides. Des baromètres, des appareils de sonnerie, des compteurs et des chronomètres indiquent où se trouve le train, soit à la montée, soit à la descente.

Le système est simple ou conjugué. Dans le premier cas, il comprend un seul

(1) Voy. *Bulletin* de 1843, 1re série, t. XLII, p. 520 et t. XLIII, même série, p. 323.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tube dans lequel monte et descend alternativement un seul train, chargé ou vide. Dans le second cas, il comprend deux tubes conjugués entre eux, de telle façon qu'un train vide descend dans le premier en même temps qu'un train plein monte dans le le second.

Avec un tube simple, la machine pneumatique déprime et avale au-dessus du piston dans le tube l'air qu'elle refoule, soit dans l'atmosphère, soit dans un réservoir ou régulateur à volume variable convenablement disposé. Avec deux tubes conjugués, l'air pris par la machine pneumatique est refoulé du train montant par le train descendant.

Quel que soit le cas, les trains sont tenus en équilibre constant sous des pressions déterminées en relation avec leur poids, et le système fonctionne tant pour les descendre par le simple effet de la gravité que pour les monter au moyen de la machine pneumatique, leur vitesse étant mathématiquement réglée d'un côté, à la descente, par le volume d'air admis sur le piston, de l'autre, à la montée, par le volume d'air enlevé au-dessus du piston. Lorsque le train descend, il chasse l'air qui est au-dessous du piston, dans la mine, si le tube a été rempli d'air frais; à l'extérieur, s'il a été rempli d'air chaud. En d'autres termes, selon que l'air qui pousse le train montant est pris sur un courant frais ou chaud, cet air est envoyé dans la mine ou au dehors par le train descendant. Quant à l'air qui est admis sur le piston à la descente et qui en est retiré à la montée, il vient librement de l'atmosphère et il y est renvoyé à chaque voyage, si le tube est simple; au contraire, l'air va constamment d'un tube à l'autre si le tube est conjugué avec un tube semblable, et, en cas d'un tube simple en communication avec un réservoir, il va constamment de ce tube au réservoir. Tout en opérant l'extraction, le système réalise donc aussi l'aérage; mais comme, dans ce cas, son action, est intermittente, il ne saurait, par suite, suffire à la ventilation, à laquelle il ne fait que contribuer plus ou moins puissamment.

Tel est le rôle général du système, à côté duquel il en est un autre tout particulier, basé sur l'influence exercée par la pression barométrique sur les dégagements de grisou. A la faveur de la puissante machine pneumatique capable de mener le vide à une demi-atmosphère, les mines peuvent etre disposées pour être fermées en l'absence des ouvriers et la dépression de l'air peut y être poussée aussi loin que le permettent la constitution et la nature des puits et galeries. Sous l'action de cette dépression extraordinaire, le grisou sera délogé des espaces qu'il occupe et soutiré, par les fissures et les pores de la houille, des massifs dans lesquels il est comprimé.

La dépression de l'atmosphère étant produite dans la mine au degré déterminé, la mine sera mise en communication avec l'extérieur par un orifice réglé de façon à introduire et à produire, dans les travaux, une venue et un courant d'air correspondant à l'avalement de la machine pneumatique. Après quelque temps de marche de cette dernière, toutes les galeries seront remplies, ainsi que tous les espaces environnants, d'un air nouveau et pur qui sera venu balayer et remplacer l'air vicié et chargé de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grisou. L'action de la machine pneumatique sera arrêtée, l'air ramené à la pression ordinaire, et quand les ouvriers rentreront dans les chantiers, le grisou en aura été préalablement extirpé. Sans attendre de la nature une baisse barométrique relativement peu importante, on aura produit directement avec la machine une dépression énorme dans la mine convertie en cloche pneumatique, et on l'aura purifiée avant d'y pénétrer. Néanmoins on continuera à prendre, contre le grisou, les précautions d'usage commandées par la logique et l'expérience.

Description et installation des appareils.

Les organes dont le tube se compose sont les suivants :

1° *Viroles.* — Il y a les viroles ordinaires, les viroles-portières, les viroles à taquets, les viroles à registre de sûreté et les viroles à clapets, enfin les viroles de raccord et les viroles à touches.

Les *viroles ordinaires* sont faites pour un diamètre de $1^m,60$ et une hauteur de $1^m,30$, en tôle de 7 à 8 millimètres d'épaisseur. Chaque virole (pl. 105, fig. 10, 11, 12, 13 et 14) est formée d'une feuille réunie suivant la génératrice du cylindre par une lame de couverte, ayant $0^m,16$ de largeur sur $0^m,007$ d'épaisseur, et fixée au moyen de rivets à tête fraisée à l'intérieur, affleurant exactement avec la surface du cylindre. Suivant le cercle, elle se termine par une cornière de $0^m,065$ de côté et de $0^m,014$ d'épaisseur, fixée par des rivets à tête fraisée à l'intérieur comme ceux de la lame de couverte sur la génératrice. La face de la cornière est tournée de façon à offrir un plan muni de stries, parfaitement normal à l'axe du cylindre. Elle porte 60 trous pour réunir entre elles les viroles par 60 boulons d'assemblage de $0^m,018$ de diamètre. Les bords des cornières sont équarris régulièrement, pour fournir appui aux cercles servant à les amarrer et à les suspendre dans le puits. Le poids de la virole ordinaire est de $508^k,8$.

Les *viroles-portières* venues de fonte, ont le même diamètre intérieur que les viroles en tôle avec lesquelles elles doivent se raccorder, et sont comme elles munies de cornières. Leur épaisseur est de $0^m,014$ au cylindre et de $0^m,015$ aux cornières (pl. 105, fig. 20, 21, 22 et 23) ; leur hauteur est de $1^m,20$. Elles sont munies de deux ouvertures d'une largeur de 1 mètre et d'une hauteur de $1^m,08$, dont les plans et les axes sont disposés normalement aux extrémités d'un même diamètre. Ces ouvertures, qui servent à l'entrée et à la sortie des chariots, sont garnies de châssis à glissières dans lesquelles glissent des portes en fonte, s'élevant ou s'abaissant à volonté au moyen de contre-poids. Les portes et leurs châssis sont dressés. La fermeture complète est obtenue par la seule action de la pression extérieure. Les viroles-portières offrent également des portées sur lesquelles se fixent les appuis des leviers des taquets ; elles pèsent, avec les portes, 1 426 kilog.

Les *viroles à taquets* sont aussi en fonte de $0^m,014$ d'épaisseur. Elles sont à cor-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nières pour être assemblées aux autres par 60 boulons (pl. 105, fig. 25, 26 et 27). Elles se distinguent : 1° par quatre portées trouées, dans lesquelles doivent jouer les verrous ou taquets à presse-étoupe destinés à appuyer ou à retenir le train pendant les manœuvres des chariots ; 2° par cinq autres portées pleines sur lesquelles viennent se fixer, au moyen de prisonniers, les supports des arbres et leviers des taquets. Le poids des viroles à taquets est de 535 kilog. sans leur attirail à taquets.

Les *viroles à registre de sûreté* ont pour but de permettre de desservir facilement les étages intermédiaires du puits et de donner toute sécurité aux manœuvres de la recette de l'orifice.

Aux recettes intermédiaires, le registre simplifie l'exécution des manœuvres qui ont lieu, comme au fond du puits, au moyen des tuyaux et des robinets d'équilibre. A la recette supérieure, il prévient la chute du train dans le tube en cas de fausse manœuvre. Il consiste en une virole en fonte, haute de $0^m,30$ (pl. 105, fig. 15, 16, 17, 18 et 19), qui porte latéralement une boîte de forme rectangulaire, dans laquelle vient se loger le tiroir du registre quand il est ouvert. Ce dernier, appuyé dans les rainures de la virole et de la boîte, est guidé dans son mouvement par deux tiges traversant des presse-étoupes. Il est commandé, de la recette, par une roue-manivelle agissant sur un pignon engrenant dans une crémaillère guidée. La virole-registre pèse 3 000 kilog.

Les *viroles à clapets* portent les clapets de prise et d'échappement d'air. Elles n'offrent d'autre particularité que celle d'être réunies par un joint ordinaire en caoutchouc aux boîtes de ces clapets (pl. 106, fig. 2).

Les *viroles de raccord,* semblables aux viroles ordinaires, n'en diffèrent que par une hauteur moindre, variant de 1 mètre à $0^m,60$. Elles servent à séparer en tronçons de 50 mètres la colonne du tube, et permettent de raccorder les parties de cette colonne divisées par les viroles spéciales à portières ou à taquets. Elles ont aussi pour but de faciliter les manœuvres qu'il y aurait à faire dans le cas où il faudrait remplacer des viroles sur la hauteur du tube.

Les *viroles à touches* reçoivent les touches employées à divers étages; à cet effet, et préalablement à leur descente dans le puits, elles ont été munies de portées de tôle.

Tous les joints des viroles sont faits avec une lame de caoutchouc de $0^m,005$ d'épaisseur qui, à l'avantage d'une étanchéité certaine, joint celui de permettre les effets de dilatation du fer produits par les variations de température.

2° *Organes divers.* — Les organes divers du tube comprennent les portes, les taquets, les robinets, les registres, les clapets, les tuyaux de manœuvre et d'équilibre, les touches et les baromètres, les soupapes et le tuyau d'échappement. Il y a aussi, pour guider les mécaniciens, des chronomètres, des thermomètres, des hygromètres et des tableaux. Ces derniers indiquent, en fonction de la charge des trains, le temps nécessaire à leur parcours selon l'avalement d'air pour l'ascension et selon l'admission d'air pour la descente.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A propos des viroles-portières, il a été dit comment sont installées les *portes* sur chaque virole. Il n'y a ici qu'à ajouter que les dispositions de l'installation sont faites pour avoir plusieurs portes superposées, correspondant à deux ou à trois planchers d'une même recette, distants entre eux de la hauteur d'un nombre déterminé de chariots, trois par exemple, et que toutes ces portes, reliées les unes aux autres par des tiges de fer, sont équilibrées par le même contre-poids et manœuvrées toutes à la fois. De cette façon, avec la distance de trois chariots entre les portes, il y a à faire trois manœuvres pour prendre en même temps par chacune d'elles trois chariots, soit au total neuf chariots.

Les *taquets* ont pour but d'assurer l'exécution de chaque manœuvre aux recettes pour entrer les chariots dans les cages et les en sortir.

Chaque recette comprend un double jeu de chacun trois taquets que l'on avance dans le tube et que l'on en retire à volonté, au moyen de leviers et bielles ou tringles de commande (pl. **105**, fig. **1**, **2**, **3**, **25**, **26** et **27**). Ces taquets, pris de haut en bas, sont marqués à chaque série par les n^{os} **1**, **2** et **3**. Avec les n^{os} **1** se fait la manœuvre des chariots **1**, **4** et **7**; avec les n^{os} **2**, celle des chariots **2**, **5** et **8**; avec les n^{os} **3**, celle des chariots **3**, **6** et **9**. Les taquets du haut, dits taquets de retenue, arrêtent le train dans son mouvement ascensionnel; ceux du bas, dits taquets d'appui, le retiennent dans son mouvement descendant. Le train est renfermé avec le piston, durant les manœuvres, entre le double jeu de taquets, et pour donner successivement les chariots à chaque plancher, il est soulevé et abaissé à volonté par le simple fonctionnement de robinets et de tuyaux, au moyen desquels on le tient en équilibre pour le faire monter ou descendre, en faisant agir l'air comme la vapeur.

Les *registres* ordinaires se trouvent sur les voies de prise ou d'échappement d'air. Établis verticalement, ils sont soulevés et tenus en équilibre par un contre-poids qui disparaît, soit sous l'action des mécaniciens, soit par le mouvement de touches commandées par le train atmosphérique; devenus libres, ils ferment en retombant les ouvertures auparavant ouvertes (pl. **105**, fig. **24**). C'est ainsi qu'il y a dans le système, le registre de la ligne d'aspiration d'air de la machine pneumatique et les registres d'admission et d'échappement d'air des boîtes à clapets.

Les *clapets* sont de deux sortes, les uns servant à admettre l'air sous le piston pendant l'ascension du train, les autres à le faire échapper à la descente. Logés dans des boîtes, ils fonctionnent pour l'admission du dehors au dedans du tube et pour l'échappement en sens contraire. Chacun d'eux est accompagné d'un registre qui, en fermant le tube d'une manière complète, permet de faire les manœuvres par les robinets et tuyaux dits d'équilibre.

Les *robinets* et *tuyaux de manœuvre et d'équilibre* comprennent ceux de l'orifice et ceux du fond du puits.

A l'orifice, il y a : 1° en haut de la recette (pl. **105**, fig. **1**, **2**, **3**) deux robinets *o*, *g*, qui communiquent l'un avec la ligne de prise d'air de la machine pneumatique,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'autre avec l'atmosphère ; 2° en bas de la recette, un robinet *n* qui communique avec l'extérieur. Lorsque le train, entré pour ainsi dire en gare, est dans la recette et que le registre de sûreté est fermé, on le fait monter d'un taquet à un autre en ouvrant le robinet de la ligne d'aspiration de la machine pneumatique, en tenant fermé le robinet *o* et ouvert le robinet *n*. Pour le faire descendre, on ferme le robinet *g* de la machine pneumatique, on ouvre le robinet *o* qui fait entrer l'air sur le piston et on lâche l'air par le robinet inférieur *n* après l'avoir laissé comprimer par le train qui est ainsi manœuvré avec toute facilité.

Au fonds du puits, les appareils comprennent un tuyau dit d'équilibre X, qui va de la partie inférieure du tube à la limite de course des manœuvres. Ce tuyau qui porte un T au niveau de la recette, est muni de deux robinets *s*, *r* posés l'un au-dessus du T, l'autre sur le T, et qui, en temps ordinaires sont fermés. S'agit-il de manœuvrer le train dans la recette, après avoir fermé préalablement les boîtes à clapets G, on opère de la manière suivante : la machine pneumatique fonctionnant pour élever le train, on ouvre le robinet *r* et on tient fermé le robinet *s*. L'air arrive sous le piston par le robinet *r* et le train est soulevé. Pour le faire descendre, on fait la manœuvre inverse, c'est-à-dire qu'on ouvre le robinet *s* et on ferme le robinet *r ;* l'air du dessous du piston est appelé en dessus à la faveur de la différence de pression, et le train descend en vertu de son poids. On mène ainsi le train d'un taquet à un autre, en l'appuyant sur les taquets inférieurs et en le retenant par les taquets supérieurs. Pour le faire partir définitivement, il suffit de laisser ouverts les taquets de retenue et les orifices d'admission d'air.

Le *tuyau d'échappement* E va de la partie inférieure du tube à son sommet. Il communique par le bas avec le tube par la boîte à clapet d'échappement d'air, par le haut avec l'extérieur au moyen d'une vanne qui se ferme à volonté. Son diamètre est de $0^m,50$. Il est construit en tôle de $0^m,003$ et composé d'une série de tronçons à cornières, assemblées les unes aux autres par 16 boulons; les joints des cornières sont en chanvre.

Le tuyau d'échappement sert à écouler dans l'atmosphère, pendant la descente des trains, l'air de la mine introduit dans le tube pendant leur ascension. La vanne, qui existe à son extrémité, permet au mécanicien de l'extérieur d'arrêter le train en la fermant, soit pour prévenir une faute du mécanicien du bas, soit pour modérer la vitesse en cas d'entrée accidentelle d'un volume d'air trop considérable (pl. 105, fig. 1, 2, 3 et pl. 106, fig. 2).

Les *touches à bouton à ressort* sont placées dans la partie haute et dans la partie basse du tube. Elles servent, les unes à indiquer aux mécaniciens le passage et l'arrivée du train au moyen de sonnettes qu'elles commandent; les autres à faire fermer les registres d'aspiration d'air ou d'échappement, pour arrêter le train en supprimant la commnnication du tube en haut avec la machine pneumatique et en bas avec le tuyau d'échappement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chaque touche consiste en une tige, qui joue dans un presse-étoupe appliqué au tube ; elle a son extrémité à bouton dans ce dernier, et l'extrémité opposée au dehors où elle commande un levier. Le bouton étant maintenu à l'intérieur du tube par un ressort *i*, la tige s'efface au passage des pistons du train, agit sur le levier et, par suite, sur les pièces qui s'y rattachent ; elle fait ainsi jouer une sonnerie ou un déclic-quetage (pl. 105, fig. 24).

Les *baromètres à mercure* et *à cadran* indiquent, comme les touches, la position des trains dans le tube et leur arrivée aux recettes ; ils remplissent cette fonction de la façon la plus sûre, la plus simple et la plus satisfaisante, en même temps qu'ils font connaître la pression de marche de ces trains.

Les baromètres sont classés en baromètres de recettes et baromètres de centaines. Les premiers ont leur point d'application au sommet et au bas des recettes ; les seconds sont appliqués de 100 en 100 mètres sur la hauteur du tube. Tous sont ramenés, d'ailleurs, sous les yeux des mécaniciens avec désignation de leur rang et de leur poste au moyen de tuyaux de plomb. Par la pression inférieure ou égale à l'unité qu'ils indiquent, ils font voir d'un simple coup d'œil si le train est au-dessous ou au-dessus de leur point d'application. On suit ainsi de 100 en 100 mètres le train dans son trajet et on connaît, d'une façon positive, son arrivée aux recettes.

Des *chronomètres* à secondes sont établis aux recettes avec des *tableaux indicateurs* qui font connaître le temps nécessaire aux trains pour parcourir leur trajet, soit en descendant en fonction de leur poids et des orifices d'admission et d'échappement d'air, soit en montant avec telle ou telle vitesse résultant de la marche des machines. Ils font voir aussi les pressions d'équilibre qui correspondent aux trains de tel ou tel tonnage.

Des *hygromètres* placés aux recettes, en annonçant le degré d'humidité de l'air admis dans le tube, font pressentir aux mécaniciens les variations que le travail des machines pneumatiques peut présenter sous l'influence de la quantité de vapeur d'eau. Ils leur annoncent également les mesures à prendre pour le graissage fait à l'eau de savon chargée d'une faible quantité d'huile.

Le rôle des *thermomètres* dans le système est indiqué par le principe même sur lequel repose le tube, et l'on comprend la nécessité de leur usage.

Des *soupapes* de sûreté sont établies sur le couvercle et sur le fond du tube. Leur but est de prévenir le choc qui pourrait avoir lieu en cas d'accident ou de fausse manœuvre imprimant au train une trop grande vitesse. Parmi les soupapes de sûreté, est aussi classée celle qui, munie d'un robinet, est placée au fond du tube pour écouler l'eau de condensation.

3° *Composition du train et manœuvre aux recettes.* — Le train est composé : 1° d'un piston supérieur ; 2° d'une cage contenant les chariots ; 3° d'un piston inférieur (pl. 105, fig. 1 à 9).

Le piston supérieur est formé de deux parties, distantes entre elles d'une longueur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus grande que la hauteur des portes du tube et plus petite que la distance existant entre deux portes. Cette disposition permet au train de franchir sans difficulté les portes où le tube n'a plus sa cylindricité. C'est à ce piston qu'est attachée la cage à neuf étages qui reçoit neuf chariots.

Le piston inférieur termine le train, lui sert de guide et de fermeture dans le trajet, et permet l'accomplissement des diverses manœuvres aux recettes. Il est muni d'une soupape qui est ouverte durant le trajet, au cas où le train porte des voyageurs.

La réception aux recettes se fait en trois manœuvres, dans lesquelles sont pris et remplacés successivement, trois à trois, les neuf chariots du train. La première manœuvre correspond aux n^os^ 1, 4, 7; la seconde aux n^os^ 2, 5, 8; la troisième aux n^os^ 3, 6 et 9. L'exécution de chaque manœuvre a lieu, en faisant venir successivement, par le jeu des robinets d'admission et d'échappement d'air, le train contre les taquets de retenue et d'appui qui correspondent entre eux. Le train est soulevé et abaissé à volonté sous l'action de l'air, qui permet de le diriger absolument comme si l'on agissait avec la vapeur sur le piston d'une machine.

Les pistons sont construits, soit en bois, soit partie en bois partie en acier, soit tout entiers en acier. Ils doivent, sous le moindre poids possible, offrir la résistance voulue pour leur service, être souples afin de donner lieu à peu de frottement et étanches pour éviter les fuites. L'acier donne le moindre poids pour la meilleure résistance. La souplesse et l'étanchéité sont obtenues en faisant usage d'une garniture composée de cuir, derrière laquelle agissent 48 segments de bois ou de métal creux poussés par 96 ressorts en fil de laiton (pl. 105, fig. 4 à 9).

La cage est de même construite en acier pour qu'elle pèse moins. Semblable aux cages employées dans les puits à câbles, elle n'offre que la particularité d'être attelée aux pistons par une tige à suspension, autour de laquelle elle tourne librement sur des anneaux sous un très-faible effort. On peut ainsi, dans le cas où les rails ne correspondent pas à ceux des recettes, la ramener aisément à la main dans la position qu'elle doit occuper pour sortir les chariots du tube.

Pour descendre un train, toutes les portes du tube sont fermées; les taquets qui doivent être toujours ouverts, si ce n'est au moment de donner appui à la cage, sont rentrés dans leurs boîtes à presse-étoupes ; tous les registres sont fermés, excepté celui du tuyau d'échappement, et la communication avec la machine pneumatique est interrompue. L'air est donné sur le train par les robinets d'admission et, selon le tonnage et la section d'admission d'air, le train se rend au fond du tube où il est arrêté sur l'air comprimé, soit qu'il ait fermé lui-même le registre d'échappement commandé par une touche, soit que ce registre ait été fermé par les mécaniciens. Le train s'arrêterait d'ailleurs, il faut le remarquer, après avoir passé la virole à clapet d'échappement en comprimant l'air entre le fond du tube et cette virole.

Pour monter le train, tous les taquets sont tenus libres et toutes les portes fermées; le registre d'échappement est abattu et le registre d'air ouvert. La marchine pneuma-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tique est mise en mouvement et le train s'élève selon la vitesse que lui imprime cette machine, dès que l'air a été déprimé au degré correspondant à son poids. Les divers instruments, dont le tube est pourvu et qui ont été expliqués plus haut, signalent le passage du train sur divers points de son parcours et les sonneries annoncent son arrivée à la recette où se font les manœuvres qui ont été décrites pour retirer les chariots pleins et les remplacer par des vides.

Ce qui a été dit pour un tube simple s'applique en tout à deux tubes conjugués. Il faut seulement, dans ce dernier cas, que les manœuvres de réception aux recettes soient faites indépendamment dans chacun des tubes au fond comme au sommet, bien que les deux trains montant et descendant arrivent en même temps à leur destination.

Qu'il y ait un ou deux tubes, l'installation dans le puits doit être disposée pour permettre, d'une part, de remplacer librement des viroles, d'autre part, de pénétrer dans le puits avec les engins ordinaires, cages, bennes et câbles desservis par une machine auxiliaire, afin de pouvoir entretenir le revêtement du puits, visiter l'extérieur des tubes et leurs supports, approfondir enfin le puits s'il est nécessaire et, par conséquent, prolonger les tubes. C'est d'après ces considérations qu'est faite l'installation reproduite pl. **106**, fig. **1** à **6**, soit avec deux tubes, soit avec un seul. On voit que le puits d'un diamètre de $4^{m},25$ renferme, outre deux tubes de $1^{m},60$ de diamètre, les divers compartiments nécessaires aux cordages de service, aux échelles, à l'aérage, aux tuyaux d'échappement.

Le puits est, à cet effet, moisé, c'est-à-dire divisé par des poutres ou moises en bois de chêne, scellées dans les parois qui forment un rectangle de $3^{m},45$ sur $3^{m},30$. Ce rectangle est divisé à son tour par deux autres moises laissant chacune, d'un côté, une place de $1^{m},75$ sur $1^{m},75$, d'un autre, les cordages et les tuyaux (pl. **106**, fig. **3** à **6**). C'est à ces moises, espacées de trois en trois mètres au plus, qu'est suspendu le tube embrassé par des colliers amarrés aux bois par des agrafes, des tiges et des supports en fer. Les colliers sont en fer méplat de $75/16^{mm}$, en deux parties assemblées par boulons; ils pèsent 60 kilog. l'un. Les agrafes, rivées aux colliers pour recevoir les tiges, sont au nombre de quatre. Forgées en fer de $75/75^{mm}$, elles ont un poids de 2 kilog. chacune. Les supports, fixés aux moises par boulons et également forgés en fer de $75/25^{mm}$, sont en nombre correspondant à celui des agrafes; ils pèsent en moyenne $5^{k},2$. Les tiges, allant des agrafes aux supports, sont en fer rond du diamètre de $0^{m},025$. Elles sont, à chaque extrémité, munies d'un pas de vis qui reçoit des écrous avec lesquels on agit sur l'agrafe comme pour le support, pour régler les colliers de suspension et répartir uniformément, sur chacun d'eux, le tronçon du tube auquel ils correspondent.

Tous les 30 mètres, les moises sont armées deux à deux et les colliers doublés pour garantir la solidité générale de l'installation et avoir les résistances voulues pour supporter, en cas de réparations, une plus grande longueur de tube.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Au-dessus de l'orifice du puits, le tube est prolongé d'une quantité nécessaire pour loger le train, les taquets et l'appareil de prise d'air de la machine pneumatique. Il y a ainsi une colonne d'une vingtaine de mètres de hauteur, qu'il faut soutenir en tenant compte de la pression atmosphérique exercée sur son couvercle. Pour cela, le puits est prolongé avec les moises de division, au moyen de colonnes en fonte qui servent également à supporter les planchers superposés de la recette. Des moises armées auxquelles viennent pendre des colliers et des tirants plus forts couronnent l'édifice (pl. 106, fig. 1).

Etabli au puits Hottinguer en 485 viroles, sur une hauteur de 603^{m},30, le tube représente, avec ses accessoires, un poids total de 342 025 kilogrammes.

Application du système au puits Hottinguer des houillères d'Épinac.

Le premier essai du système a été fait au puits Hottinguer le 23 juillet 1876. Quoique entrepris avec une machine provisoire avant sa complète organisation et l'achèvement de ses divers appareils, il a complétement réussi. Du premier coup, le piston a voyagé dans le tube en amenant en vingt minutes du fonds du puits à la surface un train du poids de 3 000 kilog. avec quatre voyageurs, et le lendemain, le voyage a été répété dans les mêmes conditions avec deux personnes de plus. Cet essai a fait voir que, malgré des irrégularités de vitesse dues à des variations sensibles de frottement, les trains montraient une grande docilité et se manœuvraient comme on voulait, tout mouvement ayant lieu sans choc et, par suite, sans danger pour les personnes comme sans détérioration pour le matériel.

La machine d'essai, chargée provisoirement du service du tube en attendant l'achèvement de la machine définitive, consiste en une machine pneumatique composée de deux cylindres verticaux de 1^{m},60 de diamètre et de 0^{m},60 de course des pistons, commandés au moyen d'engrenages par une machine à vapeur à un seul cylindre horizontal de 0^{m},50 de diamètre et 1^{m},20 de course du piston, machine sans détente à laquelle étaient auparavant attelés des câbles.

Les cylindres pneumatiques, installés à la place de bobines à câbles, sont conjugués entre eux et à double effet, c'est-à-dire que chaque piston aspire l'air sur une face en même temps qu'il le refoule sur l'autre. Les pistons sont en bois avec garniture en cuir pourvu de segments à ressorts comme les pistons du train.

Le rapport des engrenages de commande du moteur aux cylindres pneumatiques, est de 2 à 3. Dans ces conditions, le système élève journellement dans le tube, avec une vitesse de 0^{m},60, réduite à 0^{m},50 par seconde en tenant compte de la raréfaction, sous une dépression de 24 à 25 centimètres de mercure, des trains du poids total moyen de 6 000 kilog., dont 3 000 de poids utile. La machine motrice, avec ce tonnage, tourne à 30 tours par minute, la vapeur venant des chaudières à la pression de 3 kilog. sur le piston animé d'une vitesse de 1^{m},20 par seconde. L'arbre des cylindres

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pneumatiques fait 20 tours par minute, les pistons marchant à $0^m,40$ par seconde. De cette marche, avec une machine imparfaite sinon défectueuse, il résulte en dehors de toute action sur l'aérage :

1° Que le frottement du train est à peu près nul ;

2° Que le rendement du travail théorique de la vapeur est de 56 pour 100 par rapport au poids total extrait, et de 28 pour 100 par rapport au poids utile ;

3° Que la vitesse du train dans le tube correspond au volume théorique d'air engendré par les pistons de la machine pneumatique, moins 400 litres par seconde.

En ce qui concerne le travail de la vapeur, on se borne à faire remarquer que le même moteur attelé aux câbles ne pouvait élever que 500 kilog. de poids utile à la vitesse de $1^m,80$. Pour cela, la vapeur aux chaudières était à 4 kilog. et la vitesse du piston était de $0^m,948$. On n'obtenait ainsi que 16 pour 100 du travail théorique de la vapeur. En quittant les câbles pour prendre le système atmosphérique, le moteur a donc presque doublé son rendement.

Quant à la vitesse du train devenue régulièrement uniforme, la marche actuelle constate, en supposant parfait le rendement des cylindres pneumatiques et en imputant entièrement la perte d'air au piston du tube, que ce dernier ne perdra au maximun, sous les plus fortes dépressions, qu'un demi-mètre cube par seconde. Par suite, avec une machine pneumatique puissante, imprimant au train une vitesse dix fois plus grande, la perte ne correspondra plus guère qu'au vingtième du travail théorique, et ce dernier ira ainsi dans la période d'ascension, abstraction faite du travail de raréfaction, à 48 pour 100 du poids utile.

Le tableau suivant établit la comparaison, d'une part, entre le travail théorique, le rendement, la dépense en charbon des machines à câbles et d'autre part, le système atmosphérique à tube simple pour des profondeurs variant de 250 à 1 000 mètres.

PROFONDEURS en mètres.	MACHINES A CABLES.			MACHINE ATMOSPHÉRIQUE.			CONSOMMATION en charbon par tonne utile extraite. — Machines	
	Travail par seconde en chev. vap.		Rendement pour 100.	Travail par seconde en chev. vap.		Rendement pour 100.	à câbles.	atmosphérique.
	dépensé.	utile.		dépensé.	utile.			
							Kilog.	Kilog.
250	225	90	40	800	360	44	25	7,50
500	500	180	36	862	360	42	50	15,00
1 000	800	221	28	985	360	36	100	30,00

On voit par les chiffres ci-dessus que, tandis qu'avec les câbles le rendement du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

travail de la vapeur diminue de 40 à 28 pour 100 en descendant de 250 à 1 000 mètres de profondeur, il ne s'abaisse que de 44 à 36 pour 100 avec la machine pneumatique. On voit également que le charbon brûlé, par tonne utile extraite, augmente avec les câbles de 2,50 à 10 pour 100 dans les mêmes limites de profondeur, pendant qu'avec le système atmosphérique dans lequel le travail d'ascension est uniforme, il n'est, au maximum, que de 3 pour 100 à cause du rendement plus grand tiré des machines et de la détente plus régulièrement obtenue de la vapeur (1).

Description de la machine définitive; son action sur l'aérage de la mine.

On vient de voir que la machine fonctionnant au puits Hottinguer n'était qu'une machine provisoire; M. Blanchet donne, dans son Mémoire, la description suivante de la machine définitive destinée à la remplacer.

Cette machine est du type horizontal. Elle est construite de façon à pouvoir : 1° être disposée en deux parties égales pour marcher dans le système atmosphérique, soit avec l'une quelconque d'entre elles, soit avec les deux à la fois; 2° être munie d'une détente variable à volonté; 3° être agencée pour fonctionner, suivant les circonstances et comme on le voudra, avec ou sans condensation.

Elle consiste en deux cylindres à vapeur à double paroi ou à enveloppe d'une épaisseur minima de 35 millimètres; ces cylindres sont conjugués par un arbre moteur, commandant directement chacun un cylindre pneumatique à double effet; le tout est fixé, avec bâti en fonte, sur des massifs de maçonnerie.

Le diamètre des cylindres à vapeur est de $1^{m},20$, ainsi que leur course.

Les cylindres à vent, dont la course est naturellement la même que celle des cylindres à vapeur, ont $2^{m},884$ de diamètre.

L'écartement des plans parallèles verticaux, menés par les axes des cylindres à vapeur et à vent, est fixé à 6 mètres, la machine étant logée dans une chambre de 12 mètres de largeur sur 24 de longueur.

Les cylindres à vapeur sont attelés par bielles et manivelles à l'arbre à volant qui les conjugue; cet arbre est distant de $6^{m},20$ du milieu de l'axe de ces cylindres.

La distance, de milieu en milieu, des cylindres à vapeur et à vent est de 6 mètres; celle du milieu des cylindres à vent à l'arbre moteur, est de $12^{m},20$. L'attelage des pistons des cylindres entre eux est construit pour être facilement monté et démonté.

La vapeur, dont l'action est réglée par une détente variable à volonté, doit arriver par le dessous aux cylindres moteurs au moyen d'un régulateur central, pourvu de

(1) A Épinac, la consommation de charbon à l'extraction par câbles se traduit par cette formule, qu'il faut brûler aux chaudières 10 kilog. de houille par tonne utile extraite et par 100 mètres de profondeur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

deux soupapes destinées à permettre à la fois de faciliter la mise en marche et de donner éventuellement la vapeur à la machine motrice de l'appareil de condensation qui est indépendant ; elle s'écoulera, soit à l'air libre, soit au condenseur.

La distribution de la vapeur aux cylindres est faite par tiroirs, et le changement de marche par la coulisse de Stephenson.

Les cylindres à vapeur sont revêtus d'une chemise en tôle d'acier ; ils doivent être éprouvés à 15 kilog. et les cylindres à vent à 2 kilog.

Les pistons pneumatiques sont guidés, comme ceux des cylindres à vapeur, au moyen de glissières contenant l'huile de graissage.

L'air déprimé arrivera du tube aux cylindres à vent par une ligne centrale passant par l'axe du puits et embranchant sur chacun d'eux, à la partie supérieure des boîtes à vent, par un double T les réunissant l'un à l'autre. Il s'échappera naturellement de chaque cylindre à la partie supérieure par un tuyau horizontal partant extérieurement des boîtes à air, divisées en deux parties par des cloisons verticales. Les soupapes sont réglées pour avaler et rejeter 7 mètres cubes d'air par seconde dans chaque cylindre. Ces soupapes doivent être en caoutchouc de forme circulaire, au nombre de 57, d'une section de $0^{m2},85$ pour l'aspiration et au nombre de 41, d'une section de $0^{m2},62$ pour le refoulement à chaque bout du cylindre. La largeur libre des boîtes à vent est de $0^{m},50$.

Les pistons des cylindres à vapeur, dont les tiges sont en acier, doivent être formés de deux coquilles assemblées à rivets. Leur hauteur est de $0^{m},30$, ce qui donne $1^{m},56$ pour la longueur totale des cylindres, y compris le jeu et les emboîtements des couvercles.

Les pistons des cylindres à vent, dont les tiges sont également en acier, doivent être formés pareillement de deux coquilles assemblées à rivets, et garnis, sur chaque face, d'une double lèvre de cuir. Leur hauteur est de $0^{m},35$.

Les bâtis, à tête arrondie, sont composés chacun de quatre pièces, dont deux pour les cylindres à vapeur et deux pour les cylindres à vent ; ils sont assemblés à boulons et à frettes posés à chaud. Leur longueur totale est de 16 mètres et leur largeur maxima de $4^{m},20$.

Le volant a $5^{m},50$ de diamètre, son inertie étant strictement limitée à la régularisation de la machine qui doit être arrêtée brusquement à chaque voyage du train atmosphérique.

Le poids total de la machine, dont l'esquisse est donnée fig. 7, 8, 9, pl. 106, doit être d'environ 210 tonnes.

Il ressort des calculs de l'auteur que la machine, réglée à une marche de 23 tours 1/20 à la minute, recevant la vapeur à 5 atmosphères sur le piston avec détente de un tiers sans condensation, consommera pour un tube simple par voyage à 1 000 mètres, 540 kilog. d'eau et de 108 à 135 kilog. de houille. La dépense en charbon sera ainsi de 2,4 à 3 pour 100 de son extraction utile.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En comptant sur 100 trains par jour, soit une extraction de 450 tonnes, il lui faudra 54 tonnes d'eau et 13 tonnes 1/2 de houille, soit 30 kilog. de houille par tonne extraite.

Avec des câbles, la dépense en charbon, à la même profondeur, serait de 10 pour 100 de l'extraction. Pour une extraction journalière de 450 tonnes, il faudrait donc en brûler 45, soit 100 kilog. par tonne utile extraite.

Le système atmosphérique réalise donc, par tonne extraite, une économie de charbon de 70 kilog., soit de 0 fr. 70, en évaluant le prix du charbon à 10 francs la tonne et, par conséquent, de 315 francs pour une extraction journalière de 450 tonnes. C'est par an, en comptant sur 280 jours de travail, une économie totale de 88 200 francs, sans compter celle résultant de la suppression des câbles.

L'action du système sur l'aérage, qui s'est fait sentir avec la machine provisoire du puits Hottinguer, ne manquera pas, d'après l'auteur, d'être plus décisive avec la machine définitive.

En effet, au puits Hottinguer, on a pu percer un travers-banc de plus de 300 mètres de longueur, et faire une traversée de 25 mètres dans le charbon sans être gêné ni par aucun gaz délétère, ni par le grisou. Chaque fois que l'air a été vivement appelé au fond des chantiers en provoquant de grandes vitesses du train atmosphérique par des excès de dépression suffisante, la température y a été très-sensiblement abaissée et le grisou qui apparaissait dans la houille a été emporté (1).

LÉGENDE DES PLANCHES 105 ET 106, REPRÉSENTANT LE SYSTÈME D'EXTRACTION PAR LA PRESSION ATMOSPHÉRIQUE DE M. Z. BLANCHET.

Planche 105.

Fig. 1, 2, 3. Esquisses montrant le système du tube simple et des deux tubes conjugués.

A, A, A, tubes atmosphériques.

E, tuyau d'échappement.

a, a, a, communication avec la machine pneumatique.

e, e, e, communication avec l'atmosphère.

o, robinet de manœuvre avec la machine.

g, robinet de manœuvre avec l'atmosphère.

n, robinet de prise et d'échappement d'air pour les manœuvres.

---

(1) La nouvelle machine projetée et décrite par M. Blanchet était, lors de la publication de son Mémoire, en construction à Saint-Étienne; l'auteur nous écrit qu'elle est sur le point d'être terminée. (M.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

X, tuyau d'équilibre servant à mettre en communication le dessus et le dessous du train.

s, robinet d'équilibre.

r, robinet de manœuvre d'admission et d'échappement d'air.

l, *l*, *l*, leviers des taquets d'appui et de retenue.

R, grand registre de sûreté.

M, M, pistons du train.

Fig. 4. Élevation de la partie supérieurs du piston avec section du tube.

Fig. 5. Élévation de la partie inférieure.

Fig. 6. Plan du piston.

Fig. 7. Section verticale de la partie supérieure du piston.

Fig. 8. Section verticale de la partie inférieure.

Fig. 9. Section transversale perpendiculaire à l'axe.

Fig. 10. Vue en élévation d'une virole ordinaire.

Fig. 11. Plan de la même virole.

Fig. 12 et 13. Cornières et couvre-joints (coupes par I-II et III-IV de la fig. 10).

Fig. 14. Assemblage des rivets (coupe par V-VI de la fig. 11).

Fig. 15. Demi-plan d'une virole à registre.

Fig. 16. Demi-section transversale suivant *xy* de la fig. 15.

Fig. 17. Coupe suivant *wz* de la même figure.

Fig. 18. Presse-étoupe.

Fig. 19. Coupe du presse-étoupe suivant $\alpha\beta$ de la fig. 18.

Fig. 20. Vue élévation d'une virole-portière avec les leviers de manœuvre et supports des taquets de retenue et d'appui.

Fig. 21. Demi-section horizontale d'une virole-portière.

Fig. 22. Section verticale de la même.

Fig. 23. Vue à une plus grande échelle des supports des leviers de manœuvre des taquets.

Fig. 24. Section verticale d'une fraction de tube avec les organes suivants :

i, touche à ressort.

k, levier coudé mobile commandé par la touche.

p, registre.

q, aspiration de la machine pneumatique.

t, manette de commande du registre *p*.

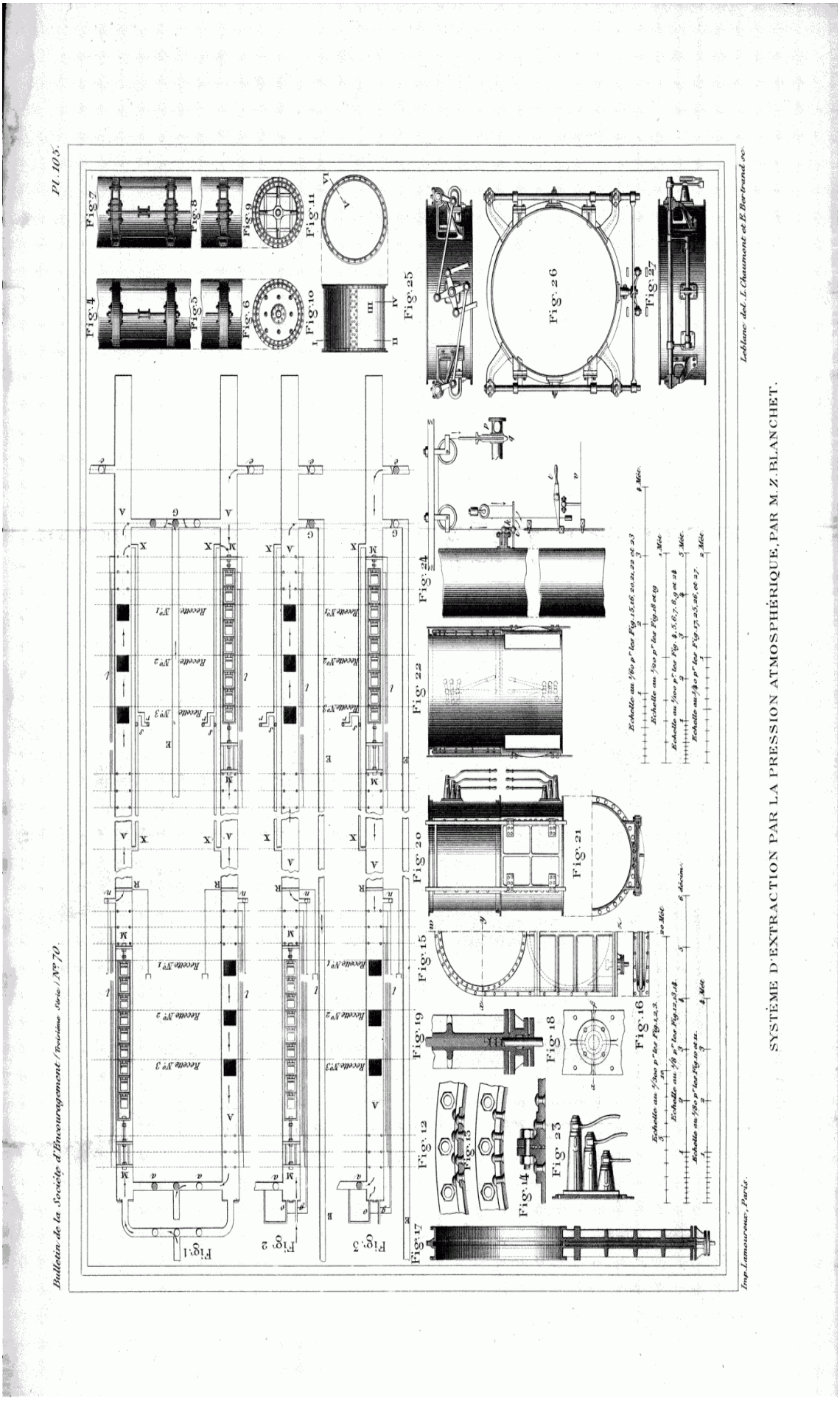
v, contre-poids d'équilibre.

Planche 106.

Fig. 1. Installation extérieure du tube simple au puits Hottinguer, montrant la recette du jour avec trois planchers.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 2. Installation du même tube dans le puits.
A, prise d'air de la machine.
B, taquets d'appui.
C, taquets de retenue.
D, portières.
E, échappement d'air.
G, admission d'air.
Fig. 3. Division du puits avec tube simple vu en élévation partielle.
Fig. 4. Section horizontale correspondant à la fig. 3.
H, tube pneumatique.
I, I, cages du service auxiliaire à câbles.
E, tuyau d'échappement d'air.
J, compartiment d'aérage.
L, échelles.
Fig. 5. Division du puits et mode de suspension pour deux tubes conjugués.
Fig. 6. Section horizontale correspondant à la fig. 5.
H, H, tubes conjugués.
I, I, cages du service auxiliaire à câbles.
E, tuyau d'échappement d'air.
L, échelles.
Fig. 7, 8, 9. Plan, projection horizontale et projection transversale de l'esquisse de la machine pneumatique en construction.
a, cylindres pneumatiques.
b, cylindres à vapeur.
c, volant.
d, admission d'air.
e, échappement d'air. (M.)

ARTS CHIMIQUES.

NOTES HISTORIQUES SUR LA DÉCOUVERTE DE L'OUTREMER ARTIFICIEL, PAR M. LOIR,

professeur de chimie à la Faculté des sciences de Lyon, et à l'École industrielle de la Martinière.

On enseigne dans les livres de chimie que l'outremer artificiel a été découvert, en France, par J. B. Guimet, de Lyon, et en Allemagne, par C. Gmelin, de Tubingue.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce renseignement (1) n'est pas exact, car il semble indiquer une simultanéité qui n'eut pas lieu. J. B. Guimet fit sa découverte en 1826 et Gmelin ne fit la sienne qu'en 1828.

Guimet ne réclama jamais au sujet de cette rédaction défectueuse; on va voir, par les détails dans lesquels je vais entrer, que les publicistes allemands avaient profité du silence de Guimet, d'abord pour proclamer une coïncidence, et peu à peu pour contester complétement à Guimet son invention et enfin par déclarer qu'il s'était simplement approprié les travaux de Gmelin.

Déjà en 1855, lors de l'Exposition universelle de Paris, le rapport du Jury, rédigé pourtant avec beaucoup de soin et une grande impartialité par M. Stas, laisse entrevoir que des influences germaniques ont circonvenu l'honorable rapporteur.

« . . . . . il faut bien le dire, les procédés employés en France ont été emprun-
« tés aux fabriques allemandes. »

Or, Messieurs, le procédé de J. B. Guimet consistait à produire l'outremer en une seule cuite, tandis que les premières fabriques établies en Allemagne ne pouvaient obtenir ce précieux colorant qu'en opérant deux cuites successives, produisant d'abord le vert qu'on faisait ensuite passer au bleu. Ce système demandait une double main-d'œuvre; ce n'est que depuis quelques années que les Allemands sont parvenus à n'opérer qu'une cuite comme J. B. Guimet le faisait depuis 1826.

M. Stas a donc été mal renseigné.

Il commit une autre erreur au sujet de la résistance aux acides de l'outremer naturel.

« On sait, dit-il, par le travail de Vauquelin, que l'outremer artificiel retiré par
« Tassaert des fours à soude de la fabrique de Saint-Gobain résistait à l'action du vi-
« naigre distillé, absolument comme le fait la *lazulite*, propriété qui n'est offerte par
« aucun des outremers exposés. »

Il peut se faire que du lapis lazuli mal broyé et encore entouré d'une gangue siliceuse, résiste à l'action de l'acide acétique. Mais les récentes expériences faites à l'usine de Fleurieux ont démontré que tous les outremers naturels, broyés avec autant de soin que le sont les outremers artificiels, ne résistent pas aux acides faibles, et qu'au contraire certains outremers artificiels préparés spécialement pour les papeteries résistent indéfiniment à l'alun et au sulfate acide d'alumine.

Enfin M. Stas conclut ainsi :

« . . . . le Jury croit devoir, par un vote solennel, reconnaître le service éminent

(1) Bien que ce renseignement soit reproduit par un assez grand nombre d'auteurs, cela ne prouve pas son exactitude; il a été donné par un premier auteur et les autres ont copié ce qui avait été imprimé. Nous pouvons voir dans ce travail un fait qui prouve qu'il en est souvent ainsi.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« que la Société d'encouragement a rendu dans cette circonstance à l'industrie et aux « beaux-arts de tous les pays. Il pense aussi que le même vote doit comprendre les « noms de MM. Christian Gmelin, à Tubingue, et Guimet, à Lyon : M. Christian « Gmelin, pour avoir découvert en Allemagne et fait connaître, dès 1828, un pro- « cédé de fabrication de l'outremer artificiel ; M. Guimet, pour avoir découvert, en « France, à la même époque, et avoir fabriqué en grand l'outremer artificiel pur « bleu. »

On voit, dans ce rapport, que la tradition commence à se modifier et que Gmelin est cité avant Guimet ; de la sorte, la priorité semble attribuée au chimiste allemand.

J. B. Guimet ne réclama pas, mais, en 1856, ayant à donner des renseignements à MM. Zuber et comp. sur l'historique des fabriques d'outremer, il rectifiait et prenait date.

« Lyon, le 25 janvier 1856.

« Messieurs Zuber et comp., à Rixheim,

« Je vais essayer de répondre, autant qu'il dépend de moi, aux questions que vous « me faites par votre honorée du 17 courant.

« C'est en 1827 que j'ai commencé à livrer de l'outremer artificiel aux artistes, « mais mon établissement actuel formé à Fleurieux-sur-Saône, près Lyon, n'a été « fondé qu'en 1831.

« La première fabrique qui ait produit de l'outremer après la mienne est la manu- « facture royale de porcelaine de Meissen, près Dresde. Elle donnait déjà, en 1831, « de très-beaux produits ; mais, à ma grande surprise, sa production n'a jamais pris « un développement important.

« L'établissement de M. Leverkus, à Welmerskirchen, date de 1839 ;

« Celui de Nuremberg, 1840 ou 1841 ;

« Id. Courtial, 1843 ;

« Id. Dauptain, à Londres, 1845 ;

« Id. Zuber, à Rixheim, 1847. »

Mais les Allemands ne perdirent pas courage, et, en 1865, M. Lichtemberger publiait, à Weimar, un grand ouvrage sur la fabrication de l'outremer. Nous allons en donner quelques extraits, en suivant le texte allemand presque mot à mot afin de conserver à ce travail sa saveur germanique :

« Principalement et exclusivement ce sont des Allemands et des Français qui se « sont occupés de la chose, et sans amoindrir les mérites de ceux-ci, il nous faut quand « même assurer à nos compatriotes la gloire de s'être mis à l'ouvrage d'une manière « plus scientifiquement profonde et plus vaste, et avoir recherché et employé des « moyens plus variés. Pour ce qui est de l'époque à laquelle remonte le premier tra- « vail individuel, ce fut celui de Margraf, à Berlin, en 1758, qui publie le résultat de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« ses recherches sur l'outremer naturel dans l'*Histoire de l'Académie de Berlin*.
« (1758, p. 10.)

« Ce fut Gmelin qui fit la découverte de la méthode de préparation artificielle, à
« Tubingue, vers l'an 1827, et en vérité par voie purement théorique, en mélan-
« geant et calcinant les parties composantes à l'état pur calculées d'après l'analyse
« (p. 11).

« . . . . . .

« Les travaux français sur la fabrication de l'outremer opposés aux allemands ont
« été moins profitables. Dumas mentionne cependant qu'en France la préparation de
« la couleur y avait réussi au commencement du XVIII^e^ siècle ; pourtant il en doutait
« lui-même. La première recherche scientifique parut en 1806 par Clément-Désor-
« mes (1) ; elle contenait en même temps une analyse de l'outremer naturel ; cepen-
« dant il ne s'y ajoutait aucun essai d'imitation. Celle-ci ne fut mentionnée que lors-
« que Tassaert et Kuhlmann firent à plusieurs reprises la remarque que, dans les
« fourneaux pour la préparation de la soude brute, il pouvait se former de l'outremer ;
« la preuve que ce corps était le produit désiré fut indiquée par Vauquelin d'après
« l'analyse.

« Puisque la possibilité d'une imitation était indiquée explicitement, la Société
« d'encouragement institua, en 1824, un prix de 6 000 francs pour l'inventeur d'une
« méthode de préparation conforme au but. Ce fut Guimet, de Toulouse, qui, en
« 1828, gagna le prix proposé ; son nom obtint une grande célébrité et sa fabrica-
« tion fut la source d'une grande richesse ; seulement des relations des hommes de
« son temps, par exemple de W. Büchner, il résulte que la connaissance des travaux
« de Gmelin, qui communiqua ses résultats lors de sa présence à Paris, furent la
« cause de la réputation de Guimet ; cependant sa méthode, quoique ses produits
« fussent très-recherchés et employés de beaucoup de manières, était si coûteuse
« qu'on ne peut pas lui attribuer la valeur qu'elle obtint alors par la nouveauté et
« parce qu'elle devait être inventée en France. Büchner indique aussi que les cou-
« leurs mêmes de Guimet laissaient beaucoup à désirer et qu'une comparaison avec
« les premiers produits obtenus en Allemagne avec la soude ne pouvait pas s'établir.
« Les relations ne sont pas certaines sur la continuation du système Guimet, parce
« que la Société d'encouragement de ce temps ne s'était pas assurée de l'exacte descrip-

---

(1) M. Désormes et M. Clément ont publié, en collaboration, divers travaux (*Annales de Chimie*, t. XVII, sur l'analyse du lapis lazuli, sur l'alun). Ces Mémoires sont signés Désormes et Clément. Plus tard, quand M. Clément était professeur au Conservatoire des Arts-et-Métiers, il travaillait seul, et il publia, en son nom, de nombreux Mémoires qu'il signa d'abord Clément, puis Clément-Désormes, ayant obtenu l'autorisation d'associer son nom à celui de son beau-père. Les auteurs de physique et de chimie attribuent ces derniers Mémoires à la collaboration, en écrivant MM. Clément et Désormes comme auteurs de ces travaux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« tion du système; il fallut de nouveau instituer un prix dans le même sens en 1837 ; cependant il se peut que quelque notion de ce système se soit maintenue en France « et répandue plus tard. car un fabricant belge soutenait, il y a peu d'années, que « son système répondait à celui de Guimet » (p. 17 et 18).

Ainsi voilà qui est entendu. D'après Lichtemberger, Guimet n'a fait que profiter des travaux de Gmelin ; les produits de Guimet étaient bien inférieurs à ceux que les Allemands fabriquèrent ensuite ; et enfin le système Guimet a été abandonné, oublié, perdu à ce point qu'on fut obligé, en 1837, d'instituer un nouveau prix pour la découverte de l'outremer.

Toutes ces assertions ont dû beaucoup étonner l'inventeur français qui, à cette époque, avait une usine des plus florissantes où il créait des produits irréprochables et bien supérieurs à toutes les imitations.

Mais l'auteur n'en a pas fini avec les révélations inexactes et malveillantes.

Deux citations nouvelles, empruntées à Lichtemberger et à Dippel, montreront à nouveau comment on a modifié la vérité.

« En général, comme on le sait bien, la fabrication en France est assez faible, et il « n'y a que peu d'endroits qui fournissent quelques produits, et même on connaît à « peine leurs noms en Allemagne ; même le *Dictionnaire technologique* de Labou- « laye, paru en 1857, ne contient, au mot Outremer, qu'une description déjà décrite « de Pruckner (avec une solution de sulfure de natrium) ; par contre, aucune indica- « tion sur les méthodes françaises.

« La dernière relation, et la plus complète sur la fabrication française, se trouve « dans le *Bulletin* de la Société d'encouragement, 1849, juillet, p. 325, et dans celui « de 1849, septembre, p. 386, dans lesquels Bussy entretient la Société d'une fa- « brique d'outremer fondée par Zuber et comp. à Rixheim (Haut-Rhin, Alsace).

« Celui-ci remarque qu'il n'existait en France, jusqu'à présent, que deux fabriques « d'outremer, celles de Guimet et de Courtial (sans indication de lieux) et celle de « Zuber et comp., avec 30 ouvriers et 6 chevaux, avec un produit annuel de « 600 quintaux, et qui avait pour but de pourvoir aux nécessités de leur fabrique de « papiers peints. . . . . .

« . . . . . .

« . . . . . .

« Dippel indique dans son ouvrage (et mentionne dans les indications littéraires, « au commencement et à la fin) que Guimet possédait une fabrique à Toulouse pour « exercer son invention et, de plus, mentionne Laboulaye, qu'il était associé avec « Courtial à Grenelle. Avec sa mort et celle de Vauquelin, son seul collaborateur, le « procédé doit être perdu en général ; cependant les choses principales ont dû être « maintenues, sans cela il ne resterait plus en France qu'une fabrique de cette na- « ture. Comment cela s'enchaîne ne peut pas être indiqué exactement et on n'en « peut donner aucun renseignement. » (p. 112 et 113.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On le voit, non-seulement Guimet n'a rien inventé, mais on lui donne les collaborateurs les plus invraisemblables, comme Courtial qui était son concurrent à Paris, ou Vauquelin qui était mort et n'avait du reste jamais fait le moindre travail avec l'inventeur de l'outremer.

On dit même qu'à cette époque Guimet avait cessé d'exister, ainsi que son usine ; or c'était justement une des phases les plus florissantes de l'entreprise du savant français, qui n'est mort qu'en 1871 et n'a cessé de diriger et de faire progresser son usine de Fleurieux.

Mais tous les publicistes allemands ne sont pas d'aussi mauvaise foi, et les vrais savants sont plus justes dans leurs appréciations; ainsi M. Ch. Furstenau, dans son Mémoire sur la fabrication de l'outremer, publié à Cobourg en 1864, s'exprime ainsi :

« ... Basé sur ces observations et le travail de Clément-Désormes, la Société d'en-
« couragement de Paris fonda un prix pour la production artificielle de l'outremer,
« qui fut gagné par M. Guimet, de Lyon, dont la fabrique est encore aujourd'hui la
« plus importante de France.

« Peu de temps après, Gmelin fit publier son procédé pour produire l'outremer.....»

Il est vrai que le même auteur suppose que Guimet procédait, comme les Allemands, pardeux opérations successives.

La question en était là, lorsqu'un journal scientifique allemand, le « *Chemiker Zeitung* », publié à Cœthen, donna, sous la signature du Dr E. Büchner, fils d'un des premiers fabricants d'outremer en Allemagne, un article dans lequel on affirme de nouveau, en termes peu courtois, la priorité de la découverte de Gmelin sur celle de Guimet. Le n° est du 12 avril 1878.

« . . . . . ,

« Gmelin, à Tubingue, fut le premier qui s'occupa de la production de l'outremer
« par la voie artificielle, et ses efforts furent couronnés de succès ; il réussit, en 1827,
« à produire l'outremer, quoique cependant d'une manière bien coûteuse et en quan-
« tités et de qualités bien faibles.

« Les Français attribuent le droit de priorité de l'invention de la production arti-
« ficielle de l'outremer à M. Guimet, de Toulouse, et la Société d'encouragement lui
« décerna, en 1828, le prix de 6 000 francs qu'elle avait institué en 1824. Comme
« c'est un fait établi que Gmelin, en 1827, donna, pendant sa présence à Paris, com-
« munication de sa découverte aux chimistes de Paris, et que c'est seulement en 1828
« qu'on accorda le prix à M. Guimet, *il n'y a pas de doute que celui-ci ne se soit*
« *approprié la découverte de Gmelin*. On peut attribuer sans réserve à Gmelin la
« découverte de l'outremer artificiel, et à Guimet le droit de priorité de la production
« par la fabrication. Guimet, en peu de temps, produisit de grandes quantités et
« acquit bientôt un nom et une fortune colossale. Celui-ci fut pendant longtemps le
« seul qui produisît l'outremer fabriqué, ce qui doit paraître le plus étonnant, puisque
« la découverte proprement dite venait d'un savant allemand célèbre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« On vit ici une fois de plus avec combien peu de zèle et de confiance en elle-
« même, l'industrie des Allemands avançait autrefois et comment leurs propres in-
« ventions *furent pillées* par les autres nations. Aujourd'hui encore on pourrait
« trouver des exemples semblables, et surtout dans le domaine chimique. »

M. Émile Guimet, qui dirige actuellement à Fleurieux l'usine fondée par son père, ayant eu connaissance de cet article, répondit, le 1er juin, au Dr G. Krause, directeur du « *Chemiker Zeitung* »; mais cette lettre de rectification ne fut pas publiée dans ce journal,

Nous la donnons ici :

« Dans un article de M. Büchner, publié dans le 15e numéro de votre journal
« (12 avril 1878), il se trouve une assertion qui ne repose que sur une inexactitude.

« D'après l'auteur, ce serait à la suite de communications faites en 1827 aux chi-
« mistes de Paris par Gmelin, que J. B. Guimet se *serait approprié* sa découverte
« de l'outremer artificiel, et M. Büchner ajoute qu'il est *impossible d'en douter*. —
« Or, en juillet 1826, J. B. Guimet avait déjà découvert l'outremer artificiel, et ses
« essais de fabrication avaient été poussés si loin que, pour les continuer, il était
« obligé, le 28 octobre 1826, de se faire envoyer 600 kilos de sels de soude par Bé-
« rard Barthélemy, de Marseille.

« L'argument tiré du séjour de Gmelin à Paris ne peut donc plus être invoqué
« comme une preuve de la priorité qu'on veut lui attribuer dans cette découverte.

« Ce qui a pu causer cette confusion, c'est que J. B. Guimet n'a publié sa décou-
« verte qu'en 1828 ; il avait passé plus de deux ans à perfectionner ses procédés, ne
« voulant divulguer son secret que lorsqu'il pourrait présenter des produits fabriqués
« industriellement et non de simples observations de laboratoire.

« Dans l'espoir que vous voudrez bien insérer cette rectification,

« Agréez, Monsieur, mes salutations les plus distinguées.

« Signé : E. Guimet. »

Cette lettre resta sans réponse.

M. Emile Guimet, qui conserve religieusement tous les cahiers d'expériences de J. B. Guimet, a fait autographier les pages 24 et 25 du cahier de 1826. La première expérience qui a donné de l'outremer se trouve en tête de la page 24, sous la rubrique : *expériences des mois de juillet et août;* l'année n'est pas indiquée; mais la page 25 donne des expériences du 18 octobre 1826 (1).

(1) On trouvera dans les Annales de l'Académie de Lyon, 1879, d'où cet article est extrait, l'autographie des pages 24 et 25 dont il est question; on y a ajouté la reproduction du bas de la page 39 où se trouve un brouillon de lettre demandant à M. Bérard, à Marseille, 600 kilog. de sel de soude, 500 kilog. de sulfate et 100 kilog. de carbonate. Ce projet de lettre n'est pas daté, mais

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C'est dans le courant de juillet 1826 que l'outremer artificiel a été découvert par J. B. Guimet.

Pour compléter les renseignements nécessaires sur cette intéressante question, nons donnons à titre de documents :

1° L'annonce faite, le 4 février 1828, à l'Académie des sciences, par Gay-Lussac, de la découverte industrielle de J. B. Guimet ;

2° Une lettre de Gmelin qui réclame, en termes des plus teutoniques, la priorité de cette découverte, accusant Gay-Lussac d'avoir abusé de sa confiance ;

3° La réponse de Gay-Lussac ;

4° Une lettre adressée par J. B. Guimet à Gay-Lussac ;

5° Le rapport fait à la Société d'encouragement par Mérimée sur le prix de 6 000 fr. donné à J. B. Guimet pour la découverte de l'outremer artificiel.

Académie des sciences. — Séance du 4 février 1828.

M. Gay-Lussac annonce que M. Guimet, commissaire adjoint des poudres et salpêtres, est parvenu à faire l'outremer de toutes pièces, en réunissant les principes que MM. Clément et Désormes avaient trouvés par l'analyse dans le lapis naturel.

Ce nouveau produit est plus riche en couleurs et plus éclatant que le lapis naturel.

Extrait d'une Note de M. Gmelin, de Tubingue, du 22 *mars* 1828, *sur la Préparation de l'outremer artificiel* (Hesperus, n° 76).

Plusieurs circonstances m'avaient convaincu depuis longtemps que le principe colorant de l'outremer est le soufre. La formation de cette couleur, remarquée par M. Tassaert (*Annales de chimie*, 89, p. 88) dans un fourneau qui servait à la fabrication de la soude et dont le sol était en grès, prouva évidemment la possibilité de la faire artificiellement. Cette couleur possédait en effet tous les caractères du véritable outremer, particulièrement celle d'être détruite par les acides puissants avec un dégagement d'hydrogène sulfuré. Je désirais, avant tout, apprendre par l'analyse comparative et exacte de différentes sortes d'outremer, quelle proportion de ses éléments serait la plus favorable à la production d'une belle nuance. A cette fin, je me suis procuré, il y a dix-huit mois, du lapis lazuli de Saint-Pétersbourg et de l'outremer de Paris (à la Palette de Rubens, Saint-Martin, rue de Seine, n° 6) par l'intermédiaire de M. le capitaine de Baer et de M. le professeur Hofalker, et j'ai soumis le dernier à une analyse rigoureuse.

Cependant le célèbre peintre, M. Seybold, à Stuttgard, m'ayant assuré que l'outre-

---

avant on trouve des expériences du 28 octobre, et, après, des expériences du 29 du même mois. C'est donc au mois d'octobre 1826 que J. B. Guimet est entré dans la période de fabrication industrielle de l'outremer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mer que j'avais acheté à Paris n'était pas de la meilleure qualité, je me suis adressé à M. le professeur Carpi, à Rome, pour m'en procurer de toutes sortes et des quantités suffisantes pour l'analyse de cette couleur.

En passant, au printemps 1827, quelques semaines à Paris, *je commis l'indiscrétion de faire part à quelques chimistes, et notamment à M. Gay-Lussac, de la conviction où j'étais de la* POSSIBILITÉ *de faire l'outremer artificiellement, et d'être occupé de ce problème ; c'est donc peut-être ma faute qu'un autre m'ait prévenu dans cette découverte ; car chacun a incontestablement le droit de faire des recherches sur des objets dont d'autres s'occupent.*

Je ne rapporte aussi ces circonstances que pour détourner de moi le soupçon de n'avoir commencé mes expériences qu'après avoir appris le résultat heureux d'un autre travail. Bien des personnes, et M. Gay-Lussac lui-même, me témoigneront sans doute avec plaisir que je lui en ai parlé, et qu'il ne me dit pas alors que quelqu'un était occupé, à Paris, à des recherches semblables.

Après avoir appris, par le *Schwabischer Mercur*, du 28 février, que M. Gay-Lussac avait annoncé à l'Académie de Paris, le 4 de ce mois, la découverte de la fabrication de l'outremer faite par M. Guimet, mais que ce dernier veut encore, quelque temps, tenir secret son procédé, j'ai été engagé d'autant plus à publier toutes les circonstances nécessaires pour le bon succès de la fabrication de cette couleur si importante pour la peinture, qu'on pourrait facilement être induit en erreur par l'opinion que l'analyse de l'outremer faite par MM. Clément et Désormes a été prise pour base.

Ici M. Gmelin décrit son procédé et termine ainsi :

En cas que toutes les parties de l'outremer ne soient pas colorées également, on peut séparer les parties les plus belles, après les avoir réduites en poudre très-fine par le lavage avec de l'eau.

Observations de M. Gay-Lussac.

C'est M. Liebig qui m'a adressé, toute traduite, la note qu'on vient de lire. Quoique M. Gmelin y emploie le mot *indiscrétion*, je n'ai pas besoin de chercher à me justifier. Je déclare même, suivant son désir, qu'il m'a dit, l'année dernière, pendant son séjour à Paris, qu'il croyait à la *possibilité* de faire de l'outremer ; et si je ne lui ai pas dit à cette occasion que quelqu'un s'en occupait à Paris, c'est par une bonne raison ; c'est que je n'en savais rien. Je n'ai connu les recherches de M. Guimet, qui ont été faites à Toulouse, à 200 lieues de Paris, que par la communication d'un échantillon d'outremer qu'il m'a faite, environ six semaines avant l'annonce à l'Institut de sa belle découverte. Quant à la priorité de l'idée qu'il était possible de faire de l'outremer, je ne crois pas que personne puisse sérieusement se l'approprier, surtout depuis le fait observé par M. Tassaert ; mais si, enfin, une discussion s'élevait à cet égard, la priorité serait certainement acquise à la Société d'encouragement de Paris, qui a proposé, il

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

y a quatre ans, un prix de 6 000 francs pour la fabrication de l'outremer. Certes, cette proposition est une preuve bien matérielle de la conviction où était cette illustre Société que l'outremer pouvait être fabriqué de toutes pièces. Je ne m'étendrai pas davantage sur cet objet ; mais comme la découverte de la fabrication de l'outremer est trop importante pour ne pas intéresser nos lecteurs, je me permettrai de faire connaître quelques passages d'une lettre que je viens de recevoir de M. Guimet, auquel j'avais donné communication de la note de Gmelin.

Lettre de M. J. B. Guimet.

L'indiscrétion dont M. Gmelin se plaint, ne lui a certainement fait aucun tort, puisqu'au printemps 1827, j'étais à Toulouse, et qu'il y avait déjà près d'un an que j'étais parvenu à former de l'outremer de toutes pièces (1). Il m'a fallu ensuite de très-longues recherches pour rendre mon procédé économique et applicable aux arts ; néanmoins, dès le mois de juillet 1827, mon bleu était déjà employé par plusieurs peintres distingués, notamment par M. Ingres, qui s'en est servi, pour la peinture d'un des plus beaux plafonds du musée Charles X. Je puis même ajouter que M. Ingres, qui est un excellent juge en cette matière, m'a répété plusieurs fois que mon outremer ne laissait rien à désirer, et qu'il le préférait à tous ceux du commerce.

M. Gmelin, en assurant que le soufre est le principe colorant de l'outremer, ajoute que l'analyse de MM. Clément et Desormes peut induire en erreur ; cependant ces Messieurs ont trouvé du soufre dans toutes les compositions d'outremer, et ils en évaluent la quantité à 3 sur 92.

La publication du procédé de M. Gmelin tournera certainement à l'avantage de la science ; mais je doute qu'on puisse obtenir par ce moyen de l'outremer à un prix raisonnable ; c'est ce que la suite prouvera. De mon côté, j'ai la satisfaction de perfectionner tous les jours mon procédé, et j'obtiens avec moins de frais des qualités d'outremer de plus en plus belles. En outre, je suis en mesure de fournir à tous les besoins des arts ; ayant fait construire des appareils convenables, et étant secondé par mon jeune beau-frère, qui a été votre élève à l'École polytechnique (2).

Rapport sur le prix proposé pour la fabrication d'un outremer artificiel, par M. Mérimée.

Messieurs, en 1824, vous proposâtes un prix de 6 000 francs pour la fabrication d'un outremer artificiel, réunissant toutes les qualités de celui qu'on retire du lapis

(1) La Société d'encouragement avait publié son programme pour la fabrication de l'outremer factice depuis quatre ans.

(2) M. Guimet avait établi un dépôt de son outremer chez MM. Tardy et Blanchet, rue du Cimetière-Saint-Nicolas, n° 7, à Paris.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lazuli. Ce problème, auquel vous attachiez une haute importance, est complètement résolu, et quatre années ont suffi pour procurer aux arts cet heureux résultat.

La plupart des découvertes sont faites lorsqu'on s'y attend le moins; celle-ci ne doit rien au hasard; provoquée par vous, elle était attendue comme le produit naturel de nos connaissances.

Si votre confiance eût été moins fondée, elle eût pu être ébranlée par les essais qui vous furent adressés les années précédentes. Aucun des concurrents ne paraissait avoir compris votre programme. Cette année, M. Guimet, ancien élève de l'École polytechnique et maintenant commissaire des poudres, est le seul qui se soit présenté. Son goût naturel pour les arts et son union avec une femme qui possède à un haut degré le talent de la peinture, ont probablement fixé son attention sur votre programme, et ses connaissances en chimie lui ont ont fait trouver la route qui l'a conduit au but de ses recherches.

Dès l'année dernière, il avait obtenu des résultats auxquels vous auriez sans doute applaudi; mais il jugea que sa tâche n'était pas remplie tant qu'il pourrait espérer de nouveaux perfectionnements.

A cette époque, plusieurs artistes firent l'essai de son outremer et le trouvèrent égal à celui qu'ils tiraient d'Italie. On peut en voir un essai très en grand dans le plafond représentant l'apothéose d'Homère, peint par M. Ingres, dans une des salles du musée Charles X. La draperie d'une des principales figures est peinte avec l'outremer artificiel, et dans aucun tableau on ne voit de bleu plus éclatant.

De son côté, votre comité des arts chimiques n'a pas négligé les expériences par lesquelles il pouvait constater l'identité de qualités de la nouvelle couleur avec celle extraite de la lazulite. Il a vérifié que cette couleur n'est point décomposée par une chaleur rouge, qu'elle n'est point altérée par les alcalis caustiques, et qu'elle est entièrement détruite par les acides concentrés et convertie en gelée : c'est à ces caractères qu'on reconnaît la pureté de l'outremer.

La plupart des artistes n'ayant aucune idée de la puissance créatrice de la chimie, quelques-uns refuseront peut-être leur confiance au nouvel outremer; mais alors ils seront fort embarrassés pour le distinguer de celui du lapis; car l'analyse chimique n'y fait découvrir aucune différence.

Au demeurant, cette défiance, qui ne sera jamais partagée par le plus grand nombre, s'affaiblira de jour en jour.

Il est des époques où certaines découvertes sont, en quelque sorte, mûres, et par cette raison ont lieu à la fois dans plusieurs endroits : cette circonstance s'est reproduite à l'égard de l'outremer artificiel. Dans le même temps que M. Guimet en faisait la découverte, un professeur de chimie de Tubingue, M. Gmelin, trouvait un procédé pour faire cette belle couleur.

L'annonce du succès obtenu par le chimiste français ayant été faite à l'Institut, au

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mois de février dernier, parvint bientôt en Allemagne. M. Gmelin, désappointé par un événement qui lui enlevait une priorité d'invention sur laquelle il comptait, crut pouvoir la ressaisir en publiant son procédé et en insinuant que la découverte dont la France se glorifiait, pouvait avoir été amenée par l'indiscrétion qu'il avait commise en annonçant à Paris, l'année précédente, qu'il était convaincu de la possibilité de faire de l'outremer de toutes pièces.

Il est étonnant que M. Gmelin se soit persuadé qu'aucun de nos chimistes ne pouvait avoir eu la même conviction. Il déclare cependant que la sienne était principalement fondée sur la formation d'une belle couleur bleue, obtenue dans l'âtre d'un four où l'on fabriquait de la soude. M. Vauquelin, qui en fit l'analyse, jugea qu'elle ne différait en rien de l'outremer. Le Mémoire que notre savant chimiste publia est terminé par cette phrase remarquable : « On doit espérer de pouvoir imiter la nature dans la production de cette précieuse couleur. » Il n'est pas moins étonnant que M. Gmelin n'ait pas eu connaissance de votre programme, publié il y a quatre ans; les journaux scientifiques d'Allemagne ont dû en faire mention.

Quoi qu'il en soit, nous ne contestons pas à M. Gmelin sa découverte; nous désirons même qu'il perfectionne son procédé au point d'en retirer d'aussi beaux produits que ceux de notre compatriote. Nous nous flattons que, de son côté, il désavouera les insinuations peu obligeantes auxquelles il s'est laissé aller (1).

Deux conditions étaient imposées par votre programme :

Par la première (celle-là est l'essentielle), vous avez exigé que l'outremer artificiel fût, en tous points, semblable à celui du commerce. Dans l'opinion du comité, cette condition est pleinement remplie.

La seconde porte que la couleur doit être préparée par un procédé assez économique pour qu'on puisse la livrer au commerce au prix de 300 francs le kilog.

Votre comité, Messieurs, n'a pas cru que cette condition dût être prise à la lettre; il a admis les motifs allégués par M. Guimet pour se justifier d'avoir porté le prix de sa couleur au double de celui que vous aviez fixé. Il est constant que son outremer a plus que le double de l'intensité de celui qui est le plus généralement employé dans le commerce, et qu'il en faut la moitié moins pour obtenir avec le blanc les mêmes teintes; ainsi la condition est suffisamment remplie. Il est impossible que la pratique n'apporte pas dans la préparation de cette couleur des perfectionnements qui permettront d'en baisser le prix et, par ce moyen, et par l'effet de la concurrence (car le procédé de M. Guimet sera trouvé), votre but d'économie sera prochainement atteint.

Il restait encore à vérifier si l'outremer présenté au concours et répandu déjà en grande quantité dans le commerce, est fabriqué de toutes pièces. Aucun des mem-

(1) Nous apprenons qu'il les a désavouées (Note de M. Mérimée).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bres de votre comité n'a eu, là-dessus, le moindre doute; mais, dans la circonstance dont il s'agit, lorsqu'il était chargé de constater les droits à votre récompense, il a pensé qu'il ne devait pas se contenter d'une épreuve morale.

En conséquence, il a demandé à M. Guimet de confier (mais sous le sceau du secret) son procédé à quelqu'un de son choix qui eût votre confiance et la sienne, et pût vous attester qu'il est persuadé que les bleus présentés et ceux que, depuis plusieurs mois, M. Guimet a versés dans le commerce, sont préparés artificiellement.

M. Guimet y a consenti : M. Vauquelin a reçu confidentiellement la communication du procédé, et il vous atteste qu'il est intimement convaincu que cet outremer est fait de toutes pièces.

Cette découverte, Messieurs, fera époque dans l'histoire de la peinture; elle est une de celles dont les arts chimiques peuvent se glorifier à plus juste titre. Telle est l'opinion de votre comité; il estime que le prix est bien mérité.

En conséquence, j'ai l'honneur de vous proposer, en son nom, de décerner ce prix à M. Guimet.

Adopté en séance générale, le 3 décembre 1828.

Signé : MÉRIMÉE, *rapporteur*.

Pour copie conforme :

L'Agent de la Société,

Signé : CASTAGNOL.

De tous ces documents authentiques découlent les conclusions suivantes :

1° En 1824, la Société reconnaît la possibilité de faire l'outremer de toutes pièces et elle propose un prix de 6 000 francs pour la découverte de l'outremer artificiel.

2° En 1826, J. B. Guimet obtient au mois de juillet l'outremer artificiel.

3° La même année au mois d'octobre, J. B. Guimet produit industriellement l'outremer qu'il livrait aux artistes dès cette époque.

4° En 1827, Gmelin reconnaît la possibilité de faire l'outremer de toutes pièces — ce qui avait déjà été reconnu *trois ans auparavant* par la Société d'encouragement.

5° En 1828, Gmelin obtient de l'outremer artificiel — ce qui avait été obtenu *deux ans auparavant* par J. B. Guimet.

6° Cet outremer de Gmelin était un produit de laboratoire mélangé de matières grises et obtenu au moyen de nombreuses opérations coûteuses et délicates.

7° Au mois de décembre 1828, la Société d'encouragement décerne à J. B. Guimet le prix proposé.

8° En 1831, J. B. Guimet établit son usine à Fleurieux-sur-Saône. Tout le monde

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sait que cette usine, qui a été toujours en s'augmentant, n'a jamais cessé de livrer des outremers au commerce depuis cette époque (1).

Je termine cet exposé consciencieux et sincère qui établit les droits incontestables de J. B. Guimet, et qui réduit à néant les allégations injurieuses pour la mémoire de ce savant, qui ont été émises, en le résumant ainsi : J. B. Guimet a, le premier, obtenu en 1826, et préparé industriellement, dès 1827, l'outremer artificiel. Gmelin, de Tubingue, savant connu par de beaux et nombreux travaux, n'a obtenu, qu'en 1828, l'outremer artificiel.

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1878.

NOTICE HISTORIQUE ET STATISTIQUE SUR LE PÉROU, EN 1878, PAR M. LUIS E. ALBERTINI, COMMISSAIRE DÉLÉGUÉ DU PÉROU.

Organisation politique.

Le Pérou a proclamé son indépendance le 28 juillet de l'année 1821; mais il fallait à cette déclaration la consécration solennelle du fait accompli. C'est le 9 décembre 1824 que fut signée, sur le glorieux champ de bataille d'Ayacucho, par le lieutenant-général des armées de Sa Majesté Catholique, la capitulation en vertu de laquelle les troupes

---

(1) Il serait bon que les Français, de leur côté, fussent un peu plus soucieux de l'honneur de leurs hommes célèbres et plus au courant de leurs propres gloires.

Ainsi, tout dernièrement, un journal artistique de Paris publiait un long travail sur l'outremer. L'auteur de l'article se demandait avec étonnement, comment il se faisait que cette précieuse couleur, si rare et si chère autrefois, fût tout d'un coup devenue si commune et d'un prix si bas.

Après avoir étudié la question sous toutes ses faces, il finissait par découvrir une lettre écrite par Mérimée à A. Giraud, marchand de couleurs. Un prétendu chimiste avait découvert, en Russie, des *montagnes* de lapis-lazuli, et demandait à M. Giraud de lui avancer quelques milliers de francs sur ces montagnes d'outremer.

Mérimée, consulté, écrivait à M. Giraud que, dans son opinion, le chimiste en question était un charlatan; et l'auteur enthousiasmé conclut ainsi :

« Laissons de côté la question commerciale. Un point surtout nous intéresse dans la lettre du « secrétaire de l'École des Beaux-Arts. Elle nous apprend, en effet, comment l'outremer, si rare « au XVII^e^ et au XVIII^e^ siècles et qu'on était obligé de demander et de faire venir par voie diploma- « tique, est devenu de nos jours d'un usage aussi commun, *grâce aux mines de lapis-lazuli décou- « vertes en Russie.* »

Convenons que l'auteur aurait grand besoin d'ouvrir un livre de chimie à l'article *Outremer*, afin de ne pas se joindre involontairement aux Allemands qui contestent à J. B. Guimet sa précieuse découverte.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

espagnoles, après avoir rendu leurs armes à l'armée unie libératrice, évacuèrent le territoire péruvien qui, dès lors, reconnut l'autorité de son libérateur, Simon Bolivar.

Forme du gouvernement. — Après s'être émancipé de la domination espagnole, le Pérou adopta pour forme de gouvernement la République démocratique alternative, basée sur l'indépendance des pouvoirs publics.

Différentes Constitutions y furent successivement promulguées : la première a été celle du 17 décembre 1822, et la dernière, qui est en vigueur aujourd'hui, est celle du 13 novembre 1860. Si l'on examine avec impartialité les garanties individuelles qu'elle proclame, on peut dire qu'elle reconnaît, dans son ensemble, toutes celles qui se trouvent formulées dans les constitutions les plus libérales des peuples modernes : Liberté de la presse, liberté de commerce et de l'industrie, liberté et gratuité de l'enseignement primaire, liberté d'association, droit de pétition individuelle et collective, inviolabilité de la personne et inviolabilité du domicile, inviolabilité de la propriété matérielle et intellectuelle ; abolition des priviléges et abolition de l'esclavage, droit accordé à l'étranger d'acquérir des biens territoriaux à l'égal et au même titre que les nationaux, etc., etc.

Les droits et prérogatives de la nationalité sont largement accordés, non-seulement aux indigènes et aux enfants de père ou de mère péruviens nés à l'étranger, mais encore aux étrangers eux-mêmes, majeurs de vingt et un ans, exerçant une industrie ou une profession, et qui demandent leur inscription au registre civique.

Pouvoirs publics. — L'exercice des fonctions publiques est commis aux membres des pouvoirs législatif, exécutif et judiciaire.

Le pouvoir législatif est exercé par un Congrès composé de deux Chambres : la Chambre des députés et le Sénat. — Les membres du Corps législatif sont nommés par le suffrage universel indirect, élection au second degré. — Ils sont inviolables pendant la durée de leurs fonctions.

Pouvoir exécutif. — Le chef du pouvoir exécutif prend le nom de Président de la République. — Il est également élu par le suffrage universel indirect. — La durée de son mandat constitutionnel est de quatre ans, et il ne peut être réélu, ni même nommé vice-président, qu'après le laps de quatre années intermédiaires, comptées à partir du jour de la cessation de ses pouvoirs.

Deux vice-présidents sont simultanément élus, en prévision du cas de vacance ou d'empêchement.

Cinq ministres d'État prêtent leur concours au président de la République pour l'expédition des affaires :

Le ministre des affaires étrangères ;

Le ministre de l'intérieur ;

Le ministre de la guerre et de la marine ;

Le ministre de la justice, du culte, de l'instruction publique et de l'assistance publique ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le ministre des finances.

Tous les cinq sont solidairement responsables des résolution prises en Conseil et individuellement responsables des actes spéciaux de leur administration.

Le président actuel de la République du Pérou est le général Don Mariano Ignacio Prado.

Le général Prado n'est pas un homme nouveau dans l'histoire de son pays. C'était déjà lui qui exerçait les hautes fonctions de la présidence en 1866, lors de ce mémorable combat du 2 mai, qui mit fin à l'invasion espagnole, et c'est à lui que revient la gloire de ce brillant fait d'armes.

Le général Prado est un patriote de bon aloi, qui a su s'entourer des hommes de tous les partis, dont les efforts, loyalement unis aux siens, tendent à réparer les fautes et les erreurs du passé. Son administration sage et modérée a déjà fait beaucoup dans ce but, sans compromettre toutefois les ressources de l'avenir.

Pouvoir judiciaire. — L'administration de la justice est exercée jusqu'à concurrence de la somme de 200 *soles* par les juges de paix des divers districts. — Dans les affaires contentieuses dont la valeur dépasse 200 *soles* et dans les affaires criminelles, l'exercice de la juridiction est déféré aux juges de première instance qui résident dans le chef-lieu de chaque province. — En appel, il ressort des cours supérieures qui siégent dans la capitale des départements désignés par le Congrès. — En nullité ou en cassation, il ressort du tribunal suprême qui siége à Lima, capitale de la République.

Les membres de la Cour suprême sont nommés par le Corps législatif, sur la proposition qui lui en est faite par le chef du pouvoir exécutif.

Les membres des Cours supérieures de justice sont nommés par le président de la République, sur la proposition de la Cour suprême.

Enfin, les juges de première instance sont également nommés par le chef de l'État, sur la proposition des Cours supérieures départementales.

Au-dessus de toutes ces juridictions plane celle du *Tribunal suprême de responsabilité*, composé de neuf membres et d'un procureur général (*fiscal*) qui sont nommés par le Congrès. La durée de leurs fonctions est de quatre années seulement. — Ils sont appelés à contrôler les jugements et résolutions de la Cour suprême ; mais ils n'ont pas qualité pour détruire, altérer, ni modifier la cause jugée ; ils peuvent, néanmoins, déclarer et rendre effective, s'il y a lieu, la responsabilité personnelle et pécuniaire des juges.

L'administration de la justice, au Pérou, est publique et gratuite.

Religion. — La religion de l'État est la religion catholique, apostolique, romaine. Toutefois, dans quelques-unes des villes les plus importantes de la République : Lima, Callao, Tacna, etc., où l'affluence des étrangers est plus considérable, l'existence de chapelles des différents cultes dissidents est tolérée, et l'autorité n'apporte aucune entrave à leur exercice. Les fidèles de chacun de ces cultes s'y rendent et s'y réunissent publiquement ; il existe même des cimetières où sont inhumés les protestants et les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

israélites, et où les honneurs funèbres leur sont rendus selon les rites de leur religion. De façon que, si la Constitution péruvienne ne proclame pas, *claris verbis*, la liberté des cultes, l'on peut dire, cependant, que cette liberté existe de fait et s'exerce dans la capitale elle-même, sous l'œil tolérant de l'administration.

Population et divisions territoriales. — Un recensement de la population a été fait, en **1876**, avec les précautions les plus scrupuleuses, pour obtenir le chiffre le plus rigoureusement exact. Il résulte de cette opération que, sur une superficie d'environ **62 376** lieues carrées, la population du Pérou était alors de **2 704 998** habitants, répartis dans les **21** départements qui forment sa circonscription politique, dans les proportions qui ressortent du tableau statistique suivant :

DÉPARTEMENTS.	POPULATION.	LIEUES de superficie.
Amazones	34 307	1 900
Ancachs	274 296	2 779
Apurimac	122 581	847
Arequ pa	151 743	3 287
Ayacucho	114 430	2 155
Cajamarca	244 895	1 700
Callao	34 604	1 976
Lima	226 211	
Cuzco	243 661	2 280
Huancavelica	104 155	1 257
Huanuco	82 668	1 988
Ica	60 548	1 212
Junin	208 852	3 621
Lambayeque	87 990	862
Libertad	148 057	1 568
Loreto	63 794	24 961
Moquegua	28 786	861
Piura	135 682	2 273
Puno	261 288	2 913
Tacna	38 225	1 640
Tarapaca	38 225	2 296
	2 704 998	62 376

Géographie, orographie, hydrographie, climats, productions.

En prenant pour base l'*uti possidetis* des anciennes vice-royautés que l'Espagne avait établies dans ses domaines du continent sud-américain, le Pérou occupe aujourd'hui cette vaste région qui, sur les rives du grand océan Pacifique, s'étend de l'embouchure du Tumbez à celle du Loa.

La première de ces deux rivières forme au Nord sa ligne de démarcation avec la République de l'Équateur, et la seconde, au Sud, la sépare de la Bolivie. A l'Est, il confine également en partie avec la Bolivie et avec l'empire du Brésil. Ses côtes, sur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une étendue de près de 500 lieues, se prolongent du N.-O. au S.-E. et sont baignées à l'Ouest par les eaux du grand Pacifique.

La configuration topographique du Pérou est à peu près celle d'un grand triangle, dont le sommet se rapproche des immenses déserts d'*Atacama*, et dont la base repose sur les frontières du Brésil et de l'ancienne Colombie. — Sa superficie totale peut être évaluée à environ 62 376 lieues carrées.

Cet énorme territoire se trouve compris entre le 3° 21′ et le 22° 32′ latitude sud et le 64° 40′ au 83° 45′ longitude ouest, calculés sur le méridien de Paris.

Aspect général. — Le littoral du Pérou, dont le développement, comme nous venons de le voir, est du N.-O. au S.-E. de près de 500 lieues, ne présente ni saillies notables ni profondes échancrures. — Au Nord, sur les limites de l'Équateur, le point le plus avancé sur la mer est le *Cap de Pariña*, qui se trouve entre le *Cap Blanc* et la pointe de la *Aguja;* en cheminant vers le Sud, la côte paraît se replier légèrement sur elle-même et former un enfoncement, peu accentué d'ailleurs, dans lequel viennent successivement se loger les ports du *Callao*, de *Pisco*, d'*Arica*, de *Pisagua*, etc.

Deux énormes chaînes de montagnes, celle de la Cordillère et celle des Andes, qui semblent prendre naissance à l'extrémité méridionale du continent sud-américain, traversent la région péruvienne. C'est environ vers le 21° parallèle de latitude sud, que ces deux gigantesques tronçons se séparent et se dirigent l'un vers le N.-E., en traversant la Bolivie, pour rejoindre de nouveau le territoire du Pérou vers le 14° parallèle de latitude Sud, tandis que l'autre, inclinant à l'Ouest, se prolonge dans la direction du littoral, dont il reproduit assez exactement les inflexions et les sinuosités, jusqu'aux frontières de la République de l'Équateur.

Il résulte de cette configuration orographique que le Pérou se trouve longitudinalement, du Nord-Ouest au Sud-Est, divisé en trois bassins ou plutôt en trois zones bien caractérisées et bien distinctes : celle du *littoral* ou de la *côte* qui forme, jusqu'au versant occidental de la Cordillère, une longue bande d'environ 20 à 25 lieues de largeur; celle de la *Sierra*, dont la largeur est à peu près égale, qui se trouve formée par le versant de la Cordillère elle-même, et enfin celle des hauts plateaux, vulgairement désignée dans le pays sous le nom de *Puna*.

Il résulte également de cette configuration, de la situation de chacune de ces zones relativement aux montagnes qui les séparent, et enfin de leur élévation au-dessus du niveau de la mer, que chacune d'elles a un climat spécial et des productions différentes,

Le littoral de la côte. — La côte du Pérou jouit d'une température douce et égale pendant toute l'année.

Le thermomètre s'y maintient en général à 19° et 20° en moyenne.

Les différences des saisons n'y sont presque pas accusées.

La fraîcheur, qui parfois s'y fait sentir, est due, bien plus qu'aux neiges de la Cordillère ou des Andes, à un léger brouillard et à une fine rosée (*garua*) qui se pro-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

duisent dès les premiers jours du mois de juin jusqu'à la fin de septembre, et que l'on croit devoir attribuer à des courants aériens qui, d'habitude, règnent à cette époque de l'année et partent du détroit de Magellan pour se diriger vers le cap de *Pariña*.

L'absence de la pluie est, dans cette région, une condition essentiellement défavorable pour l'agriculture, quoique le terrain y soit doué d'une fécondité et d'une énergie végétatives exceptionnelles, à tel point que quelques pluies abondantes, qui à de longs intervalles s'y produisent parfois, suffisent pour y entretenir, pendant deux ou trois années, une végétation vivace et exubérante.

L'agriculture du littoral est circonscrite, par conséquent, aux terrains qui se trouvent sur le parcours ou à proximité des rivières, formées par les pluies de la *Sierra* et la fonte des neiges de la Cordillère, qui vont se déverser dans le Pacifique.

Le système de culture est donc celui de l'irrigation par canaux ou prises d'eau qui s'alimentent des cours naturels que le versant occidental des montagnes laisse écouler vers le littoral. Tous les terrains qui se trouvent dans ces heureuses conditions topographiques, présentent l'aspect d'une végétation vigoureuse qui a rarement besoin d'être stimulée par l'emploi d'engrais réparateurs. Les fertiles vallées qu'ils forment, produisent en abondance les fruits de la zone tempérée et de la zone torride, dont la saveur ne se rencontre nulle part. C'est là que l'on voit croître la canne à sucre, dont les beaux spécimens atteignent en grosseur des proportions vraiment fabuleuses ; c'est là que se récoltent les vins si recherchés de *Pisco* et de *Locumba*, honorablement connus déjà sur les marchés européens ; c'est là, enfin, que se cultivent ces cotons qui rivalisent avec ceux de l'Egypte, et les maïs, les riz, les bananes, les trèfles, les pommes de terre et la savoureuse *yucca*, qui, malheureusement, n'a pu encore être acclimatée en Europe.

La *Sierra* est la zone formée par le versant de la Cordillère, qui s'étend en largeur jusqu'aux hauts plateaux. Sa température moyenne ne dépasse 18 à 20°, et il est rare qu'elle s'abaisse jusqu'à 0°. L'altitude des plateaux que l'on y rencontre varie de 1 200 à 3 500 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Les pluies qui y règnent, depuis le mois d'octobre jusqu'aux premiers jours du mois d'avril, période pendant laquelle augmente considérablement le volume d'eau des rivières qui se jettent dans le Pacifique, constituent la différence caractéristique entre cette région et celle du littoral.

Ces conditions météorologiques sont des plus propices pour l'agriculture ; aussi est-ce dans cette région et dans les innombrables vallées que viennent y former les sinueux replis de la Cordillère, que se cultivent les plantes les plus importantes pour l'alimentation de l'homme.

Le blé y croît en abondance, ainsi que l'orge, le riz, les pommes de terre, le café, l'avoine, le trèfle et le maïs aux diverses nuances, blanc, jaune, violet, dont les vigoureux épis sont un objet d'admiration. On les retrouve encore presque intacts dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les *Huacas* et les anciennes sépultures des Incas, pour témoigner que cette importante graminée est bien une des plantes indigènes du Pérou.

Sur le versant des montagnes germent presque spontanément de plantureux herbages, au milieu desquels paissent d'innombrables troupeaux de moutons et de brebis.

La Puna. — La zone appelée *Puna* est beaucoup moins tempérée que celle de la *Sierra*. Sa température est essentiellement variable. Le climat, en général, y est froid. Le thermomètre, pendant la journée, s'y élève à 2° centigrades environ, et pendant les nuits, qui sont parfois très-rigoureuses, il s'abaisse à 6° et même jusqu'à 12° au-dessous de zéro.

L'aspect de la nature et de la végétation change ici complétement. C'est la région où se produisent spontanément les graminées (*pajonales*) ; c'est la patrie du *Lama*, de l'*Alpaca*, de la *Vigogne* et de ces moutons aux toisons abondantes, dont la laine est d'une merveilleuse finesse.

Cependant, au milieu de ces plateaux élevés, parsemés de rocs abrupts, l'on rencontre, de distance en distance, de profondes échancrures qui forment autant de vallons aux pittoresques allures, traversés par les innombrables torrents qui descendent des Cordillères, et où l'œil du voyageur revoit avec plaisir la végétation de la *Sierra* et, parfois même, les plantes et les fruits qui ne croissent que sous l'influence des chaleurs du littoral.

L'altitude des plateaux de la *Puna* varie généralement entre 3 000 et 4 800 mètres. Au-dessus de ces plateaux se dressent les pics altiers de la Cordillère, couverts de neiges perpétuelles et dont quelques-uns atteignent plus de 7 000 mètres de hauteur. C'est le *Wilkan*, qui s'élève à plus de 7 200 mètres ; c'est le *Pallahuari*, qui excède 6 800 mètres ; ce sont le *Coypasa*, le *Sarabara*, le *Pichupichu*, le *Misti*, autant de géants de granit dont la taille dépasse 6 000 mètres.

Cette région, tout à fait inhospitalière, est réfractaire à toute végétation, et la température, sous l'influence des ouragans de neige, s'y abaisse jusqu'à 25° au-dessous de zéro.

Région des forêts. — La région des forêts vierges que l'on désigne au Pérou sous le nom de *Montaña*, occupe la partie orientale du pays, c'est-à-dire celle qui confine avec l'empire du Brésil et la république de l'Équateur. C'est le Pérou de l'avenir ; c'est là que, suivant les prophétiques paroles du baron de Humboldt, sont appelées, tôt ou tard, à se donner rendez-vous toutes les civilisations du globe.

L'aspect de la nature, dans cette région, est tout à fait différent de celui du littoral. Ici, tout est verdure, fraîcheur, exubérance de végétation, production spontanée. Des milliers de cours distribuent la fécondité et la vie avec une largesse qui dépassse tout ce que l'imagination peut concevoir de plus merveilleux.

Les innombrables affluents de l'*Amazone*, a dit Carrey dans son intéressant récit sur les productions et coutumes de l'Amérique du Sud, forment entre eux des dizaines

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de milliers de lieues navigables. Cette rivière, d'un côté, se relie à l'*Orénoque*, dont l'embouchure se trouve à 300 lieues au Nord, et, de l'autre côté, au moyen d'un canal de quelques lieues seulement, elle pourrait se relier au *Plata*, dont l'embouchure se trouve à 900 lieues du *Para*. Ce serait là, ajoute l'auteur que nous citons, le système hydrographique le plus grandiose, le plus merveilleux et le plus fécond en résultats pour l'avenir de l'humanité. L'Amazone a, en effet, pour tributaires directs ou indirects plus de 1,100 rivières et des milliers de lacs et de canaux naturels. Cet immense réseau couvre plus des deux tiers de l'Amérique du Sud et peut servir de voie de communication avec l'Atlantique, sur une étendue de 500 lieues de latitude et près de 600 de longitude ; ce qui réduirait à douze jours, à peine, la distance de cette partie du continent sud-américain à l'Europe.

Le règne végétal déploie, dans ces contrées, un luxe que rien n'égale.

Le cèdre, l'acajou, l'ébénier, le bois de fer, l'acacia, le jacaranda et les bois précieux de toutes les essences, propres à l'ébénisterie et à la construction, paraissent s'y être donné rendez-vous.

L'on trouve également dans les mêmes forêts, à l'état naturel et croissant presque sans culture : le coton, le café, la vanille, le quinquina et d'innombrables plantes textiles, basalmiques, médicinales, résineuses et tinctoriales qui sont déjà l'objet d'un commerce d'exportation qui se développe de jour en jour.

Quel prodigieux horizon ouvert à l'immigration et au travail de l'avenir!

Hydrographie. — Le régime hydrographique du Pérou comprend : 1° Le grand océan Pacifique, qui baigne ses côtes du Nord au Sud, depuis le Cap Blanc jusqu'à la vallée de *Tucupilla ;* — 2° le réseau des rivières qui descendent de la Cordillère et de ses nombreux rameaux ; — 3° enfin, les lacs et lagunes qui se trouvent principalement dans l'intérieur des terres.

Caps. — Sur le littoral, les sinuosités du Pacifique forment le *Cap Blanc*, le *Cap de Pariña*, le *Cap de l'Aguja*, qui avancent plus que tous les autres sur la mer, et ensuite ceux de *Payta*, *Guañape*, *Salinas*, *Chancay*, *Nasca*, *Chala*, *Islay*, qui sont plutôt de simples pointes, vulgairement désignées dans le pays sous le nom caractéristique de *Morros*.

Ports. — Ces mêmes sinuosités du Pacifique forment aussi un nombre considérable de ports, d'anses ou de petites baies généralement assez bien abrités, parmi lesquels nous nous contenterons de citer ceux de *Tumbez*, *Payta*, *Samanco*, *Casma*, *Callao*, *Chorrillos*, *Pisco*, *Mollendo*, *Islay*, *Arica*, *Pisagua*, *Iquique*, etc., etc.

Rivières. — Quant aux rivières, elles se divisent en deux catégories très-distinctes : rivières occidentales et rivière orientales ; les premières sont tributaires du Grand Pacifique, les secondes sont tributaires de l'Atlantique. Du Nord au Sud, sur le versant occidental de la Cordillère, on trouve successivement : le *Tumbez*, la *Chira*, le *Sechura*, le *Chicama*. le *Viru*, le *Santa*, le *Huaura*, le *Carabayllo*, le *Rimac*, le *Ocaña*, le *Mages*, le *Tambo*, le *Loa*, etc. Sur le versant oriental se présentent les grandes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rivières navigables qui vont se jeter dans l'Atlantique. Les Andes, de ce côté, s'abaissent graduellement et se confondent bientôt avec ces plaines immenses qui bordent le cours de ce majestueux fleuve de l'Amazone, et sont traversées par le *Huallaga*, le *Pachitea*, l'*Ucayali*, d'un côté, et de l'autre, par le *Yavari*, le *Purua*, le *Madeira*, le *Pastaza*, le *Napo*, etc.

Lacs. — Le plus considérable parmi les lacs est, sans aucun doute, celui de *Titicaca*, dans le département de *Puno*, qui confine avec la Bolivie. Sa plus grande largeur, du Nord au Sud, est de 200 kilomètres environ, et de l'Est à l'Ouest elle dépasse 100 kilomètres.

Les eaux de cet immense bassin sont à 4 000 mètres, environ, au-dessus du niveau de la mer. C'est une voie de communication et de transport entre le Pérou et la Bolivie. Une ligne de petits bateaux à vapeur est destinée à ce service. Les principaux articles qui sont l'objet du commerce et de l'exportation sont : la coca, les viandes salées, le suif, le maïs, le charbon de terre, et quelques bois et minerais.

Eaux thermales et minérales. — Nous ne terminerons pas cette rapide esquisse hydrographique du Pérou sans dire quelques mots des abondantes sources thermales et minérales que l'on y trouve de tous côtés, aussi bien bien au sommet des Andes que sur les deux versants de la Cordillère, et même sur le littoral. L'efficacité de ces eaux bienfaisantes est déjà reconnue et consacrée par de fréquentes applications thérapeutiques, qui ont donné parfois de miraculeux résultats.

Nous citerons au hasard parmi ces sources : *le bain de l'Inca*, dans le département de *Cajamarca* (eau thermale sulfureuse) ; — *Chavin*, dans le département de *Ancachs* (eau également thermale et sulfureuse dont la température est de plus de 45°) ; — *Huacachina*, lagune qui se trouve à 4 kilomètres environ de Ica, et dont les eaux alcalines et iodurées se recommandent d'une manière toute spéciale dans les affections rhumatismales, la paralysie, les maladies herpétiques, etc ; — *Yura*, dans le département d'*Aréquipa*, à sept lieues environ de la capitale (eau thermale sulfureuse et eau ferrugineuse bicarbonatée). (*La suite au prochain cahier.*)

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 11 juillet 1879.

Présidence de M. Dumas, président.

Correspondance. — M. *Breton-Maire*, sellier-carossier, à Seurre (Côte-d'Or) ; frein à patins pour les trains de chemins de fer. (Arts mécaniques.)

M. *Sauvage*, rue de Nevers, 3, à Paris ; robinet pour éviter les coups de bélier, se fermant seul. (Arts mécaniques.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Delaurier* (Émile), rue Daguerre, 71, à Paris; recherches nouvelles sur l'induction magnétique (Arts économiques.)

M. *Talard, Genty et comp.*, rue du Faubourg-Cérès, 42, à Reims; nouveau système de vidanges. (Arts économiques.)

M. *Whitaker* (W.), marchand de fer et acier, Philadelphie, Nortfront street, 52, présente la machine à vapeur Tyson, de 1/6 de cheval, pour le concours ouvert par la Société pour les petits moteurs. (Arts mécaniques.)

M. *Doré,* meunier à Estouy, près Pithiviers (Loiret); machines à vapeur se chauffant par elles-mêmes, sans avoir besoin d'un chauffeur. (Arts mécaniques.)

M. *le Ministre du commerce et de l'agriculture* envoie deux exemplaires du tome LXXV de la collection des brevets d'invention.

MM. les *Secrétaires* signalent les ouvrages suivants :

M. *Melsens*, membre de l'Académie royale de Belgique et correspondant de la Société pour le comité des arts chimiques : Sur les mines de houille dans lesquelles on a constaté la présence du grisou. (M. *Haton de la Goupillière*, membre du comité des arts mécaniques, est prié de prendre connaissance de cette brochure.)

M. *Corenwinder*, correspondant de la Société pour le comité de l'agriculture, et M. *Contamine*, chimiste à Lille, adressent une brochure in-8, « traitant de l'influence des feuilles sur la production du sucre dans les betteraves. »

M. *Guiot* (Aug.), docteur ès science; description d'un flotteur automobile.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Analyse des sucres.* — M. F. *Le Blanc* fait, au nom du comité des arts chimiques, un Rapport sur la deuxième édition d'un ouvrage de MM. *Commerson* et *Laugier*, ingénieurs des arts et manufactures, intitulé : *Guide pour l'analyse des sucres.*

Le comité propose de remercier les auteurs de leur intéressante communication et d'insérer le présent Rapport au *Bulletin* (adopté).

Courroies de machines. — M. *Pihet* lit, au nom du comité des arts mécaniques, un Rapport sur les attaches métalliques pour opérer la jonction des courroies et des cordes à boyaux employées dans les transmissions de mouvement des machines, par M. *Violette,* rue Neuve-Popincourt, 8, à Paris.

Le comité propose de remercier M. *Violette* de sa communication et de faire insérer dans le *Bulletin* le présent Rapport avec dessin (adopté).

Graissage des cylindres et tiroirs. — M. *Pihet* lit, au nom du même comité, un Rapport sur les robinets graisseurs de M. *Rous*, mécanicien, rue Descartes, 42.

Le comité des arts mécaniques propose de remercier M. *Rous* de sa communication, et de faire insérer le présent Rapport dans le *Bulletin* en l'accompagnant du dessin nécessaire (adopté).

Crochets pour portefaix. — M. Henri *Peligot* fait, au nom du comité des arts économiques, un Rapport sur un nouveau crochet pour porter les fardeaux, inventé par M. *Scherpereel*, rue Ducouëdic, 27, à Paris.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le comité propose de remercier M. *Scherpereel* de sa communication et d'insérer le présent Rapport au *Bulletin* (adopté).

Les conclusions de ce Rapport sont approuvées par le Conseil.

Communications.— M. le colonel *Goulier* présente à la Société un perfectionnement apporté par M. *Crozet*, horloger à Magland (Haute-Savoie), dans le mécanisme des quantièmes des montres.

En 1877, M. *Crozet* avait présenté une disposition nouvelle des quantièmes des montres, qui en assurait la régularité et en diminuait considérablement le prix (1). Mais ce prix était encore trop élevé pour que l'on pût songer à appliquer des quantièmes aux montres communes. Depuis lors, en sacrifiant l'indication des mois et celle des jours de la semaine, M. *Crozet* est parvenu, *pour une modique augmentation de 3 francs* sur le prix d'une montre, à y disposer une aiguille qui marque la date du mois sur un cadran *concentrique à celui des heures*, cadran portant 31 divisions espacées sur les deux tiers d'une circonférence (la roue qui porte cette aiguille a alors 45 dents.

Cette disposition rend très-lisibles les chiffres des dates ; elle donne au cadran un aspect satisfaisant, et elle a cet avantage qu'elle permet une facile installation de la trotteuse.

M. *Voisin-Bey*, membre du Conseil, entretient la Société du canal interocéanique à travers l'isthme américain. (Cette communication paraîtra au *Bulletin*.)

Élection d'un correspondant étranger. — L'ordre du jour appelle la nomination d'un correspondant étranger pour le comité des arts chimiques, conformément à la vacance déclarée par le Conseil, dans la séance du 27 juin.

Un scrutin secret est ouvert pour cette élection par M. le *Président*, et le dépouillement constate que M. le vicomte *de Villa Major*, candidat présenté par le comité, l'unanimité des suffrages.

En faisant cette proclamation, M. le *Président* rappelle les bons souvenirs que le nouveau correspondant a laissé à tous ses collaborateurs de l'Exposition universelle, en 1878 ; cette nomination permettra aux membres de la Société d'encouragement de continuer ces bonnes relations.

Nomination de membres. — Sont nommés membres de la Société :

MM. *Street* (Charles), ingénieur, à Paris ; *Pechiney*, directeur-gérant de la fabrique de produits chimique d'Alais ; *Thibaud* (Joanny), notaire à Lasalle.

Séance du 25 juillet 1879.

Présidence de M. Dufresne, membre du comité des constructions et des beaux-arts.

Correspondance. — M. *Gault* (Henri), rue de Courcelles, 20, à Levallois-Perret

(1) Voy. le rapport sur les quantièmes de montres de M. Crozet, cahier de *Septembre*, 1879, p. 456.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

(Seine) ; moyen de prolonger la durée de la marche des horloges. (Arts mécaniques.)

M. *Bohin* aîné (J. B.), photographe à Laigle ; instrument pour opérations graphiques, remplaçant l'équerre d'arpenteur et le niveau. (Arts économiques.)

M. *Bailly*, agent général de la Compagnie du frein Westinghouse, envoie des détails et des documents sur ce système de frein. (Arts mécaniques.)

M. *Bosshard* (Henri), ingénieur, avenue de Lamothe-Piquet, 66, à Paris; appareil régulateur nouveau pour machines à vapeur. (Arts mécaniques.)

M. *Renard* (Louis), passage du Petit-Cerf, 15, avenue de Clichy, à Paris; procédé pour raviver les couleurs passées des étoffes de laine, soie, etc. (Arts chimiques.)

M. *Gauthier* (Raphaël), propriétaire, avenue de Suffren, 18, à Paris; note autographiée sur un procédé pour la conservation des fourrages. (Agriculture.)

M. le *Ministre du commerce et de l'agriculture* communique à la Société une proposition de loi faite au Sénat par M. *Bozérian*, relative à la protection des noms commerciaux et au moyen de s'opposer à l'usurpation des médailles et récompenses honorifiques décernées à l'industrie. Il demande l'avis de la Société sur chacun des articles de cette proposition. (Comité du commerce.)

Le même Ministre adresse deux exemplaires du tome XV, 1re série, de la collection des brevets d'invention.

M. le Dr *Gauthier* (J.), à Melle (Deux-Sèvres), fait hommage d'un exemplaire de la 2e édition de sa traduction du traité de chimie industrielle de *Wagner*, faite sur la 10e édition allemande; deux volumes grand in-8, F. *Savy*, éditeur. (Arts chimiques.)

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Balances et instruments de précision.* — MM. *de Luynes* et *Peligot* (Henri) lisent, au nom du comité des arts économiques, un Rapport sur les balances que M. *Deleuil*, rue des Fourneaux, 42, a présentées à la Société, et sur l'installation de ses ateliers pour la fabrication des instruments de précision.

Le comité propose de remercier M. *Deleuil* de son intéressante communication et d'insérer le présent Rapport dans le *Bulletin* avec dessin (adopté).

Thermomètres métalliques. — Au nom du même comité, M. *de Luynes* lit un Rapport sur les thermomètres métalliques de M. *Coret*, boulevard de Strasbourg, 31, à Paris.

Le comité propose de remercier M. *Coret* de sa communication, et de lui accorder un secours de 100 francs pour lui permettre d'achever la construction de son thermomètre médical métallique (adopté).

COMMUNICATIONS. — *Emploi industriel des écumes de défécation et de carbonatation, par M. Henri Moissan.* — L'extraction du sucre de la betterave peut se diviser en trois phases principales. Dans la première, quel que soit le procédé employé (râpage, macération ou diffusion), on obtient une solution de sucre contenant des sels minéraux et des matières organiques. Le résidu est la pulpe de betterave.

Dans la seconde période, on purifie ce jus; il reste alors un liquide plus ou moins riche en sucre et, comme résidu, les écumes de carbonatation et de défécation.

Dans la troisième, on concentre les liquides et on laisse la cristallisation se produire. On obtient alors le sucre et, comme dernier résidu, la mélasse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A la fin de cette longue série d'opérations, on a donc dans l'usine trois résidus : pulpe, écume de défécation et mélasse.

La pulpe retourne chez le cultivateur; elle fait partie de l'alimentation du bétail, l'usine n'en est jamais embarrassée. C'est, du reste, un des grands avantages de la betterave à sucre, de rendre aux étables, c'est-à-dire, en partie, au fumier, une assez grande proportion de la matière solide de la racine : cellulose, pectose, albumine, phosphates, etc....

Le troisième résidu, la mélasse, est employé par le distillateur qui, par fermentation, en retire de l'alcool. Il peut en extraire aussi des salins de potasse et de petites quantités de sels ammoniacaux.

Le deuxième résidu, les écumes de défécation et de carbonatation, est un peu plus encombrant. Certaines usines en produisent, dans une seule campagne, de 15 à 20 millions de kilogrammes. Le seul département de Seine-et-Marne, qui ne compte guère qu'une dizaine de fabriques de sucre, obtient annuellement plus de 20 millions de kilogrammes de ces écumes. Entassées à la porte de l'usine, ces matières ne tardent pas à entrer en fermentation. Elles deviennent alors, le plus souvent, une source de procès avec les voisins, une cause d'insalubrité pour les habitations les plus proches, et peut-être leur doit-on les différentes fermentations qui se produisent parfois dans le travail des jus sucrés.

Ces écumes sont formées en grande partie de carbonate de chaux. Elles contiennent environ, à la sortie des filtres-presses, de 33 à 35 pour 100 d'eau, 4 pour 100 de sucre et 0,35 d'azote.

On a cherché à utiliser ces matières de différentes façons. Un chimiste russe a essayé de régénérer la chaux par la calcination. Ce procédé ne semble pas avoir donné de bons résultats, car il n'est pas entré dans la pratique industrielle.

Le regretté M. J. F. *Plicque*, mort l'année dernière, s'était particulièrement occupé de l'emploi industriel de ces écumes de carbonatation et de défécation. Il avait eu l'idée d'en extraire le sucre par un lessivage méthodique, de le transformer ensuite en glucose, puis de le faire fermenter. Il obtenait ainsi un alcool de très-bon goût, et les résidus calcinés lui donnaient une chaux impalpable, qu'il proposait d'employer au pralinage des engrais. Malheureusement ces essais sont incomplets.

En somme, jusqu'ici ces résidus n'ont été employés que comme engrais : engrais de mauvaise qualité pour les terres riches en chaux, puisque, pour 35 de chaux, il ne renferme que 0,04 d'acide phosphorique et 0,35 d'azote.

M. *Moissan* a pensé alors que ces écumes pourraient donner une matière noire, si l'on parvenait, par une torréfaction ménagée, à décomposer les matières organiques et le sucre qu'elles contiennent, en mettant une partie de leur carbone en liberté. L'avantage que présente cette substance, c'est d'être à l'état de poudre impalpable. C'est un véritable précipité chimique, résultant de l'action de l'acide carbonique sur un lait de chaux. Si l'on vient à écraser cette matière sous le doigt, elle est aussi douce que la poudre de talc ou de savon.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Lorsque l'on essaie de torréfier ces écumes dans un creuset d'une capacité assez grande, la partie qui se trouve au centre n'est pas assez chauffée et celle qui touche les parois l'est beaucoup trop. De plus, si l'on dépasse la température du rouge sombre, on décompose le carbonate de chaux, il se dégage de l'acide carbonique, qui, passant sur du charbon porté au rouge sombre, détruit ce carbone pour former de l'oxyde de carbone. On obtient alors un résidu de chaux parfaitement blanc. Cette substance était donc assez délicate à torréfier ; on y parvient cependant assez aisément, en employant un four tournant, construit par H. *Casalonga*. Il se compose d'un cylindre de fonte, mobile autour d'un axe creux servant au passage des gaz et des goudrons provenant de la torréfaction. Ce cylindre est mis en mouvement, il fait seulement quelques tours par minute ; les écumes séchées sont introduites par l'une des extrémités, elles sont torréfiées ; puis un système de lames mobiles formant hélice, et qui peut se relever ou s'abaisser à volonté de l'extérieur, vient faire tomber la substance torréfiée à l'autre extrémité. La substance que l'on obtient alors est formée d'une poudre impalpable et de petites parties solides très-facilement écrasables. On fait passer le tout dans un appareil à pulvériser, et le noir peut être employé.

Sa composition est la suivante :

Carbonate de chaux.	78,500
Acide phosphorique.	0,950
Ammoniaque.	0,168
Fer et alumine.	6,509
Silice.	3,205
Carbone.	7,500
Matières non dosées.	3,168
	100,000

La proportion de carbone varie suivant la quantité de sucre et de matières organiques que contiennent les écumes.

Comme la fermentation ne tarde pas à se développer au milieu de ces matières, le sucre disparaît rapidement. Aussi, est-il bon d'ajouter à ces écumes 10 pour 100 de mélasse de rébut, avant de les torréfier. Et, suivant que la proportion de mélasse ajoutée est plus ou moins grande, le noir obtenu est plus ou moins beau. Plus la molécule de carbonate de chaux retient de carbone, après la torréfaction, et plus le noir est foncé. Les autres substances varient suivant la composition de la chaux employée par l'usine.

Les produits volatils qui se dégagent passent dans deux condensateurs. Ils y abandonnent une partie liquide, formée d'eaux ammoniacales et de goudron, et les gaz restants retournent sous le foyer où, par leur combustion, ils donnent une grande quantité de chaleur. Ces gaz sont très-abondants. Les goudrons peuvent être brûlés dans le foyer, en employant la grille de M. *Sainte-Claire Deville*.

Dès le commencement de l'opération, il se dégage une certaine quantité de vapeur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'eau, et les gaz combustibles qui se produisent ensuite brûlent avec une belle flamme jaune. Vers la fin de la torréfaction, la couleur de la flamme change, ainsi que sa forme; elle devient plus courte et bleuâtre. A ce moment, il se dégage de l'oxyde de carbone, la torréfaction est terminée; on fait sortir le noir et on le remplace par une nouvelle charge d'écumes, la seconde cuite commence.

Les eaux recueillies dans les condensateurs contiennent de grandes quantités de carbonate d'ammoniaque, de l'ammoniaque ordinaire et des ammoniaques composés. On y trouve en dissolution un peu de pyridine et de picoline. Pour isoler ces produits, on distille les eaux avec une solution de soude; on sature les eaux distillées par l'acide chlorhydrique, on concentre; le chlorhydrate d'ammoniaque cristallise. On précipite le reste par l'alcool, qui retient en dissolution les chlorhydrates carbonés, lesquels sont mis en liberté par la potasse.

M. *Etard* a bien voulu examiner ces eaux et ces goudrons. Lorsque l'on essaye de distiller ces derniers, il faut employer des vases métalliques spacieux, car ils moussent beaucoup. On obtient, comme résultat brut de cette distillation, des huiles bien fluides et sensiblement incolores. On les agite avec de l'acide chlorhydrique étendu, jusqu'à ce que leur volume ne diminue plus. La solution chlorhydrique et les huiles surnageantes sont d'un rouge opaque. De la solution chlorhydrique on régénère les bases par la soude, on les sèche par la potasse fondue, puis on les distille. Elles commencent à bouillir vers 60 degrés et n'ont pas encore fini au delà de 360 degrés. Elles distillent sans mousser. C'est la série complète des bases pyridiques déja signalées par M. *Vincent*. Des accidents survenus, dans ce traitement long et difficile, n'ont pas permis d'obtenir des quantités assez fortes de ces bases pour en opérer un fractionnement certain. Il en est qui distillent au rouge, leur vapeur est orangée; froides, elles ont la consistance d'un miel jaunâtre.

Les corps non dissous par l'acide chlorhydrique sont, en petite quantité, solubles dans les alcalis; ceux-ci laissent même une substance cristallisée. Ces produits distillent de 60 degrés au rouge sombre. Dans les goudrons, pour une partie de corps basiques, il y a deux parties de ces corps neutres.

En résumé, cette torréfaction des écumes permet d'obtenir une matière noire pouvant servir dans l'industrie. Sa grande ténuité lui donne, employée comme couleur à la colle, un ton mat assez agréable. Mélangée à d'autres substances, elle peut servir aussi dans la couleur à l'huile. Enfin, on l'a déjà employée pour les encres d'imprimerie et de lithographie. Son plus grand mérite est de coûter 10 francs les 100 kilog.

NOMINATION DE MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ. — M. *Lefranc,* fabricant de vernis et de couleurs, à Paris, est nommé membre de la Société, par un vote du Conseil.

VACANCES DE LA SOCIÉTÉ. — Avant de lever la séance, M. le *Président* annonce l'ouverture des vacances de la Société.

Paris. — Imprimerie de Madame veuve BOUCHARD-HUZARD, rue de l'Éperon, 5;
JULES TREMBLAY, GENDRE ET SUCCESSEUR.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

78e année. Troisième série, tome VI. Novembre 1879.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

INSTRUMENTS DE PRÉCISION.

RAPPORT *fait par M.* BAUDE, *au nom du comité des arts mécaniques, sur le* POLYMÈTRE *ou instrument servant à mesurer l'écartement, le surhaussement ou l'inclinaison des voies ferrées, imaginé par M.* COUTURIER, *géomètre, rue du Delta,* 19, *à Paris.*

Messieurs, l'entretien d'une voie ferrée consiste, en général, à relever les traverses par des bourrages de sable. Dans cette opération, aussi bien que dans la construction de la voie, il faut que les rails conservent entre eux une parfaite égalité d'écartement; il faut que les sommets des champignons soient placés sur une ligne horizontale, excepté dans les courbes où l'on donne un certain exhaussement au rail extérieur, pour faire équilibre à la force centrifuge.

L'outillage du chef d'équipe qui veille à l'exactitude de ces mesurages est fort simple. Il consiste en une barre de fer avec deux oreillons, ou jauge qui mesure l'écartement sur lequel, au besoin, on place un niveau de maçon, et une règle armée de crans, mesurant le surhaussement; elle doit être horizontale.

Quelques ingénieurs ont cherché à donner plus de précision à ces instruments primitifs. M. Camozzi, de Francfort, a imaginé un chariot qui signale les défauts de pose des voies; mais il est lourd (75 kilog.), il est cher (350 francs), et semble plus propre à la vérification de la voie par un chef de section que par une équipe de poseurs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Couturier a imaginé un instrument intermédiaire, dont nous allons vous donner la description sommaire.

Supposez une règle en fer, d'environ deux mètres de longueur, triangulaire, et dont le grand côté forme la base. Vous placez la partie qui porte l'instrument à lecture du côté extérieur de la voie, de manière à conduire l'équipe de pose à contre-voie de la marche des trains.

Le talon de jauge est mobile et poussé contre le rail au moyen d'un ressort à boudin. Ce talon dirige un curseur qui doit correspondre au zéro d'une échelle, si la voie a sa largeur normale, 1,447 par exemple, dans les voies en ligne droite ou dans les courbes de grand rayon, et qui, dans le cas contraire, indique l'erreur d'écartement soit en plus soit en moins, au millimètre près, sur l'échelle de graduation.

A côté est placé, fixé à la règle, pour le mesurage de l'exhaussement par l'inclinaison, un pendule qui, dans sa position verticale, correspond au zéro d'une échelle circulaire de graduation.

Le contre-poids communique sa déclinaison, produite par la position inclinée de la règle, à une aiguille de longueur telle, qu'elle reproduit en vraie grandeur, sur l'échelle, le surexhaussement du rail.

Au lieu de la communication par bielles du pendule à l'aiguille, comme on le voit sur le dessin, on pourrait avoir un engrenage qui produirait le même mouvement de l'aiguille et qui s'écarterait de même, de droite ou de gauche, suivant l'inclinaison de la règle.

A la rigueur, on pourrait séparer cette seconde partie de l'instrument de la règle même, et la placer dans une boîte que l'on poserait alors sur une règle de jaugeage ordinaire.

Nous n'avons pas besoin de dire que l'instrument que nous venons de décrire est muni d'enveloppes de verre, qui le mettent à l'abri de la poussière et des avaries causées par le maniement des ouvriers poseurs.

Votre comité a pensé qu'il était utile de faire connaître le polymètre de M. Couturier, et que cet instrument était de nature à donner plus de précision à la pose et à la réparation des voies ferrées. En conséquence, il vous propose de remercier l'inventeur de sa communication et de faire insérer le présent Rapport, avec le dessin qui l'accompagne, au *Bulletin* de la Société.

Signé : BAUDE, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 27 décembre 1878.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LÉGENDE RELATIVE AU POLYMÈTRE DE M. COUTURIER, REPRÉSENTÉ PLANCHE 107.

Fig. 1. Plan de l'appareil avec amorce de la règle qui en fait partie.

Fig. 2. Élévation suivant la ligne A B de la fig. 1.

Fig. 3. Section transversale suivant la ligne C D de la fig. 1.

Fig. 4. Autre section transversale suivant la ligne E F de la même figure.

Fig. 5. Troisième section transversale suivant G H de la fig. 1.

Fig. 6. Vue d'ensemble, en élévation, de l'appareil complet dans la position qu'il occupe lorsqu'il doit fonctionner.

Mesure de l'écartement.

a, règle portant l'instrument et se plaçant dans la position indiquée fig. 6.

b, l'un des rails de la voie (fig. 2).

c, curseur constamment appliqué contre le rail par un ressort.

d, ressort tendant constamment à pousser le curseur *c* contre le rail.

e, levier actionné par le curseur *c*, et commandant une aiguille qui marque, en vraie grandeur, sur une échelle divisée, la largeur de la voie (fig. 2 et 5).

f, échelle sous verre, accusant la largeur de la voie; elle donne un écartement de — 0,01 et de + 0,04; son zéro correspond à la largeur normale de $1^{m},447$ des voies en ligne droite et en courbe de plus de 400 mètres de rayon.

Mesure de l'exhaussement.

g, pendule indiquant les dénivellations par sa position en dehors de la verticale (fig. 2, 3 et 4).

i, *i'*, bielles actionnées par le pendule *g*, et transmettant ses écarts à une aiguille chargée de les indiquer sur un cadran.

j, aiguille commandée par les bielles *i*, *i'*.

k, échelle graduée sur laquelle l'aiguille *j* indique les dénivellations; elle est recouverte d'une plaque de verre.

l, tige et bouton (fig. 3) commandant un ressort qui immobilise complétement le pendule *g*, lorsqu'on ne se sert pas de l'appareil.

Usage de l'appareil.

On pose le polymètre en travers de la voie (fig. 6), comme un gabarit d'écartement ordinaire, puis on pousse le bouton *l*; dans ces conditions l'appareil se tient seul et on peut lire sur les échelles *f* et *k* la largeur de la voie et son exhaussement.

Dans le cas où l'on voudrait relever la pente longitudinale de la voie, on poserait l'appareil en long sur le rail et on multiplierait la cote lue sur l'échelle *k* par 0,666.

(M.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

HORLOGERIE.

RAPPORT *fait par* M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE, *au nom du comité des arts mécaniques, sur un* NOUVEAU BALANCIER COMPENSATEUR POUR LES CHRONOMÈTRES DE MARINE, *construit par* M. CALLIER, *horloger de l'Observatoire, quai Saint-Michel*, 13, *à Paris*.

Messieurs, M. Callier a soumis à votre appréciation un balancier compensateur destiné aux chronomètres de marine, et dans lequel il a introduit des perfectionnements qui nous ont paru mériter l'attention de la Société. Ce n'est certainement pas dans le sein de ce Conseil qu'il peut être nécessaire de faire ressortir l'importance de ce sujet. Nous savons tous, en effet, que la recherche des conditions de l'isochronisme du spiral réglant a formé la matière de l'un des plus beaux travaux de notre éminent collègue, M. Phillips, auquel il a contribué autrefois à ouvrir les portes de l'Académie des sciences.

La compensation a pour but de remédier aux altérations que le changement de température apporte dans l'isochronisme des oscillations. Pour les horloges fixes, la longueur l du pendule simple, synchrone du balancier, est seule altérée et l'accélération g de la pesanteur qui provoque les oscillations ne présente aucun changement. Dans le spiral, au contraire, la longueur **L** du ressort a varié et le coefficient **E** de l'élasticité, agent essentiel de ces vibrations, subit de son côté une diminution. On peut même affirmer, d'après des expériences de MM. les ingénieurs hydrographes Lamarche et Ploix, que cette dernière cause de trouble est la plus importante des deux.

On possède depuis longtemps un moyen fondamental de réparer l'altération du temps de l'oscillation. Si la température s'élève, la longueur augmente, l'élasticité diminue, le mouvement se ralentit et l'appareil retarde. Il faut, pour y obvier, diminuer son moment d'inertie, c'est-à-dire faire en sorte que certaines masses se rapprochent de l'axe. C'est ce que l'on obtient en employant des lames formées de deux métaux différents : le laiton en dehors, et l'acier moins dilatable en dedans. Il suit de cette inégalité d'expansion une augmentation de la courbure qui produit l'effet voulu.

Les lames bimétalliques des anciens balanciers présentaient à peu près la forme de deux demi-cercles fixés par une de leurs extrémités, et le long desquelles on pouvait déplacer certaines masses pour le réglage. Mais ce dispositif introduit évidemment une nouvelle cause de perturbation de l'isochro-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nisme par la force centrifuge, qui tend à ouvrir la courbure et à augmenter le moment d'inertie. Cet effet sera plus sensible pour les chronomètres de marine que dans les petits appareils de poche, parce que la force centrifuge est proportionnelle au rayon. Il sera également beaucoup plus marqué pour les grandes oscillations qui atteignent à peu près 270 degrés, qu'avec les petites qui sont d'un quadrant environ. En effet, cette force est en raison du carré de la vitesse angulaire, laquelle devra être triple dans le premier cas pour faire parcourir, dans un temps sensiblement égal, un angle trois fois plus grand. Ajoutons encore que la force centrifuge variera avec la position des masses additionnelles que l'on déplace pour le réglage préalable sur les arcs courbes qui ne restent pas rigoureusement circulaires.

Duchemin paraît être le premier qui, en France, se soit préoccupé d'apporter un remède à ces irrégularités. Après lui, M. Winnerl a introduit un perfectionnement qui a été décrit par M. Caspari, ingénieur du Dépôt de la Marine, et que je vais rappeler brièvement. Ce constructeur, supprimant les lames courbes, emploie une barrette d'acier rectiligne. A ses extrémités elle forme l'équerre et deux lames bimétalliques (acier dessus, laiton dessous) reviennent encore en équerre, c'est-à-dire parallèlement à la barrette diamétrale. Sur leurs extrémités, deux axes se trouvent implantés sous un angle de 45 degrés avec le plan général du système où ils se projettent, d'ailleurs, suivant la direction de leurs lames respectives. Ces axes sont filetés en vis et de petites masses métalliques y peuvent être déplacées pour le réglage préalable. Quand la température s'élève, la lame se recourbe spontanément en dessus, et cette modification fait rentrer les masses en dedans en les rapprochant du centre et diminuant le moment d'inertie de l'ensemble.

M. Harttnup, directeur de l'Observatoire de Liverpool, avait développé encore davantage cet effet en doublant le système et substituant à la barrette d'acier une lame bimétallique inverse des deux précédentes, c'est-à-dire présentant l'acier en dessous et le laiton en dessus. Cette lame rentrera d'après cela ses extrémités par la dilatation, et c'est à partir de ces points, ainsi rapprochés du centre, que les anciennes lames, en se courbant pour leur propre compte dans le sens opposé, rapprocheront également leurs extrémités de l'axe central.

Pendant que les appareils de M. Winnerl étaient expérimentés officieusement au Dépôt de la Marine, M. Callier poursuivait, de son côté, des recherches personnelles qui l'amenaient à un dispositif analogue. Mais, de plus, il

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

y a apporté des améliorations importantes, auxquelles il suffira de borner ici notre appréciation favorable.

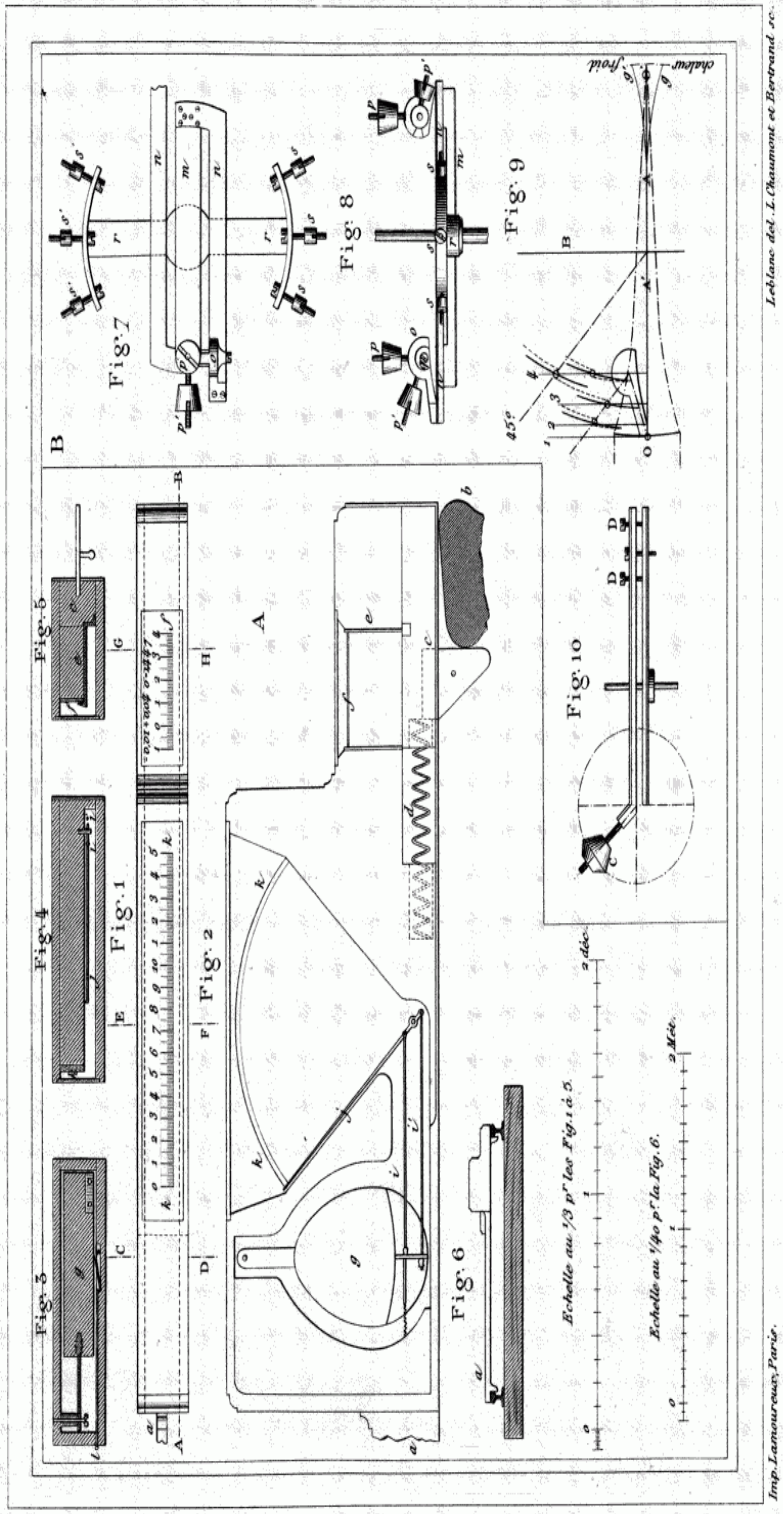
En premier lieu, il prolonge les lames latérales au delà de l'extrémité opposée de la barrette diamétrale et les ramène une troisième fois en équerre jusqu'à l'alignement de cette barrette. De cette manière les vis se projettent sur le diamètre du cercle et non plus sur des cordes, d'où résultent à la fois une symétrie plus satisfaisante et un plus grand effet dû au rapprochement des masses dans un sens plus direct et précisément radial.

En second lieu, M. Callier s'est préoccupé de la longueur désespérante de l'opération du réglage préalable de l'appareil avant de le mettre en service. C'est que, en effet, le déplacement à la main des masses de réglage le long des vis inclinées les écarte de l'axe, modifie le moment d'inertie (d'une manière fondamentale sur laquelle se superposeront ensuite les variations dues à la température) et oblige à recommencer, pour ainsi dire, toute la série des observations. Pour que le déplacement des masses, en vue du réglage, ne modifiât nullement le moment d'inertie (en ne lui laissant que les variations dues à la dilatation), il faudrait que les vis fussent perpendiculaires au plan des lames et parallèle à l'axe de rotation. De cette manière, en effet, les distances des masses à l'axe ne changeraient pas par leur déplacement le long de ces tiges; c'est ce que fait l'inventeur. Mais pour conserver en même temps et même augmenter ses ressources pour les tâtonnements, il dispose, à chaque extrémité, deux vis au lieu d'une. La première est perpendiculaire au plan et l'autre inclinée. Sur la vis perpendiculaire circule une *masse prépondérante*, avec laquelle on arrive rapidement (puisque la cause principale de longueur est radicalement écartée) à un réglage très-approximatif. Sur la seconde tige, se meut une *masse de correction plus petite*, à l'aide de laquelle on achèvera les tâtonnements en n'apportant, par son déplacement, que des perturbations peu importantes d'après cette petitesse même.

Enfin, M. Callier a introduit un troisième perfectionnement. Au lieu d'installer ses vis d'une manière fixe à 45 degrés, il leur donne la faculté de jouer à charnière. De petites graduations permettent, d'ailleurs, d'assurer l'égalité de leurs inclinaisons pour conserver la symétrie. On arrive ainsi à faire parcourir aux masses, par les effets de température, des courbes variables quand on change l'inclinaison ; ce qui donne une latitude de plus pour parvenir aux conditions les plus favorables.

Ces diverses améliorations ont permis à l'auteur de présenter, aux derniers

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



A. POLYMÈTRE, PAR M. COUTURIER. — B. BALANCIER COMPENSATEUR POUR CHRONOMÈTRES DE MARINE, PAR M. CALLIER.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

concours de la Marine, des appareils qui ont été remarqués. Je me contenterai de citer les suivants.

Au concours qui a eu lieu de décembre 1877 à mars 1878, on a eu avec les anciens balanciers :

Le chronomètre N° 552, qui avait eu 4 ans d'insuccès avec un ancien balancier, a ensuite été réglé en 7 mois et 6 jours avec un nouveau balancier (sorti deuxième avec une marche de 1″,98 pour vingt-quatre heures).

Le N° 586, réglé en 2 ans, 9 mois, 26 jours, sorti quatrième avec 2″,32.

Le N° 590, réglé en 3 ans, 21 jours, sorti huitième avec 2″,53.

Le N° 576, réglé en 4 ans, sorti douzième avec 2″,69.

On a eu avec les nouveaux balanciers et une seule masse tournante :

Le N° 601, réglé en 4 mois, 9 jours, sorti dixième avec 2″,55.

Le N° 585, réglé en 9 mois et demi, sorti onzième avec 2″,67.

Au concours suivant de mars à juin 1878 :

Le N° 556, ancien balancier réglé en 4 ans, sorti deuxième avec 2″,57.

Le N° 608, nouveau balancier, une seule masse tournante, réglé en 9 mois, sorti le premier avec 1″,85.

On voit que, sous le rapport de la durée du réglage, l'avantage des nouveaux appareils est vraiment frappant. Quant à la valeur de l'exactitude obtenue, il suffit de faire remarquer que, sur ces huit chronomètres, trois se trouvent dans les conditions de la prime accordée à ceux qui ne dépassent pas deux secondes et demie, que deux autres ne s'écartent de cette limite que de quelques centièmes de seconde et deux enfin de 17 à 19 centièmes.

En résumé, Messieurs, il a paru à votre comité des arts mécaniques que les perfectionnements apportés par M. Callier au balancier compensateur des chronomètres indiquaient chez leur auteur un esprit d'invention très-ingénieux et réalisaient en fait un résultat pratique d'une véritable importance. Nous avons, en conséquence, l'honneur de vous proposer de remercier M. Callier de sa très-intéressante communication et d'ordonner l'insertion du présent Rapport dans le *Bulletin* de la Société avec les dessins nécessaires à l'appui.

Signé : Haton de la Goupillière, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 10 *janvier* 1879.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LÉGENDE RELATIVE AU BALANCIER CONPENSATEUR POUR LES CHRONOMÈTRES DE MARINE DE M. CALLIER, REPRÉSENTÉ PLANCHE 107.

Fig. 7. Plan partiel du balancier.

Fig. 8. Élévation du même.

m, barre centrale bimétallique (cuivre en dessus et acier en dessous) formant la partie principale du balancier.

n, *n*, barrettes bimétalliques (acier en dessus et cuivre en dessous), reliées de part et d'autre par un coude à la barre *m* et conservant une extrémité libre.

o, pièce avec support, fixée à chaque extrémité libre des barrettes *n*, *n*.

p, vis portant une masse conique en platine et placée à un angle de 90 degrés sur le support en saillie de la pièce *o ;* la masse en platine forme écrou sur la vis et peut être descendue ou montée à volonté.

q, vis servant d'axe de rotation à un cylindre, qui porte la vis *p'* sur laquelle est monté un écrou conique analogue à l'écrou *p ;* la vis *p'* et sa masse peuvent donc tourner avec le cylindre qui les porte et prendre diverses inclinaisons par rapport à la masse de la vis fixe *p*. Une graduation placée sur le contour intérieur de la pièce *o*, et à laquelle correspond une graduation sur le cylindre dont nous venons de parler, permet de choisir l'inclinaison, et c'est alors qu'on rend fixes la vis *p'* et sa masse en serrant la vis *q*. Sur la figure 2, les vis *p'*, *p'* avec leurs masses sont représentées sous des inclinaisons diverses ; mais il est bien entendu que, dans l'usage, elles doivent être placées au même degré d'inclinaison.

r, barrette en acier supportant les écrous *s*, *s*, *s*, *s'*, *s'*, *s'*, destinés à régler la montre au temps moyen et à équilibrer le balancier.

La figure 9 est une épure indiquant, par approximation, la course d'une masse supposée placée à diverses élévations au-dessus du plan.

A, lame bimétallique centrale (cuivre en dessus).

A' lame bimétallique latérale (cuivre en dessous).

O, O', position horizontale des lames A, A', supposées sur le même plan à la température de 15° centigrades.

B, axe.

1, 2, 3, 4, lignes perpendiculaires au plan O O', et parallèles à l'axe B. La ligne menée à 45° indique naturellement une inclinaison de 45 degrés prise du centre de l'axe B.

La figure 10 montre comment on peut, à l'aide des vis D, D, modifier l'inclinaison de la masse C placée à 45 degrés. (M.).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMITÉ DES ARTS ÉCONOMIQUES.

RAPPORT *de* M. DE LUYNES, *sur la* PALETTE A ESSAYER LES HUILES, *de* MM. DUFOUR *et* ROUAIX, *rue de l'Université*, 157, *à Paris*.

Les procédés propres à reconnaître la nature des huiles, ou de leurs mélanges, ont été l'objet d'un grand nombre de recherches qui, d'une manière générale, n'ont jamais donné de résultats entièrement satisfaisants. En effet, les réactions chimiques auxquelles on a recours, pour distinguer les huiles les unes des autres, s'adressent moins à l'huile qu'à des éléments secondaires enlevés pendant la préparation aux plantes ou aux matières animales d'où on les extrait.

Ainsi les caractères proposés n'ont rien d'absolu, et ils varient avec l'âge de l'huile, son origine et son mode de fabrication. Néanmoins ces caractères ne doivent pas être rejetés et, dans certains cas, ils fournissent des indications utiles, surtout lorsqu'on peut opérer comparativement sur une huile suspecte et sur un type d'une origine certaine.

Les réactifs qui ont été indiqués sont les acides sulfurique ou azotique de densités convenables, ou le mélange de ces deux acides, ou encore des azotates métalliques, ou de l'acide azoteux en présence de l'acide azotique.

Ce sont les réactifs acides qu'emploient principalement MM. Dufour et Rouaix.

Mais c'est surtout par le mode d'emploi du réactif que leur procédé est intéressant; c'est, du reste, le seul point qu'ils réclament comme nouveau.

MM. Dufour et Rouaix ont construit une palette rectangulaire en porcelaine, dans laquelle sont réservés des godets de 5 millimètres de profondeur et de 4 centimètres de diamètre. Les parties pleines de la palette sont noires, de sorte que la double rangée des godets se détachent en blanc sur un fond noir, ce qui rend l'observation des colorations plus facile.

Pour faire l'essai des huiles, on laisse tomber dans chaque godet trente gouttes d'huile qui les remplit sous une même épaisseur. Puis, sur cette cette huile et au centre du godet, on fait couler huit gouttes de la liqueur acide. Au bout de huit à dix minutes, et par une température de 15 à 25 degrés, la coloration spéciale à chaque huile s'est manifestée. Ces manipulations se font au moyen de pipettes et de compte-gouttes faciles à manier, et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui sont contenus dans la boîte où se trouvent la palette et les fioles à réactifs.

MM. Dufour et Rouaix ont joint à leur palette un atlas où sont figurées les colorations produites par chaque huile comestible, et par les principaux mélanges qu'on leur fait subir dans le commerce. Ce que nous venons de dire prouve qu'on ne doit pas attacher une valeur absolue aux indications de cet atlas; cependant elles sont généralement exactes. Mais il vaut mieux opérer directement par comparaison avec l'huile suspecte et une huile choisie comme type; alors la palette de MM. Dufour et Rouaix donne, dans la plupart des cas, des indications très-utiles, et nous pensons qu'il y a lieu d'en recommander l'usage, surtout en présence des fraudes si considérables pratiquées dans le commerce des huiles.

Votre comité des arts économiques vous propose donc de remercier MM. Dufour et Rouaix de leur communication, et d'ordonner l'insertion du présent Rapport au *Bulletin*.

Signé : V. DE LUYNES, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 9 *mai* 1879.

BIBLIOGRAPHIE.

RAPPORT *fait par* M. FÉLIX LE BLANC, *au nom du comité des arts chimiques, sur un ouvrage intitulé :* GUIDE POUR L'ANALYSE DES SUCRES (2e *édition*), *par* MM. E. COMMERSON *et* E. LAUGIER, *ingénieurs des arts et manufactures, à Marseille.*

Messieurs, vous avez renvoyé à l'examen du comité des arts chimiques la 2e édition d'un ouvrage intitulé : *Guide pour l'analyse des matières sucrées*, par MM. Commerson et Laugier, ingénieurs des arts et manufactures.

Les auteurs ont été chimistes des raffineries de sucre de la Méditerranée, à Marseille. M. Commerson réside encore dans ces usines. Quant à M. Laugier, collaborateur de M. Commerson, il est, depuis un an, directeur de la station agricole des Alpes-maritimes, à Nice. Le livre dont j'ai à donner une analyse succincte, au nom du comité, est, en partie, l'œuvre commune des ingénieurs précités; une deuxième partie, rédigée exclusivement par M. Laugier, a trait à l'analyse des cendres et à la recherche des matières organiques, étrangères au sucre, dans les divers produits de fabrication.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les auteurs passent, d'abord, rapidement, en revue les divers produits dont ils avaient à s'occuper, savoir : les sucres bruts, les mélasses et liquides sucrés, produits et résidus de fabrication (betterave et canne), les substances qui se rattachent à la distillation, à la fabrication du glucose, les noirs, les calcaires, etc.

Un chapitre spécial est consacré à l'analyse des sucres bruts. Les auteurs insistent sur la prise d'essai, la préparation, la clarification de la liqueur sucrée. Ils décrivent les différents procédés de saccharimétrie optique et insistent sur le saccharimètre à pénombres de Laurent, aujourd'hui officiellement adopté par l'administration des Douanes. Toutes les opérations sont décrites avec soin. Après avoir parlé du dosage du sucre cristallisable, les auteurs passent, ensuite, au dosage du sucre incristallisable, en décrivant les procédés pratiques fondés sur l'emploi de la liqueur cuprotartrique alcaline.

Les précautions relatives au dosage de l'eau sont indiquées avec soin; les régulateurs de la température, notamment l'appareil de M. Schlœsing, sont signalés. Ajoutons que M. Laugier est l'auteur d'une étuve spéciale à dessiccation, qu'il décrit.

Cette étuve est en bronze; elle est chauffée au gaz, à une température déterminée. La substance peut être chauffée et évaporée, à l'abri de l'air, dans un courant de gaz de l'éclairage. Cette étuve a fait l'objet d'une Note présentée par M. Peligot à l'Académie des sciences, au nom de l'auteur.

La question du dosage des cendres est traitée avec soin, ainsi que l'exposé du calcul du rendement.

Un autre chapitre traite de l'analyse des mélasses et du dosage de l'eau dans les sucres cristallisables et incristallisables, de l'analyse des sels à base minérale, et des cendres qui en proviennent.

Les différentes modifications proposées pour le dosage du sucre incristallisable sont passées en revue.

Le chap. IV est consacré à l'analyse des liquides sucrés, à l'emploi des densimètres, etc.

Le chap. V traite des produits et résidus de fabrication : jus et sirops, sucrates, pulpes, bagasses, écumes de sucreries, écumes de raffineries, ou noirs résidus.

Les chap. VI et VII traitent des jus sucrés, de l'essai des betteraves et du dosage de leurs jus, et de l'essai des cannes à sucre.

Le chap. VIII comprend les déterminations des matières colorantes, la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

description du colorimètre de Duboscq et du chromoscope de Stammer et l'indication du procédé de M. Monier.

Le chap. IX comprend l'analyse des liquides sucrés destinés à la distillation, l'indication des procédés de distillation, les essais sur les liquides fermentés et l'examen des salins de mélasse.

Dans le chap. X, les auteurs décrivent les essais relatifs à la fabrication du glucose.

Le chap. XI traite des essais des noirs neufs et noirs en travail, ainsi que des noirs d'engrais, de l'essai des calcaires et des gaz des fours à chaux.

Les chap. XII à XIV sont dus à M. Laugier seul (1).

L'auteur y traite avec soin la question de l'analyse des cendres, en passant en revue les substances qu'elles peuvent contenir et les méthodes de séparation. Il expose les procédés de recherches et de dosage des matières organiques, autres que les sucres, tels que les acides et les composés organiques azotés. Les différents procédés de dosage d'azote, usités dans les laboratoires de chimie, sont également décrits.

Enfin, l'auteur, dans son dernier chapitre, expose sommairement les procédés de MM. Peligot, Payen, Dumas, Scheibler et Gunning pour l'examen des sucres.

Votre comité pense que l'ouvrage de MM. Commerson et Laugier, rédigé avec soin, traitant des essais et du dosage des principaux éléments des sucres et des produits de fabrication, ainsi qu'il résulte de l'exposé sommaire qui vient de vous être présenté, mérite d'être classé parmi les livres utiles à consulter par les industriels et par ceux qui s'occupent de chimie appliquée. M. Laugier, de plus, joint au travail commun un exposé intéressant de recherches qualitatives et quantitatives sur les matières étrangères au sucre et qui entrent dans la composition des jus sucrés.

En conséquence, votre comité a l'honneur de vous proposer de remercier les auteurs de leur intéressante communication et d'insérer le présent Rapport au *Bulletin*.

Signé : Le Blanc, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 11 *juillet* 1879.

---

(1) M. Laugier a publié, à Marseille, une brochure intéressante sous le titre de : *Essai des huiles de graissage*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS CHIMIQUES.

MÉMOIRE SUR L'ÉPAILLAGE, PAR M. RENÉ LEBLANC, PROFESSEUR DE CHIMIE, A REIMS.

Les opérations désignées sous le nom d'*épaillage*, d'*égratteronnage*, d'*époutillage*, etc., ont pour but de débarrasser la laine et les tissus de laine des matières végétales qu'ils renferment.

Pendant longtemps la quantité considérable de gratterons mêlés aux laines de l'Australie et de l'Amérique du Sud, fut un obstacle à l'emploi de ces dernières dans la fabrication des tissus. Les laines de pays contiennent des matières végétales dont il est assez facile de les débarrasser ; dans les différentes opérations du lavage, du cardage et du peignage, une grande partie des pailles tombe ; ce qui reste est enlevé plus tard dans la vieille opération manuelle, connue sous le nom d'*épincetage*, ou par différents procédés qui vont être décrits. Les laines exotiques ne sont pas dans le même cas ; la matière végétale qui les souille habituellement est le fruit d'une légumineuse du genre luzerne, à gousse enroulée, et munie, sur les bords latéraux, de petits crochets qui s'entortillent d'une façon inextricable avec la laine ; celle-ci n'en est nullement débarrassée par le lavage.

L'égratteronnage mécanique a d'abord été usité. Il l'est encore, à l'exclusion de tout autre, dans le traitement de la laine à peigne. Depuis bientôt trente ans, on a substitué, dans bien des cas, les moyens chimiques aux moyens mécaniques ; on réussit bien ainsi à détruire les matières végétales adhérentes à la laine, soit brute, soit manufacturée. L'opération est plus rapide et plus économique.

Chaque méthode a des avantages et des inconvénients que nous tâcherons de faire ressortir ; nous étudierons d'abord les procédés chimiques.

ÉPAILLAGE CHIMIQUE.

1° Théorie.

ACTION DES ACIDES ET DES ALCALIS SUR LES FIBRES VÉGÉTALES ET LES FIBRES ANIMALES. — Les pailles, les gratterons, les époutils en général, ont une composition chimique qui rappelle celle de la cellulose, du ligneux ; ils sont formés d'une part de carbone, d'autre part d'hydrogène et d'oxygène dans des proportions propres à former de l'eau.

On sait que si l'on plonge dans de l'acide sulfurique un morceau de bois, ou des matières ligneuses, après quelques minutes d'immersion, le bois, le ligneux sont devenus noirs ; si on les lave avec soin, on ne trouve plus que du charbon.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si l'on plonge, dans une solution d'acide sulfurique étendu d'eau, des fibres ou un tissu végétal, ces matières ne noircissent pas tout d'abord, mais elles deviennent friables. La carbonisation a lieu ensuite si l'on élève la température, parce qu'alors l'acide se concentre.

Quand on laisse tomber quelques gouttes d'eau acidulée par de l'acide sulfurique ou chlorhydrique sur un morceau de toile, les points touchés par l'acide se détachent facilement, surtout après dessiccation.

La carbonisation de la fibre végétale par les acides n'est donc pas immédiate; la cellulose (C^{12} H^{10} O^{10}) s'hydrate d'abord et devient de l'hydro-cellulose (C^{12} H^{11} O^{11}). Cette dernière, analogue au sucre, est très-friable; elle conserve néanmoins la forme fibreuse, mais elle se carbonise bientôt sous l'influence de l'acide employé, surtout si l'on élève la température. (Voir le mémoire de M. Aimé Girard, *Annales de Chimie et de Physique*, 1876, t. 9, p. 116).

Dans certains cas, une véritable combinaison chimique se fait entre la matière végétale et l'acide; il semble que un ou plusieurs équivalents d'eau de l'hydro-cellulose formée en premier lieu, sont remplacés par autant d'équivalents d'acide. Quoi qu'il en soit, le corps végétal trempé dans l'acide est détruit; il a perdu toute sa consistance, et se pulvérise sous la moindre friction.

La laine est surtout formée d'une matière animale nommée *épidermose*, contenant, outre du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène, de l'azote et du soufre. L'acide sulfurique n'agit pas sur la laine comme sur le ligneux ; il gonfle la matière et finit par la dissoudre, mais à la longue; le résidu charbonneux ne se forme point. Si l'on emploie de l'acide très-étendu d'eau, l'action sur la laine pure semble nulle, même lorsqu'on élève la température de la dissolution.

Si l'on plonge de la laine mêlée de gratterons, ou un tissu pailleux, dans de l'acide sulfurique ou chlorhydrique étendu de vingt-cinq ou trente fois son poids d'eau, le ligneux sera attaqué comme les matières végétales citées plus haut, et la laine restera à peu près intacte. Pour que le ligneux soit détruit, il faudra prolonger le contact de la matière avec la solution d'acide; ou bien, si l'on veut opérer plus rapidement, on placera, après une imbibition convenable, la laine pailleuse dans un milieu où la température sera suffisante pour faire vaporiser l'eau qui a été mêlée à l'acide sulfurique ; 105 à 110° suffisent. L'acide sulfurique qui imprégnait surtout les pailles (celles-ci étant plus poreuses que la laine) va se concentrer, et la matière végétale sera détruite.

Si l'on substituait un alcali à l'acide, l'inverse se produirait : la laine serait dissoute et le végétal respecté. En traitant, par exemple, un tissu laine et coton par de l'acide sulfurique, le coton est détruit, il reste la laine; en traitant au contraire le même tissu par une dissolution de potasse ou de soude caustique, la laine est dissoute et le coton reste intact.

Procédés divers. — Les nombreux procédés d'épaillage chimique diffèrent plutôt

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans la forme que par le fond ; on peut les diviser cependant en trois catégories, suivant le mode d'emploi et d'action de l'agent désagrégateur de la paille : 1° l'acide est employé seul dilué ; 2° il est employé seul, mais gazeux ; 3° il est employé en combinaison saline. Il agit comme il vient d'être dit : dans les deux premiers cas, par contact prolongé avec le ligneux, ou bien par concentration dans le ligneux ; dans le troisième cas, il est mis en liberté dans le ligneux même, par l'élévation de la température ; il est en quantité moindre que précédemment, mais l'énergie chimique dont il est doué est considérablement augmentée, l'acide agissant à l'état naissant. Remarquons que, dans le second et le troisième cas, l'acide qui agit est sec ; nous verrons plus loin que cette condition est nécessaire lorsqu'on opère sur des tissus préalablements teints ; lorsque l'acide agit en présence de l'eau, les nuances sont virées ou détruites.

Les acides employés seuls sont surtout l'acide sulfurique et l'acide chlorhydrique. On n'emploie guère en combinaison saline que les deux mêmes acides, auxquels on peut ajouter l'acide phosphorique.

Tous les sels ne conviennent pas également à l'épaillage ; on doit choisir ceux qui peuvent, sous l'influence d'une élévation convenable de température, se décomposer de manière à donner l'acide qui agira à l'état naissant. On peut employer à cet effet : le chlorure d'aluminium, le phosphate monocalcique, le sulfate d'alumine, et les bisulfates alcalins. D'autres produits, tels que les perchlorures de fer et d'étain, l'azotate de cuivre, etc., étant aussi décomposés par la chaleur du séchoir, peuvent épailler par conséquent, mais leur prix élevé s'oppose à leur emploi industriel.

Jusqu'à ces derniers temps, on acceptait l'explication suivante des phénomènes d'épaillage : que, dans tous les procédés, c'est l'acide qui épaille. Depuis cinq ou six ans, des avis différents ont été émis ; nous les examinerons en leur lieu et place, mais sans insister beaucoup ; car, il nous semble qu'il importe peu à l'industriel qui épaille au moyen de sels, ou que l'épaillage soit dû à l'acide du produit qu'il emploie, ou bien qu'il soit le résultat d'une action spéciale propre à ce produit. L'important, c'est que les époutils soient enlevés aussi complétement et économiquement que possible, sans qu'il en résulte d'action nuisible pour la laine.

Le nombre des brevets sur l'épaillage dépasse quatre-vingts ; d'après ce qui vient d'être dit, on comprendra que plusieurs de ces brevets peuvent être douteux, au moins en ce qui concerne la propriété industrielle.

Supposons qu'un procédé soit tombé dans le domaine public ; s'il reparaît ensuite sous la forme d'un brevet, celui-ci ne peut évidemment donner qu'un droit fictif ; cependant les industriels qui ne connaîtront point la situation, ou ceux qui, la connaissant, craindront un procès, agiront comme si le brevet avait une véritable valeur.

Nous avons réuni quelques données sur l'historique de la question ; elles pourront être de quelque utilité aux industriels qui s'occupent d'épaillage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° Historique.

Premiers procédés. — Le premier document officiel français qui traite de l'épaillage chimique, est un brevet délivré sous le N° 10 210, à MM. Izart et Leloup, à Paris, à la date du 22 mai 1854, pour un « nouveau procédé servant à détruire, au moyen de l'acide chlorhydrique, toutes les matières végétales organiques que contiennent les laines. » Les auteurs signalent les défauts des procédés à la main pour la réutilisation des chiffons de laine, et revendiquent l'emploi, soit à l'état liquide, soit à l'état gazeux, de l'acide chlorhydrique préparé par tous moyens connus.

Le 17 août 1855, un brevet est accordé sous le N° 12 738 au sieur Lord, en Angleterre, pour un « procédé perfectionné propre à nettoyer la laine ouvrée ou non ouvrée. »

Les matières végétales sont détruites au moyen d'un acide minéral employé à l'état liquide ou à l'état gazeux. Voici la suite des opérations décrites :

1° La laine est plongée dans un bain acide titrant de 2 à 4 degrés Baumé (l'auteur recommande de ne jamais dépasser 5 degrés) ; ou bien on l'expose dans une chambre où l'on fait arriver l'acide à l'état de vapeur ;

2° On soumet la laine ou le tissu à des hydro-extracteurs qui enlèvent l'excès du liquide si on a opéré par voie humide, puis on passe à l'étuve à une température élevée ;

3° On lave à l'eau de chaux, l'urine ou l'ammoniaque après avoir fait tomber les époutils.

Dans un certificat d'addition, sont décrites des méthodes précises, permettant de titrer les acides employés, de manière à opérer un désacidage parfait.

Ce procédé mentionne les principales opérations faites actuellement dans l'épaillage chimique, à savoir : immersion dans un bain acide, essorage, carbonisation des époutils, battage et désacidage ; il ne manque guère que l'immersion de la laine dans un bain préservateur. Nous allons trouver un procédé plus complet décrit dans le brevet Brade.

Citons, avant ce dernier, deux brevets pris le 9 et le 14 août 1855, l'un (13 590), par le sieur Ruttre, pour un « moyen de détruire la soie dans les étoffes laine et soie ; » l'autre (13 565), par le sieur Lécuyer, pour « un procédé nouveau servant à désagréger et séparer les fibres végétales des fibres animales qu'on trouve dans les tissus et étoffes, dans la fabrication desquels ces matières ont été employées concurremment. » L'auteur revendique l'emploi de l'acide sulfurique, de l'acide chlorhydrique et de tous les acides ; il opère dans des cuves doublées de plomb.

Procédé Brade. — Brevet N° 14 749, 26 décembre 1855, « moyen de débarrasser la laine des fibres végétales avec lesquelles elle se trouve mêlée dans les tissus. »

A cette époque, plusieurs procédés sont déjà usités. Brade constate que ces procédés n'atteignent pas complétement le but proposé ; les fibres textiles sont plus ou

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moins altérées, et les matières végétales ne sont pas complétement détruites. L'acide sulfurique, dit l'inventeur, est celui qui altère le moins la laine, mais l'emploi doit en être fait avec certaines précautions. Les opérations indiquées dans le brevet, sont les suivantes :

1° Immersion de la matière dans un bain destiné à préserver la laine de l'action de l'acide. L'auteur indique pour la composition de ce bain toutes sortes d'agents chimiques, notamment les sulfates alcalins, ceux de zinc et d'alumine, les borates, les silicates et chlorures solubles ; ou bien des mélanges de substances pouvant donner naissance à des sels préservateurs de la laine.

2° Immersion, après essorage, dans un bain d'acide plus ou moins étendu d'eau. Tous les agents chimiques désagrégeant la matière végétale sont revendiqués, notamtamment les acides sulfureux, sulfurique, nitrique, chlorhydrique, phosphorique, l'oxygène naissant, l'ozone, etc., employés directement ou produits par décomposition.

3° Séchage, battage ou cardage.

4° Désacidage par bain alcalin ou savonneux.

Dans trois certificats d'addition, la plupart des perfectionnements faisant l'objet de plusieurs brevets postérieurs à celui de Brade, sont revendiqués ; notons l'emploi des acides à l'état de vapeur seule ou mélangée à la vapeur d'eau ou à l'air chaud, la destruction rapide de l'époutil par l'exposition de la matière convenablement imbibée d'acide dans une chambre chauffée entre 100 et 150 degrés. La fermentation et l'électricité sont également mentionnées comme moyens de décomposition des fibres végétales.

Nous trouvons, aux dates du 21 avril 1855 et du 31 juillet 1857, deux nouveaux brevets, au nom de Norton, de Londres.

Le premier est pris sous le N° 12 839, pour « perfectionnement dans la manière de traiter les tissus ou les mélanges composés en partie de laine, de coton ou autre matière végétale. » Le mémoire descriptif résume l'ensemble des dispositions faisant l'objet des brevets précédents.

Le second brevet, N° 18 727, a pour objet « des perfectionnements dans la manière de séparer dans les chiffons les fibres animales des fibres végétales. »

La description de ces procédés se trouve dans les 86 premiers volumes des *Brevets d'invention*. Les brevets indiqués dans la suite sont décrits, ou simplement cités, dans plusieurs publications scientifiques, notamment dans le *Moniteur des fils et tissus*.

Dans un brevet, pris en 1861 par M. Cohué, pour un « procédé chimique détruisant, sans altérer la laine, les chardons qui y sont mêlés, » se trouve revendiqué l'emploi successif de deux bains, l'un préservateur de la laine, l'autre désagrégateur des chardons. Comparé aux brevets précédemment décrits, celui-ci ne semble rien présenter de nouveau. Il en est de même de quelques brevets pris de 1862 à 1865, et que nous n'indiquons pas.

Outre ces brevets français, il a été délivré, antérieurement à 1860, des patentes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

anglaises résumant les dispositions que nous venons de décrire ; les substances chimiques indiquées comme devant servir à la destruction du gratteron ou à la préservation de la laine, sont celles qu'on emploie encore aujourd'hui. Les acides sulfurique, chlorhydrique, phosphorique, etc., libres ou combinés, sont spécifiés comme agents désagrégateurs de la paille ; le sulfate de zinc, le chlorure d'étain, l'acétate de plomb, celui d'alumine, et les autres sels d'alumine, au titre de **1** à **5** pour **100**, comme agents préservateurs de la laine. (Voir procédé Newman, *Génie industriel*, **1858**, tome XVI, page **25**).

Nous terminerons cet aperçu historique par une liste comprenant à peu près tous les brevets délivrés de **1866** à **1877**, sur des procédés d'épaillage chimique.

LISTE DES BREVETS.

22 *mars* 1866. — Schlosser et Drake. — Désagrégation de la laine et de la fibre animale en général, dans les chiffons de la dernière catégorie dits chaîne-coton.

5 *septembre* 1866. — Susini et comp. — Procédé perfectionné de désagrégation des fibres végétales contenues dans le chiffon dit chaîne-coton, et traitement des fibres animales ainsi séparées pour leur rendre leur nature première.

17 *septembre* 1866. — Schlosser. — Procédé ayant pour but la séparation du produit animal de celui végétal dans les tissus, chiffons ou toute autre matière les renfermant.

7 *décembre* 1866. — Larcade, Pouydebat et comp. — Traitement pour l'échardonnage des laines. — Application de la combustion lente produite par l'action d'un courant d'air sur un acide ou un composé acide.

18 *février* 1867. — Delamotte et Faille. — Système propre à détruire les matières végétales dans les laines brutes, fils et toutes matières animales. — Emploi de deux bains : l'un préservateur du tissu, l'autre désagrégateur de la paille.

15 *avril* 1867. — Schaller. — Procédé chimique permettant de détruire les matières végétales dans les laines. — Séjour pendant douze heures de la laine dans un bain d'eau acidulée par 3 pour 100 d'acide sulfurique.

12 *août* 1867. — Blochet. — Procédé propre à la séparation de toutes les matières végétales qui se trouvent dans la laine à l'état brut.

8 *janvier* 1868. — Ch. Meunier et comp. — Échardonnage des laines et désagrégation des tissus de laine et coton. — Les substances préservatrices de la laine et l'agent épaillant sont mis dans un bain unique.

4 *février* 1868. — Frezon père. — Application aux tissus dits mérinos, ou autres produits similaires, chaîne et trame tout laine peignée, d'un mode de traitement destiné à détruire les matières végétales sans attaquer la matière animale. — Immersion dans un bain contenant l'acide et la substance préservatrice ; le tissu est ensuite grillé.

30 *mars* 1868. — Larcade, Pouydebat et comp. — Appareil carbonisateur des chardons et toutes matières végétales contenues dans les laines et les tissus, s'appliquant également au séchage et à la dessiccation.—L'air lancé dans les séchoirs ou carboniseuses est chauffé par son passage contre une cloche en fonte portée au rouge.

29 *mai* 1868. — Larcade, Pouydebat, Frezon et comp. — Divers appareils et procédés s'appliquant spécialement à l'épaillage et à l'échardonnage des laines, fibres ou tissus, des draps ou tissus de toute nature. — Les matières à épailler sont placées dans une cage en bois, qu'on peut plonger dans la cuve d'épaillage ou retirer à volonté.

17 *septembre* 1868. — Vœckel-Bœll. — Destruction des matières végétales se trouvant dans la laine brute ou dans les tissus déjà fabriqués.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2 *juin* 1869. — Henry, Bang et Monestier. — Dissolution des matières végétales contenues dans la laine brute, les chiffons de laine, soie et autres matières textiles animales.

28 *octobre* 1869. — Schaller. — Procédé d'échardonnage des laines.

18 *décembre* 1869. — Frezon père. — Procédé permettant de réaliser simultanément et en une seule opération, l'épaillage chimique et les diverses opérations préparatoires de la teinture. — On calcule les proportions de matières épaillantes et mordançantes et on les mêle dans un bain unique.

14 *mars* 1870. — Schaller. — Système complet de séchage, carbonisation et lavage des laines et blousses.

15 *mars* 1870. — Babillée. — Procédé chimique ayant pour objet d'obtenir, en une seule opération : 1° le blanchiment des laines en toison ou fibres ; 2° la désagrégation de toutes les matières végétales, telles que les laines, peaux de mouton, draps, tissus, etc., qu'elles peuvent renfermer.

6 *avril* 1870. — Chaudet et Beer. — Système de machine à sécher les tissus épaillés chimiquement. — Circulation d'air se chauffant contre des serpentins chauffés à la vapeur.

30 *août* 1871. — Joly. — Incinération des époutils mélangés aux laines et aux étoffes de laine. — Dans trois certificats d'addition, l'auteur revendique l'emploi des sels, en particulier du chlorhydrate d'alumine, et la conservation de la couleur des tissus teints avant épaillage.

14 *novembre* 1871. — Schlosser. — Désagrégateur permettant l'utilisation industrielle de tous gaz et vapeurs sur les fibres végétales des tissus manufacturés.

15 *novembre* 1871. — Schlosser. — Désagrégation industrielle pneumatique de toutes les matières végétales.

19 *avril* 1872. — Rydill. — Perfectionnement dans les procédés et appareils employés pour extraire les substances végétales des laines, chiffons de laine et autres substances animales, sans altérer la couleur ni le brin. — Les matières sont placées dans une caisse où l'on fait le vide ; un robinet donne passage à l'acide, qui couvre rapidement les fibres ; on essore immédiatement ; on évite ainsi le contact prolongé de la laine avec l'acide.

25 *avril* 1872. — Bourry. — Perfectionnements dans l'épaillage chimique de la laine ou des étoffes de laine fabriquées, et accessoirement, dans la séparation de la laine, des chiffons, de toutes substances végétales qui s'y trouvent mêlées.

12 *octobre* 1872. — Frezon père et Beer. — Epaillage chimique des tissus de soie, foulards, etc., et des soies, bourres et déchets de soie. — Emploi de l'acide sulfurique.

8 *novembre* 1872. — Sirtain. — Mode d'application du gaz à l'échardonnage des laines et à toute operation de désagrégation des matières végétales dans la fabrication des produits chimiques.

11 *septembre* 1873. — Joly. — Perfectionnements au système d'incinération des époutils mélangés aux laines et aux étoffes de laine.

2 *janvier* 1874. — Beer. — Combinaison de machine formant un système propre à l'échardonnage ou épaillage chimique des draps et tissus de laines. — Revendication de la méthode par voie sèche.

22 *février* 1874. — Beer. — Perfectionnements importants dans l'épaillage chimique des draps, tissus de laines, laine, etc. — Revendication des sels produisant des acides secs ; trois certificats d'addition pris par MM. Delamare fils et comp., cessionnaires.

26 *février* 1874. — Caminade fils aîné. — Système Caminade pour le délissage et le découturage des chiffons de laine, la désagrégation des matières végétales contenues dans les matières animales et *vice versa* ; l'épuration complète des laines et demi-laines, et la teinture de toute matière par des appareils nouveaux et mécaniques, et au moyen des agents chimiques connus.

4 *avril* 1874. — Raulin. — Mode d'épaillage de toute espèce de laine brute, avant les opérations de la filature.

23 *mai* 1874. — Raulin. — Mode d'épaillage chimique des tissus de laine neufs. — Emploi de l'acide chlorhydrique gazeux.

5 *juin* 1874. — Martin fils et Bibet. — Machine à tremper les draps ou étoffes de laine destinés à être épaillés chimiquement.

31 *juillet* 1874. — Delamare et comp. — Perfectionnements dans l'épaillage chimique des draps et de tous tissus composés de matières végétales.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1er *septembre* 1874.—Sirtaine.—Mode de dégraissage et d'échardonnage à sec et simultané des laines.

21 *septembre* 1874. — Raulin. — Appareil nouveau et mode d'épaillage chimique nouveau pour toute espèce de laine.

28 *septembre* 1874. — Raulin. — Nouveau mode d'épaillage chimique pour toute espèce de laine par l'acide chlorhydrique gazeux et à froid.

1er *mars* 1875. — Raulin. — Procédé chimique pour détruire, par les liquides et les gaz, principalement au moyen de l'acide chlorhydrique, toutes les substances végétales contenues dans toute espèce de laine brute ou tissée, neuve ou vieille.

18 *mars* 1875. — Daudier père et fils. — Epaillage chimique.

10 *mai* 1875. — Chaudet. — Combinaison de machines connues formant un ensemble et un système complet propre à l'épaillage chimique.

11 *mai* 1875. — Daudier père et fils. — Epaillage glycérique.

12 *octobre* 1875. — Michel. — Carbonisateur de toute matière végétale contenue dans la laine ou les chiffons de laine. — Emploi de l'acide chlorhydrique gazeux produit par l'ébullition de l'acide chlorhydrique hydraté du commerce.

18 *novembre* 1875. — Schlosser. — Désagrégation des matières végétales en général, par l'utilisation de la congélation, ou l'intervention des basses températures au lieu de températures élevées, moyennes ou ordinaires.

14 *décembre* 1875. — Grison. — Procédé de teinture, de mordançage et d'épaillage simultanés sur toutes étoffes de laine, ainsi que sur la laine en poil ou en déchets, ou chiffons contenant des matières végétales.

22 *février* 1876. — Raulin. — Perfectionnement à un mode de traitement de la laine sous toutes ses formes, applicable à toutes les opérations dans lesquelles on fait agir chimiquement des liquides et des gaz, principalement en vue de la purifier.

21 *mars* 1876. — Leclerq. — Système d'épaillage et de désacidage chimico-mécanique des laines, ou autres textiles renfermant des matières végétales en suspension.

21 *avril* 1876. — Delamare fils et comp. — Système d'épaillage chimique des tissus de laine par la voie sèche. — Emploi de l'acide chlorhydrique sec et gazeux produit par distillation de l'acide hydraté, par décomposition des chlorures au moyen de l'acide sulfurique, ou par l'action de la chaleur sur des chlorures métalliques ou terreux, et disposition spéciale de chambres où l'on fait arriver le gaz sur le tissu qui y est renfermé.

20 *mai* 1876. — Herland et Guezénec. — Perfectionnement à l'épaillage chimique des tissus. — Emploi des acides ou des alcalis, et destruction, selon le cas, de la matière végétale ou de la matière animale dans les chiffons.

3 *juin* 1876. — Daudier. — Emploi pour l'épaillage des chlorures de calcium, de cuivre, d'étain, de zinc, de fer.

4 *septembre* 1876. — Rydill. — Perfectionnements dans la préparation de la laine, de la soie, du coton et autres matières semblables pour en extraire les fibres végétales et les nettoyer.

9 *septembre* 1876. — Bérenger. — Emploi du sulfate d'ammoniaque dans les opérations dites époutillage ou épaillage chimique des laines brutes non filées.

9 *octobre* 1876. — Durand. — Epaillage chimique des laines, soies, plumes, etc. — Procédé de neutralisation, par voie des sels insolubles, des acides employés pour cet épaillage.

29 *décembre* 1876. — Wastiaux père et comp. — Epaillage chimique et désacidulation des laines, chiffons de laine et tissus.

29 *mars* 1877.—Cazanave. — Epaillage des laines en suint, lavées, peignées ou filées ; tissus neufs ou vieux. — Emploi de l'acide chlorhydrique gazeux, obtenu par le passage d'un courant d'air dans des touries d'acide du commerce.

29 *mars* 1877. — Jourdan. — Epaillage par l'emploi des gaz anhydres quels qu'ils soient. — Emploi de l'acide chlorhydrique anhydre, réglage de l'humidité de la laine avant de la soumettre au gaz, désacidulation et neutralisation de l'acide au moyen de l'ammoniaque.

4 *avril* 1877. — Plantrou. — Procédé de blanchiment et d'épuration simultanés des laines à l'état brut et manufacturé, et notamment des étoffes de laine et de coton.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

12 *avril* 1877. — Abelous. — Destruction des corps végétaux qui se trouvent dans la laine ou dans les pièces déjà tissées, et teintes, soit au grand teint, soit au petit teint, mais surtout applicable aux pièces rouge-garance que porte l'armée.

20 *avril* 1877. — Plantrou. — Procédé de dégraissage et d'épuration simultanés des étoffes de laine. — Emploi du silicate de soude, dans le double but de dégraisser la laine et de désorganiser les pailles et gratterons sans altérer les tissus.

30 *juin* 1877. — Dicktus. — Procédé servant à rendre invisibles les matières végétales contenues dans les tissus de laine.

17 *juillet* 1877. — Comte de Tocqueville et de Rigaud. — Extraction de la laine contenue dans les chiffons.

23 *juillet* 1877. — Bérenger. — Nouveau moyen d'épaillage.

30 *juillet* 1877. — Bellot et Douine. — Application du rota-frotteur des bobinoirs à l'épaillage.

31 *juillet* 1877. — Bellot et Douine. — Perfectionnement dans l'épaillage.

31 *juillet* 1877. — Bellot et Douine. — Application du chauffage aux machines à briser et à pulvériser les corps d'origine végétale.

4 *août* 1877. — Ballen et Desplas. — Procédé de foulage supprimant l'épaillage.

25 *août* 1877. — Leblanc et Houzeau. — Application du phosphate monocalcique à l'épaillage des tissus. — La dissolution de phosphate est préparée au moyen des coprolithes ou des nodules phosphatés, traités par l'acide sulfurique ou l'acide chlorhydrique étendus d'eau.

8 *octobre* 1877. — Bérenger. — Application des sels métalliques au foulage et à l'épaillage simultanés des étoffes de laine, draps et nouveautés.

Pour clore cette longue liste, citons un brevet pris en 1877 par les héritiers Frezon, pour perfectionnement à la méthode dite *Frezonnage*. Il s'agit de l'emploi d'un mélange de substances, agissant à la fois comme préservatrices de la laine, et destructrices de la matière végétale.

3° Méthodes opératoires.

Nous ne nous attacherons point à donner la donner la description complète de tel ou tel procédé. La plupart des perfectionnements importants se trouvant revendiqués dans plusieurs brevets à la fois, il est fort difficile de savoir à quel inventeur ils appartiennent légalement.

Nous étudierons les méthodes opératoires d'une façon générale, en les divisant comme nous l'avons fait plus haut, d'après l'état physique des produits employés :

1° Épaillage par les acides dilués, procédés par voie humide ;

2° Épaillage par les acides gazeux, procédés par voie sèche ;

3° Épaillage par les dissolutions salines ; le sel choisi se décompose, et son acide agit sec à l'état naissant.

Un procédé ne pourra être réputé parfait qu'autant qu'il satisfera pleinement aux conditions suivantes :

1° Les pailles disparaîtront complétement ; 2° la laine restera intacte, c'est-à-dire conservera son aspect et son toucher, et se comportera au foulage, à la teinture, etc., comme si elle n'avait pas subi l'opération de l'épaillage ; 3° le prix de revient devra être peu élevé ; 4° enfin, les opérations ne devront pas incommoder les ouvriers chargés de les exécuter. Aucun procédé n'est dans ce cas.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1° *Epaillage par les acides dilués (voie humide).*

Les opérations successives sont habituellement les suivantes : dégraissage de la laine, immersion dans un bain acide, séchage à l'étuve, battage, désacidage et rinçage.

Avant d'être mise en contact avec un acide, la laine doit être préalablement dégraissée. Si le dégraissage préalable n'a pas été complet, la laine est attaquée par les acides. Il suffit, pour s'en convaincre, de traiter deux échantillons de laine ou de tissu dégraissés, l'un complétement, l'autre incomplétement, par le bain acide ; d'essorer et de sécher en élevant progressivement la température. L'examen microscopique démontrera que la laine mal dégraissée est déjà attaquée à 50 ou 60 degrés, tandis qu'à 110, la laine complétement dégraissée a conservé son aspect. A la même température, la première est devenue lisse comme du coton ; les aspérités ou écailles qui sont propres à la constitution de la fibre lainière ont disparu. La composition de la fibre a été aussi altérée ; la teinture ne prend plus que difficilement, quelquefois même il est impossible d'obtenir une teinture régulière.

Un certificat d'addition, pris par M. Frezon, au brevet Delamotte et Faille (18 février 1867), semble indiquer le contraire de ce que nous posons en fait. Il est dit que les bains préservateurs, indiqués dans le brevet principal, ne sont pas nécessaires ; le suint dans la laine brute, et l'huile d'ensimage dans la laine manufacturée, suffisent à préserver la laine de l'action de l'acide.

Dans une note présentée l'an dernier à la Société Industrielle d'Elbeuf par MM. Pion, Pinchon et Lefebvre, il est rendu compte de nombreuses expériences, faites de différentes manières, démontrant que l'acide sulfurique agit sur une laine mal dégraissée.

Voici en quels termes les auteurs concluent : « Les laines mal dégraissées, épaillées même à une basse température, présentent toutes ce caractère commun que les petites dents de scie formant l'extrémité des anneaux qui composent le tube de la laine, ont complétement disparu. Le fil est devenu entièrement lisse, ou quand il présente une irrégularité, c'est une granulation ou bosse ronde, et non plus un crochet ou une aspérité.

« Chacun sait que la laine doit précisément à ces anneaux et aux petits crochets qui en sont la conséquence, la propriété de se souder au feutrage ; par conséquent, dès lors que le tube est devenu lisse par suite d'une opération antérieure, il n'y a plus de foulage possible. »

(*Moniteur des fils et tissus*, 15 mai 1877.)

La laine doit donc être complétement dégraissée.

La laine brute est chargée de suint, substance encore mal définie, formée de potasse, de matières organiques jouant le rôle d'acide et de corps gras. Lorsqu'on lave la laine à grande eau, les combinaisons potassiques se dissolvent, mais le corps gras reste. Ce corps gras ne peut se dissoudre que dans une lessive alcaline, dangereuse pour la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

laine ; mais il s'émulsionne dans le savon, le carbonate de soude, ou encore dans la partie du suint soluble dans l'eau.

Si l'on veut bien dégraisser la laine brute, il y aura donc avantage à faire passer une grande quantité de laine dans une quantité relativement faible d'eau ; en d'autres termes, il ne faudra pas laver à grande eau. L'élévation de la température des bains de dégraissage facilite beaucoup l'opération.

On emploie habituellement un appareil à déplacement, formé de trois ou quatre compartiments placés en gradins ; le compartiment le plus élevé (le quatrième) reçoit l'eau claire ; la laine entre par le compartiment inférieur, qui a reçu du second de l'eau déjà chargée de suint. De cette manière, la laine entre d'abord dans une eau riche en composés de potasse, la matière grasse s'émulsionne et est entraînée en presque totalité, le reste se perd dans la seconde cuve ; dans la troisième, et surtout dans la quatrième, la laine est rincée.

Lorsque l'eau de la première cuve est trop concentrée, on la fait écouler, et on la remplace par l'eau de la seconde ; celle-ci reçoit l'eau de la troisième, et ainsi de suite. La quatrième, qui est la plus élevée, est ensuite remplie par de l'eau claire. Le chauffage de ces cuves se fait ordinairement à la vapeur.

La laine manufacturée contient des corps gras provenant surtout de l'huile employée pour l'ensimage ; on la dégraisse au savon et au carbonate de soude. L'opération est des plus simples, et ne présente aucune difficulté si l'eau que l'on emploie est de bonne qualité ; il n'en est pas de même si l'eau est chargée de sels calcaires, comme cela a lieu pour l'eau de tous les puits de Reims. Le savon est décomposé par la chaux de l'eau ; son acide gras se combine à la chaux et donne un savon calcaire insoluble, très-poisseux, dont une partie, faible il est vrai, s'attache aux fibres du tissu, et il est bien difficile de la faire disparaître ensuite. Le corps gras que l'on voulait enlever est resté, et il y a de fixé en plus une partie du corps gras du savon. Pour essayer d'éviter l'inconvénient que nous signalons, et sans y parvenir dans la plupart des cas, on double ou triple la dose de savon, tout en y ajoutant du carbonate de soude. Dans ces conditions, la plus grande partie du savon est employée à corriger l'eau.

La quantité de chaux contenue dans les eaux de Reims varie de 100 à 250 grammes par mètre cube. On trouve en outre de la magnésie, dans des proportions allant de 30 à 50 grammes. La magnésie présente au dégraissage les mêmes inconvénients que la chaux.

L'eau des fontaines de la Ville marque ordinairement de 18 à 20 degrés hydrotimétriques ; celle de certains puits marque jusqu'à 38 degrés. Ce qui veut dire qu'il faudra, pour neutraliser la chaux et la magnésie de ces eaux, pour la première $1^k,8$ à 2^k, pour la seconde $3^k,8$ de savon par mètre cube d'eau.

En d'autres termes, pour avoir la quantité de savon vraiment utilisée au dégrais-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sage, il faut, du poids de savon employé pour un mètre cube d'eau, retrancher autant d'hectogrammes qu'il y a d'unités dans le titre hydrotimétrique.

Lorsqu'on emploie du carbonate de soude avec le savon, la perte est moins grande; le carbonate de soude précipite une partie des sels de chaux, mais la précipitation ne peut être complète qu'à la température de l'ébullition. Une grande partie de la chaux est à l'état de bicarbonate; c'est, si l'on veut, de la craie devenue soluble à la faveur d'un excès d'acide cabonique. L'ébullition seule, privant l'eau de cet acide carbonique, ferait précipiter une notable portion de la chaux à l'état de carbonate (craie). Le carbonate de soude décomposerait les sulfates et les chlorures calciques ou magnésiens.

Une méthode de purification des eaux, basée sur ces principes, serait beaucoup moins coûteuse que celle qui consiste à corriger l'eau par un excès de savon. Voici un simple aperçu des méthodes employées dans quelques grands établissements d'industrie lainière.

L'eau est traitée dans de grandes cuves par l'agitation, après addition de produits chimiques peu coûteux et convenablement choisis. On peut employer les lessives alcalines, l'alun ou mieux le sulfate d'alumine, l'eau de chaux. Les réactifs devront être dosés et employés proportionnellement au degré hydrotimétrique que l'on devra mesurer presque chaque jour. L'eau de chaux donne d'excellents résultats, le bicarbonate est transformé en carbonate qui se précipite. La précipitation est favorisée par l'agitation de l'eau mêlée au réactif, au moyen d'un arbre à palettes. Il est bien entendu qu'on ne doit mettre que juste la quantité de chaux nécessaire; le traitement serait plus nuisible qu'utile si l'on mettait de la chaux en excès. Les lessives alcalines et le sulfate d'alumine ne présentent point cet inconvénient, mais le prix de revient est plus élevé. Cependant, étant donnée l'énorme quantité de savon employé sans produire d'effet sur le corps gras qui accompagne la laine, et que l'on veut enlever, on réaliserait encore un bénéfice notable en traitant préalablement l'eau par les lessives alcalines caustiques ou carbonatées, ou par le sulfate d'alumine ; on aurait, dans tous les cas, un travail plus régulier, et, à coup sûr, nombre d'ennuis qui surviennent dans les opérations de teinture, de foulage, etc., seraient évités.

Lorsque la laine brute ou en tissu a été convenablement dégraissée, on la plonge dans une dissolution saline destinée à la préserver de l'action de l'acide. Si l'on opère sur de la laine brute destinée à la carde, sur un tissu qui ne doit pas être teint, ou sur des chiffons à régénérer, on trempe directement dans la solution acide.

Les substances préservatrices qui paraissent convenir le mieux, sont les sels à base alcaline ou terreuse dont les acides sont facilement déplacés par l'acide épaillant; les acétates d'alumine, de potasse, de soude conviennent très-bien; on pourrait aussi employer les acétates de zinc et de plomb, mais le prix en est trop élevé. Si l'agent épaillant est l'acide sulfurique, on peut employer les chlorures alcalins ou terreux. L'alun

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et le sulfate d'alumine ont aussi été employés; leur action ne semble pas très-efficace.

Il est facile d'expliquer le rôle de l'agent préservateur. Imprégnée d'acétate d'alumine, par exemple, la laine est ensuite plongée dans une dissolution d'acide sulfurique ; la fibre lainière est moins poreuse que la paille, et avant qu'elle ne soit touchée par l'acide sulfurique, l'acétate qui la recouvre va être décomposé par l'acide sulfurique ; il en résultera du sulfate d'alumine et de l'acide acétique, inoffensifs tous deux pour la laine. La paille, au contraire, grâce à sa porosité, et à l'affinité chimique dont elle est douée pour l'acide qui la décompose, bien qu'imprégnée aussi d'acétate d'alumine, prendra relativement plus d'acide sulfurique que la laine. Au moment où l'on élévera la température dans la sécheuse, l'acide se concentrera sur la paille, la combinaison se fera entre cet acide concentré et l'eau de constitution de la paille et celle-ci sera détruite. Sur la laine qui, nous l'avons dit, ne présente d'affinité pour l'acide que si elle est mal dégraissée, il ne pourra se former qu'un sulfate acide ; si celui-ci se décompose sous l'influence de la chaleur, c'est la paille voisine qui subira, toujours en raison de son affinité, les effets de l'acide mis en liberté.

Le titre de la solution préservatrice doit être proportionnel à la richesse en acide du bain épaillant; car, s'il y a excès du sel préservateur, l'acide détruit incomplétement le gratteron ; dans le cas contraire, la laine n'est pas suffisamment préservée. Ce titre peut s'établir facilement par le calcul, en tenant compte des équivalents chimiques et de la densité des solutions salines.

On trouve ainsi que, pour un bain d'épaillage à 3 pour 100 d'acide sulfurique (3° Baumé environ), les solutions salines préservatrices doivent avoir, en chiffres ronds, les densités aréométriques suivantes :

Acétates de potasse, de soude, de chaux. . . .	4	degrés.
Acétate d'alumine.	4	»
Acétate de plomb.	10	»
Chlorures de potassium, de sodium, de calcium. .	4	»
Chlorure d'aluminium	3	»
Carbonate de soude.	6	» etc.

Ici, comme dans bien des cas, la pratique confirme la théorie. Les sels de plomb et de chaux ne devront être employés qu'à défaut d'autres, car les composés qu'ils forment sont insolubles, et il devient difficile de s'en débarrasser complétement.

Quelquefois le bain acide est mêlé à la solution saline, il y a économie dans la main-d'œuvre ; mais la dose d'acide doit être augmentée, ou bien l'épaillage est imparfait, car une partie de cet acide est neutralisée par le sel préservateur. D'autre part, si l'on augmente la quantité d'acide, la laine peut n'être pas suffisamment préservée. Il y a donc avantage à employer séparément les deux solutions.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'acide sulfurique et l'acide chlorhydrique sont les seuls employés dans la méthode par voie humide. On les étend d'eau de manière que la solution marque 3 degrés Baumé, pour le premier, 4 ou 5 pour le second.

L'immersion dans la dissolution d'acide sulfurique se fait à froid, et dure de 12 heures à 2 jours, si la laine ne doit pas être soumise à la température élevée d'une sécheuse à vapeur ou à air chaud. Les gratterons sont désorganisés dans leur contact prolongé avec l'acide, et un lavage énergique, après essorage de la matière à épailler, suffit quelquefois pour faire disparaître à peu près complétement la matière végétale. Mais il est bien préférable de sécher et de battre après essorage; le résultat est beaucoup plus complet. Cette méthode permet d'opérer sur de grande quantités à la fois; malheureusement la laine ne sort pas intacte de ce séjour prolongé dans l'acide sulfurique, surtout lorsqu'un désuintage et un dégraissage absolument complets n'ont pas précédé l'épaillage.

L'immersion se fait à une température de 15 à 25°, si la matière doit être soumise à la chaleur de l'étuve; et elle dure de 10 à 20 minutes. Cette légère élévation de température facilite le mouillage de la laine, et diminue le temps de l'immersion.

Le trempage dans le bain acide, à froid ou à tiède, se fait dans de grandes cuves en bois, garnies intérieurement de plomb, et munies de roules conducteurs des pièces si l'épaillage a lieu sur tissu. Si l'on traite de la laine non manufacturée, on la plonge à même dans le bain, on la remue et la retire au moyen de fourches, ou bien on la place dans une cage à claire-voie qui peut entrer dans le bain ou en sortir à volonté. Quelquefois la laine est placée d'abord dans la cuve; on fait arriver l'acide ensuite sous forme de pluie fine, ce qui facilite une imprégnation rapide; ou encore, le vide est fait dans la cuve par une disposition spéciale, et un robinet permet à la solution acide de se distribuer sous forme de rosée. Les tissus sont toujours immergés dans la cuve munie de roules, et le contact avec l'acide est le plus court possible.

Après l'immersion rapide, on procède à l'essorage; cette opération a pour but de retirer l'acide en excès.

La laine ou le tissu est ensuite placé dans la sécheuse, appelée aussi carboniseuse. L'appareil est muni de roules qui conduisent les pièces, si l'opération a lieu sur tissu; sur ces roules passe, au contraire, une toile métallique sans fin, qui reçoit la matière, si l'on opère sur la laine non filée.

La sécheuse peut être chauffée de différentes manières. L'une des plus simples consiste à y envoyer, au moyen d'un ventilateur, les produits de la combustion d'un foyer à coke; les autres combustibles conviendraient peu, à cause de la production de fumée ou de cendres.

On chauffe aussi à la vapeur, soit au moyen de serpentins circulant dans l'intérieur de la sécheuse, soit au moyen de cylindres creux tenant lieu de roules, et dans lesquels la vapeur arrive. Cette disposition est plus coûteuse que la première.

Des thermomètres doivent être placés en différents endroits de la sécheuse; le ré-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

servoir doit être situé assez loin des parois pour qu'on puisse compter sur une appréciation suffisamment exacte de la température ; la tige du thermomètre est ordinairement courbée à angle droit, et la partie graduée est visible au dehors de l'appareil.

Il serait bon de placer entre la sécheuse et la cheminée d'appel une sorte de chambre, où arriveraient l'air et les gaz chauds dont le calorique va être perdu. Les pièces passeraient d'abord dans cette chambre, et entreraient dans la sécheuse après avoir perdu déjà la plus grande partie de leur humidité. Cette chambre pourra être realisée dans la sécheuse même, laquelle devra, dans tous les cas, être disposée de manière que les gaz chauds, en la traversant, effectuent le plus de parcours possible. La disposition la mieux comprise au point de vue économique, sera celle dans laquelle les gaz auront, à leur sortie par la cheminée d'appel, la température la moins élevée.

La laine doit entrer à l'endroit le moins chaud de la sécheuse ; le temps qu'elle doit y passer sera d'autant plus court que la laine aura été introduite plus sèche. L'expérience montre que, lorsque la laine a perdu son eau hygrométrique, il suffit de cinq minutes et d'une température de 110 degrés pour obtenir la destruction complète du gratteron. En aucun cas, la température ne devra dépasser 120 degrés ; jusqu'à 110 ou 115 degrés la laine reste à peu près intacte ; mais après 120 degrés, elle subit un commencement de détérioration qui se traduit par une couleur jaune roux, plus ou moins prononcée, souvent par une diminution de solidité dans la fibre.

De la laine traitée, avec les précautions indiquées plus haut, par de l'acide sulfurique à 3° Baumé, peut être soumise sans danger apparent, pendant une demi-heure, à une température de 110 degrés. Si l'on élève la température à 120 degrés, et qu'on y soumette la laine pendant deux heures, celle-ci commence à jaunir, et la mèche est moins résistante. Après six heures d'exposition à une température de 125 ou 130 degrés, la laine, devenue jaune, se casse.

En l'examinant au microscope avec un grossissement de 600 diamètres, la destruction de la fibre est manifeste ; celle-ci n'a plus cette ondulation qui fait la frisure ; elle est droite et rigide et, au lieu d'une courbure régulière, c'est une cassure que l'on remarque ; les brins de laine ressemblent à des tronçons droits, rappelant par leur forme des tiges de prêles dont on aurait séparé les articles.

En employant un bain d'épaillage à 10 pour 100 d'acide sulfurique ou chlorhydrique, et en maintenant la température de la carboniseuse à 135 degrés pendant six heures, la laine est complétement détruite, elle se pulvérise entre les doigts.

Il est donc d'une importance capitale de diminuer, autant que possible, la durée et la température de carbonisation. On y arrivera surtout en faisant suivre l'essorage, qui devra être complet, d'un séchage aussi parfait que possible. De cette manière, le passage à la carboniseuse sera plus rapide, et l'action destructrice de l'acide sur la laine diminuée dans la même proportion. Car il faut bien en convenir, l'action des acides sur la laine n'est jamais nulle ; de ce qu'elle est moindre à 120 degrés qu'à 140, s'ensuit-il qu'à 110 degrés elle soit nulle ? Elle est beaucoup moindre, voilà tout.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La laine non ouvrée, avons-nous dit, se débarrasse assez bien, par un lavage énergique, d'une grande partie des débris pailleux carbonisés, et le reste disparaît à peu près complétement dans les opérations, telles que le cardage, qu'elle doit subir ensuite ; mais un battage, après passage à la sécheuse, donne toujours des résultats plus complets. Les tissus doivent être battus ou frottés, de manière à faire disparaître les débris du gratteron. Cette opération se fait au moyen d'une batteuse, d'une fouleuse à sec, ou de cylindres cannelés ; elle est des plus simples ; cependant, si elle dure trop longtemps, elle peut fatiguer la fibre. Elle sera d'autant plus rapide que le tissu sur lequel on opère sera plus sec ; si on laisse au gratteron le temps de reprendre de l'humidité, il se brisera et se détachera moins facilement. Le mieux est donc de battre aussitôt après le passage à la sécheuse ; on pourrait même disposer la batteuse en quelque sorte dans cette dernière, tout à fait à la sortie de la laine. Nous reparlerons plus loin de cette disposition, qui n'est pas indispensable dans la méthode par voie humide.

La laine, débarrassée des matières végétales qu'elle contenait, doit l'être des produits dont elle a été recouverte dans les immersions qu'on lui a fait subir ; si la laine restait acide, elle deviendrait grasse dans un bain savonneux, parce que le savon serait décomposé, et son acide gras se fixerait sur la fibre.

Un lavage à l'eau enlève une grande partie des substances préservatrices et épaillantes ; cependant le désacidage est difficile à opérer complétement avec de l'eau seule ; on réussira mieux en employant un bain légèrement alcalin. Le carbonate de soude ou l'ammoniaque conviennent très-bien à la dose de **1** ou **1/2** pour **100** ; on peut employer l'urine putréfiée pour remplacer l'ammoniaque ; l'eau de chaux, indiquée quelquefois dans le même but, devra être rejetée, car elle peut former sur la laine des composés insolubles, difficiles ensuite à expulser.

L'opération du désacidage sera toujours terminée par un lavage complet à l'eau claire.

2° Epaillage par les acides gazeux (voie sèche).

Les acides gazeux sont très-énergiques et doivent être employés avec beaucoup de ménagements. Les précautions, indiquées précédemment, relativement au dégraissage et à la préservation de la laine devront être observées. La marche à suivre sera donc la même jusqu'à l'immersion dans le bain acide exclusivement. Il est indispensable de sécher la matière avant de la soumettre au gaz acide.

L'essorage et l'exposition dans un endroit chaud suffisent dans la plupart des cas, et la sécheuse employée dans la méthode précédente n'est pas indispensable ; elle ne serait pas employée, en tous cas, dans le même but. Les acides épaillants employés à l'état gazeux sont l'acide chlorhydrique et l'acide sulfurique. Ce dernier est difficilement produit à l'état gazeux ; c'est seulement vers **300** degrés qu'il entre en ébullition ; mais on peut l'employer en une sorte de buée mêlée à un autre gaz. On fait barboter de l'acide sulfureux gazeux dans de l'acide sulfurique ; le gaz sulfureux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

peut se charger d'acide sulfurique entraîné ; cette méthode est peu pratique.

L'acide chlorhydrique est facilement obtenu gazeux. Parmi les méthodes les plus employées, nous citerons sa préparation par le sel marin ou autres chlorures et l'acide sulfurique ; l'ébullition de l'acide chlorhydrique du commerce (110°), ou son évaporation produite par un courant d'air qui traverse le liquide.

Si l'on veut le gaz chlorhydrique sec, on le mettra en contact avec une substance avide d'eau, mais n'ayant point d'affinité pour l'acide chlorhydrique ; la chaux ne conviendrait nullement, mais on peut employer le chlorure de calcium ou l'acide sulfurique.

Le gaz acide est amené froid, par des tubes percés d'un grand nombre de trous, dans une chambre close où l'on dispose la matière à épailler ; on a soin de ne la point tasser. Si elle peut être facilement pénétrée par l'acide, quelques minutes suffisent pour la destruction du gratteron ; et il faudrait, pour préserver la laine, pouvoir l'enlever presque aussitôt, ce qui est difficile ; si l'on ouvre l'espace clos, les vapeurs acides s'échappent et incommodent les ouvriers. On peut obvier en partie à cet inconvénient, par l'emploi de doubles chambres reliées entre elles par des rails sur lesquels roule un chariot qui contient la matière à épailler ; le dégagement de gaz se fait seulement dans l'un des compartiments. Au moyen de tringles ou de chaînes avec poulies, un ouvrier peut, du dehors, manœuvrer le chariot et la porte de communication des deux chambres ; le chargement du chariot se fait par une trappe située au-dessus des chambres ; la laine est retirée par une autre trappe située en dessous, et tombe dans un baquet contenant de l'eau. Elle est ensuite désacidée et rincée comme il a été dit ci-dessus. Si l'opération se pratique sur tissu, on évente et on bat avant de désacider.

En petit, l'opération réussit à merveille, et n'est pas incommode ; on peut clore convenablement les appareils et éviter toute fuite de gaz, ce qui, en grand, est presque impossible ; les fermetures les mieux conditionnées se détériorent rapidement, et les appareils déjà très-coûteux d'installation sont aussi coûteux à entretenir.

Le gaz agit différemment suivant qu'il est sec ou humide. Il paraît agir plus brutalement quand il est humide ; si l'on épaille un tissu déjà teint, la couleur est altérée comme dans la méthode par voie humide, mais plus énergiquement ; lorsque le gaz est sec, les couleurs sont respectées. La laine absolument sèche est difficilement pénétrée par le gaz sec, et il y a une juste moyenne à observer pour l'effet le plus convenable. Cette moyenne jusqu'ici n'a pas été bien déterminée ; le serait-elle, que l'on parviendrait difficilement à la réaliser industriellement ; car on ne peut arriver, par des moyens vraiment pratiques, en opérant sur une grande échelle, à donner à la laine et au gaz épaillant un degré hygrométrique toujours le même ; de sorte qu'il ne faut pas compter sur la régularité des opérations, condition indispensable de la constance des résultats.

On a proposé, comme moyen de désacidage, l'emploi du gaz ammoniac ; c'est une application originale de l'affinité des deux gaz chlorhydrique et ammoniacal ; mais,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour qu'elle soit possible, il faut des appareils bien clos, autrement il se formera dans la pièce où l'épaillage se fait, et dans les pièces voisines, un insupportable brouillard de chlorhydrate d'ammoniaque. Quelle que soit la marche suivie, le désacidage et le rinçage devront être faits avec autant de précautions que dans la méthode par voie humide.

De nombreux appareils ont été inventés pour l'application des procédés d'épaillage par voie sèche ; plusieurs sont très-ingénieusement disposés, mais il reste encore beaucoup à faire pour approcher de la perfection au point de vue pratique.

3° ÉPAILLAGE PAR LES SELS.

Ce mode d'épaillage n'a été jusqu'ici appliqué qu'à la laine en tissu ou à la laine non filée, mais teinte. La méthode opératoire est semblable à celle du procédé par voie humide. Le bain préservateur est supprimé, et le désacidage remplacé par un rinçage à l'eau légèrement acide (3 ou 4 pour 1 000), si le tissu doit être disposé pour la teinture ; l'acide sulfureux pourra être employé avec avantage, si l'on doit teindre en nuance claire. Ce que nous avons dit au sujet du dégraissage, de l'essorage, de la carbonisation, etc., s'applique, sans restriction, au procédé par les sels.

Parmi les substances salines, agissant chimiquement, qui peuvent être employées pour l'épaillage, deux seulement ont fait leur preuve industrielle : ce sont le chlorure d'aluminium et le phosphate acide de chaux. Les dissolutions sont employées à 5° Baumé ; l'immersion se fait à tiède, et la température de la carboniseuse est suffisante à 115°.

Le sulfate d'alumine, celui de zinc, le chlorure de zinc, etc., peuvent épailler chimiquement, mais leur emploi est peu pratique ; ils nécessitent, pour se décomposer, une température trop élevée ; la laine serait atteinte. Les autres sels épaillants sont trop coûteux.

Les bisulfates alcalins peuvent aussi être employés, mais leurs propriétés étant celles d'un mélange d'un sulfate neutre avec de l'acide sulfurique, on retombe dans les procédés décrits plus haut, dans la méthode par voie humide.

Les silicates alcalins. proposés récemment comme substances épaillantes, n'exercent pas la moindre action chimique sur les matières végétales.

Le résultat obtenu par un sel épaillant est le même que celui donné par l'acide. moins l'intensité. Lorsque la pièce, après immersion et essorage, entre dans la carboniseuse, l'eau de dissolution du sel s'évapore tout d'abord ; puis le sel, resté sur la fibre, se décompose sous l'influence de la chaleur ; l'acide chlorhydrique ou phosphorique est mis partiellement en liberté, mais ne se dégage point ; il agit sur le ligneux qu'il détruit.

Le mode d'action chimique des sels épaillants n'a pas encore été bien déterminé ; certains auteurs pensent que le chlorure d'aluminium agit par l'acide qu'il contient,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ainsi que nous l'avons dit en commençant; d'autres affirment qu'il agit en vertu d'une propriété spéciale (Voir le Mémoire de MM. Barral et Salvetat. *Annales de Chimie et de Physique*, tome IX, 1876, page 120).

Quand on chauffe à 120 degrés des fibres végétales, préalablement imprégnées d'une dissolution de chlorure d'aluminium, et séchées de manière à enlever l'eau hygrométrique, il ne se produit pas de dégagement d'acide chlorhydrique ou de composé chloré quelconque. En résulte t-il que le chlore et l'aluminium n'ont pas été dissociés? Nous ne le pensons pas. Lorsque la lumière agit sur du chlorure d'argent, la dissociation s'effectue sans aucun dégagement de produit chloré. Lorsque la fibre végétale a été imprégnée d'une dissolution à 4 ou 5 pour 100 d'acide chlorhydrique pur, il ne se dégage pas d'acide chlorhydrique si l'on chauffe, même à 140 degrés, après dessication préalable ; cependant les fibres en contiennent, ainsi qu'on peut s'en assurer en les lavant à l'eau distillée, et en traitant ensuite cette eau distillée par le tournesol et par le nitrate d'argent.

En opérant de même sur l'eau de lavage des fibres imprégnées par le chlorure d'aluminium, le nitrate d'argent indique la présence du chlore, ce qui n'a rien de surprenant. Mais si l'on pousse plus loin l'investigation, et si, après un rinçage parfait à l'eau pure et bouillante, on traite les fibres par l'eau acidulée d'acide sulfurique, cette eau se charge de sulfate d'alumine. Par suite de l'affinité chimique qui existe entre le ligneux et les acides, affinité favorisée par la chaleur de la sécheuse, il se forme donc de l'alumine insoluble, et sans doute aussi un sous-chlorure ; le chlore qui accompagne l'aluminium dans la solution épaillante, en est en partie séparé ; et, en présence de l'eau de composition du ligneux, il se se produit, suivant une réaction chimique bien connue [$Al^2Cl^3 + 6HO = Al^2O^3, 3HO + 3HCl$], de l'acide chlorhydrique et de l'alumine hydratée insoluble dans l'eau.

La quantité d'acide qui agit comme destructeur de la matière végétale est évidemment faible, comparée à celle qui est employée dans la méthode par voie humide ; mais cet acide agit à l'état naissant, et la totalité est évidemment utilisée, puisqu'il y a double décomposition entre le chlorure d'aluminium et le ligneux.

En opérant sur un tissu préalablement teint, la couleur n'est pas attaquée si l'on emploie le chlorure d'aluminium ; elle est en partie détruite, au contraire, si l'on fait usage de l'acide chlorhydrique dilué ; mais le même acide, employé à l'état gazeux et sec, ainsi que nous l'avons dit, n'altère pas non plus les couleurs ; l'acide qui provient de la décomposition du chlorure d'aluminium est sec ; on conçoit qu'il agisse absolument comme dans la méthode par voie sèche.

Le phosphate monocalcique se comporte, à l'emploi, de la même manière que le chlorure d'aluminium ; mais tandis que, dans ce dernier cas, il reste sur le tissu de l'alumine insoluble, c'est, dans le premier, du phosphate tricalcique qui se forme. On sait que le phosphate acide de chaux se décompose assez facilement en acide phosphorique d'une part, et phosphate tribasique de l'autre :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

$$3\,[\,CaO,\,2HO,\,PhO^5] = 2\,[\,PhO^5,\,3HO] + [PhO^5,\,3CaO]$$

Phosphate acide. Acide phosphorique. Phosphate tricalcique.

D'après cela, on comprendra facilement l'avantage de l'acidulation légère du premier bain de rinçage. Il n'est pas à dire, cependant, qu'il ne soit pas possible de rincer suffisamment à l'eau seule le tissu épaillé ; la matière devenue insoluble n'est qu'en faible quantité, et pourra être entraînée en grande partie au lavage par celle restée soluble, mais l'opération pourra être imparfaite ; elle sera, dans tous les cas, plus longue.

L'épaillage par les sels nécesssite des précautions particulières, que nous allons indiquer.

Le dégraissage doit être complet, autrement il se formera, suivant le sel employé (chlorure ou phosphate), un savon alumineux ou un savon calcaire, qui se fixera sur la fibre, et rendra infailliblement la teinture plus difficile. Après épaillage de la pièce, le rinçage doit être parfait pour des raisons analogues.

Dans l'épaillage par le chlorure, le dépôt d'alumine est quelquefois notable, et suffisant pour que la pièce ne se mouille que difficilement. On comprendra la raison de ce fait, si l'on sait que les étoffes employées pour la confection des watterproofs sont rendues imperméables par un dépôt d'alumine, obtenu sur la fibre au moyen d'une immersion dans une dissolution d'acétate d'alumine, et d'un séchage qui fait disparaître l'acide acétique.

Le grand avantage de cette méthode est d'éviter l'action brutale des acides employés directement. La laine est préservée et épaillée en un seul bain, mais l'effet sur la paille est bien inférieur à celui obtenu dans les méthodes par voie sèche et par voie humide. Il est également suffisant, si l'on a soin de battre la pièce à sa sortie de la la sécheuse ; la matière végétale étant incomplétement détruite, se pulvérisera bien mieux, si elle est parfaitement sèche.

L'expérience prouve qu'une pièce passée dans la fouleuse, à sec, au sortir de la sécheuse, pendant qu'elle est encore chaude, se débarrasse de ses pailles en 15 ou 20 minutes. Si l'on passe à la fouleuse une pièce semblable, sortie de la sécheuse depuis une demi-journée, il faudra la faire tourner pendant trois ou quatre heures au moins pour obtenir le même résultat.

Il y aurait grand avantage, par conséqnent, à opérer le battage en quelque sorte à chaud. Les batteuses ou fouleuses à sec pourraient être placées tout à fait à la sortie de la sécheuse, et elles pourraient être traversées par une partie des gaz secs et chauds qui vont se rendre à la cheminée ou au premier séchoir dont nous avons parlé dans la méthode par voie humide. Si l'on fait usage, pour l'écrasement des pailles, de cylindres cannelés, on en placera une paire ou deux dans la sécheuse même, au lieu et place des roules conducteurs situés dans la partie de la sécheuse la plus facile à ouvrir et à visiter. Le tissu ne devra pas être engagé dans ces cylindres avant d'avoir perdu

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

toute son eau hygrométrique, c'est-à-dire avant que le gratteron soit devenu friable, autrement il en résulterait pour la fibre une trop grande fatigue ; à cet effet, le cylindre supérieur sera soulevé pendant la première partie de l'opération. La pression exercée par ce cylindre sera réglée au moyen de leviers, proportionnellement à la résistance du tissu traité ; et un embarrage, qu'il suffira de prendre très-simple, empêchera la pièce de se replier sur elle-même en s'engageant dans les cylindres ; on évitera ainsi les cassures.

Le chlorure d'aluminium est d'un prix assez élevé ; on le prépare habituellement dans l'atelier d'épaillage. On traite par l'acide chlorhydrique, et à chaud, de l'alumine trihydratée ; celle-ci se dissout assez difficilement. On préfère ordinairement préparer d'abord de l'alumine en gelée, en précipitant, par du carbonate de soude, une dissolution de sulfate d'alumine ; on filtre à la chausse, et l'alumine obtenue est dissoute avec la plus grande facilité par l'acide chlorhydrique ; on étend d'eau pour avoir le titre voulu. La solution obtenue a une réaction acide ; on s'assure que l'acide n'est pas en excès, en traitant un peu de la solution par une goutte d'alcali ; l'apparition d'un précipité gélatineux ne se dissolvant pas par l'agitation, est un signe certain que l'alumine et l'acide sont dans des proportions convenables pour se neutraliser. Il est inutile de dire que s'il y avait trop d'acide on ajouterait de l'alumine ; celle-ci ne peut jamais être en excès, vu son insolubilité dans l'eau.

Le phosphate acide de chaux n'est pas encore un produit industriel, mais on peut le préparer facilement et à bas prix, au moyen des coprolithes et des nodules phosphatés.

On traite la matière préalablement pulvérisée, telle qu'on la livre à l'agriculture, par de l'acide chlorhydrique ou sulfurique étendu d'eau. L'opération se fait dans une cuve en bois, doublée de plomb si l'on emploie l'acide sulfurique. Un courant de vapeur chauffe la masse et l'agite ; les coprolithes broyés sont ajoutés peu à peu ; la dissolution des phosphates est assez rapidement faite ; on laisse déposer les matières insolubles, on décante et on étend d'eau pour avoir un bain à 5 degrés, lequel est alors prêt à servir. On reconnaîtra que l'acide n'est pas en excès en suivant la méthode indiquée à propos du chlorure d'aluminium.

La dissolution préparée au moyen de l'acide sulfurique se fait plus lentement que celle par l'acide chlorhydrique, mais elle est préférable à l'usage. La raison se déduira facilement de l'explication des réactions chimiques qui ont lieu dans les deux cas.

Les phosphates naturels, ceux des Ardennes, par exemple, sont formés d'une moitié de phosphate tricalcique ; l'autre moitié est formée par de la craie, de l'argile et de la silice. Si l'on emploie l'acide chlorhydrique comme dissolvant, les deux équivalents de chaux qui seront soustraits du phosphate naturel insoluble, pour le transformer en phosphate acide soluble, et la craie, donneront du chlorure de calcium soluble, qui se retrouvera, dans la dissolution, mêlé au phosphate acide. Si l'on emploie l'acide sulfu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rique, au contraire, au lieu de chlorure de calcium, c'est du sulfate de chaux (plâtre) qui se forme ; il est presque insoluble. Pour que l'acide continue son action de la périphérie au centre des petits grains de coprolithes attaqués, il faut que l'agitation produite par la vapeur fasse tomber le sulfate de chaux au fur et à mesure qu'il se forme. L'opération est donc plus lente qu'avec l'acide chlorhydrique ; mais, en revanche, la solution ne contient pas cette grande quantité de chlorure de calcium absolument inutile du premier bain ; et, à part quelques impuretés, elle ne renferme que du phosphate acide de chaux ; elle est donc préférable, comme effet, à la première ; de plus, au battage, elle donne moins de poussière.

Nous ne ferons que citer, pour mémoire, le procédé, dit *cache-époutils*, qui consiste à peindre, après teinture, au moyen d'un pinceau, les pailles ou les fragments de gratterons déroulés restés dans la pièce. Ces matières végétales, comme chacun sait, prennent mal la teinture, souvent ne la prennent pas du tout. On peut cependant, par le tannin, rendre la matière végétale avide de colorant, et teindre du même coup la laine et les pailles ; mais les modifications à apporter dans la composition des bains usités, sont trop profondes pour songer à introduire le procédé dans les teintureries.

On continuera, sans doute, pendant longtemps encore, à enlever les pailles au moyen d'une petite pince. Nous croyons inutile de décrire le travail de l'épincetage.

ÉPAILLAGE MÉCANIQUE.

Aperçu général. — Les moyens mécaniques furent employés les premiers, pour débarrasser la laine des gratterons qu'elle renferme.

La plupart des machines employées à cet effet, sont aujourd'hui dans le domaine public. A Reims, on emploie habituellement, dans les établissements de cardage et de peignage, la carde dite *échardonneuse*. La laine est d'abord désuintée ; si on l'étend en couche mince, ainsi que cela a lieu, sur les tambours à cardes, les gratterons seront en aspérités sur ces tambours. Il est facile de concevoir un cylindre muni, sur son pourtour et suivant les génératrices, de lames armées de petites dents, et tournant rapidement en sens inverse du tambour ; si la distance entre les deux appareils est convenablement réglée, les dents du cylindre égratteronneur frapperont avec force les gratterons, qui seront séparés de la laine,

Le gratteron et la laine qu'il entraîne dans ses crochets sont traités par les méthodes chimiques.

Il existe aussi, pour l'échardonnage, des machines spéciales dont la production est considérable, mais elles ne sont pas employées dans la région.

Lorsque la laine contient trop de gratterons, le traitement par l'échardonneuse mécanique donne un trop grand déchet ; dans certains cas, il est même pratiquement impossible. On a alors recours aux procédés chimiques, dans le détail desquels nous n'avons plus à entrer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Aucune méthode remarquable n'a été indiquée jusqu'ici sur l'épaillage mécanique des tissus. Nous mentionnerons un procédé récent basé sur l'emploi des silicates alcalins, particulièrement du silicate de soude, et s'appliquant aux tissus laine et coton.

La méthode opératoire est la même que celle que nous avons décrite dans l'épaillage par les sels; et, d'après la teneur du brevet principal, nous pensions devoir la décrire à propos de l'épaillage par les sels. Une lettre insérée au *Moniteur des fils et tissus*, du 4 octobre 1877, donne ainsi la théorie du procédé : « Le silicate alcalin adhère aux pailles et gratterons, et forme autour de chaque corpuscule une croûte cristalline qui le rend cassant et friable. Cette solution saline, par contre, glisse sur les filaments textiles laine ou coton sans s'y fixer. »

Les résultats industriels donnés pas ce procédé nous étant inconnus, nous ne pouvons dire s'il satisfait pleinement aux conditions que nous avons indiquées, en commençant, comme criterium d'un procédé parfait.

Au point de vue purement scientifique, nous n'admettons pas la théorie citée ci-dessus. Le silicate de soude est employé depuis un certain temps déjà, et avec succès, comme détergent des étoffes de laine. (Voir *Six Leçons sur la Teinture des laines*, par G. Jarmain, à la Société des Arts de Londres). Il est clair que son action dégraissante ne se produirait pas, s'il glissait simplement sur les fibres textiles. L'expérience montre, du reste, qu'il couvre aussi bien les fibres que les pailles ; et la croûte cristalline se forme également bien autour des unes et des autres. Le silicate est cette substance anciennement appelée verre soluble, et préconisée pour rendre les tissus incombustibles.

Nous avons fait remarquer que la chaleur joue un rôle très-important dans l'épaillage chimique ; dans certains cas d'épaillage par les sels, les pailles peuvent être enlevées par la foulerie à sec, sans qu'il ait été nécessaire d'atteindre la température à laquelle le sel se décompose. Evidemment, dans ce cas, l'action n'a pas été chimique ; le gratteron n'est du reste pas désorganisé, et si on le laisse redevenir humide, il reprend toutes les propriétés qu'il avait avant le traitement.

On pourrait, selon nous, traiter convenablement la laine trop gratteronneuse en faisant intervenir les actions simultanées de la chaleur, du suint et de cylindres broyeurs. Voici la méthode que nous avons proposée à cet effet, pour les laines brutes.

Méthode proposée. — La laine est traitée en suint, telle qu'elle est fournie par le producteur. Le séchage se fait avant le désuintage, et, pendant que la laine est bien sèche, on brise les gratterons ; on traite ensuite comme à l'ordinaire, c'est-à-dire qu'on désuinte, carde, peigne, etc.

La méthode, comme on le voit, n'est pas du tout chimique, il n'est fait usage d'aucune drogue ; elle est surtout physique, c'est la chaleur qui est l'agent principal ; enfin,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

elle est mécanique comme toutes celles dans desquelles on emploie des batteuses fouleuses, etc., qui doivent écraser les gratterons.

Nous avons étudié la méthode, surtout au point de vue expérimental, et voici les conclusions auxquelles nous sommes arrivé. Les laines peu pailleuses seront traitées par l'égratteronneuse mécanique. Si les laines contiennent trop de gratterons, on les soumettra, après avoir divisé les toisons de manière à étendre la laine d'une façon uniforme, à l'action de la chaleur dans une sécheuse analogue à celle que nous avons décrite à propos de l'épaillage par les sels. Il y aura avantage à disposer, à l'avance, la laine dans une pièce chaude où elle perdra une grande partie de son eau hygrométrique, en même temps qu'elle s'ouvrira, ce qui est bien souvent indispensable; on sait, en effet, que les laines qui arrivent de l'étranger ont été tellement comprimées, que les fibres sont en quelque sorte collées l'une contre l'autre.

La pièce chaude où se fera cette opération sera une sorte de magasin, situé dans le grenier, où l'on prendra la laine pour la placer dans le petit séchoir annexé à ce que nous avons appelé la sécheuse proprement dite, ou carboniseuse.

Lorsque la laine sera assez sèche, ce qui demandera plusieurs heures, mais n'exigera comme frais que de la place, la main-d'œuvre étant à peu près nulle, on l'engagera sur les toiles sans fin de la carboniseuse (celles-ci pourront être faites de tissus végétaux), dont la température sera au maximum de 110 degrés, et on fera tourner les roules. On donnera la pression aux cylindres cannelés, lorsque le suint sera suffisamment desséché. Quand la laine aura passé sous les cylindres un nombre de fois suffisant, nombre que l'expérience indiquera, et qui variera avec la nature de la laine, on la fera passer de la sécheuse dans la batteuse, sans lui laisser le temps de reprendre l'humidité de l'air ; elle abandonnera alors la presque totalité des gratterons ; ce qui restera sera en fragments ténus qui disparaîtront dans les opérations ultérieures.

A la sortie de la batteuse, la laine sera désuintée et dégraissée comme nous l'avons dit à propos de l'épaillage chimique, puis travaillée au peigne ou à la carde, suivant la longueur de la fibre ou sa destination.

Par ce procédé, la fibre lainière n'est point du tout attaquée dans son organisation ; elle peut cependant être diminuée dans sa longueur, si l'action des cylindres de la sécheuse et celle de la batteuse sont trop brutales. La vitesse de rotation de ces appareils et la pression devront être ménagées ; il y a une moyenne convenable que l'expérience enseignera rapidement.

Le dégraissage de la laine se fait très-bien après cette opération, et la laine sort parfaitement blanche des bassins de désuintage ; au moins c'est la conclusion à laquelle nous sommes arrivé à la suite d'expériences faites, il faut le dire, sur de petites quantités. Des industriels de Reims doivent faire des essais sur une plus grande échelle; nous en ferons connaître le résultat. Le point capital, et sur lequel nous insistons en terminant, c'est que la laine soumise à ce traitement, n'a subi le contact d'aucune substance chimique capable de l'altérer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1878.

NOTICE HISTORIQUE ET STATISTIQUE SUR LE PÉROU, EN 1878, PAR M. LUIS E. ALBERTINI, COMMISSAIRE DÉLÉGUÉ DU PÉROU (*fin*) (1).

Les trois règnes de la nature.

Les trois règnes de la nature sont représentés au Pérou avec une profusion admirable et une merveilleuse variété. La configuration topographique du pays et la diversité de ses climats font que tout y naît, y croît et s'y développe dans les conditions les plus propices.

RÈGNE ANIMAL. — Sur la côte, on trouve tous les animaux domestiques qui servent à l'alimentation de l'homme ou qui lui donnent, pour le travail, le concours de leur force : les bœufs, les vaches, les brebis, les moutons, le cheval, le porc, etc., etc. L'élève chevaline y est, sur certains points, l'objet de soins tout à fait spéciaux et donne de très-heureux résultats ; celle du porc est beaucoup plus importante encore ; elle alimente de nombreux établissements (*mantequerias*), où s'élabore le saindoux qui, au Pérou, s'emploie presque exclusivement à la confection de la cuisine. Sur les versants de la Cordillère et à proximité des hauts plateaux, au milieu de ces perpétuels pâturages qu'entretiennent de fréquentes pluies, ainsi que les nombreux torrents formés par la fonte des neiges, l'on trouve d'innombrables troupeaux de bêtes à laine, des alpacas, des vigognes, des guanacs et enfin le lama, ce gracieux quadrupède à la tête altière, fine et osseuse, aux oreilles constamment mobiles, aux yeux vifs, ouverts et saillants, aux jambes grêles, aux pieds munis d'une sole ferme et charnue. Le lama est le compagnon de l'Indien et très-souvent sa seule richesse : il lui sert de bête de somme, traverse sans sourciller les ravins les plus profonds et gravit les sommets inaccessibles à tout autre quadrupède.

Les laines que produisent les vigognes, les alpacas et les lamas, sont d'une finesse et d'une supériorité reconnues. Elles forment aujourd'hui l'objet d'un très-important commerce d'exportation qui constitue la principale richesse du département de Puno, et s'élève à plus d'un million de *soles* par an.

Maintenant, si nous passons de la région de la côte et de la Sierra à celle des forêts vierges (*la montaña*), la faune péruvienne change entièrement de nature et d'aspect.

Parmi les carnassiers nous trouvons le jaguar, le couguar, le grand ours des Andes, l'ours à fourmis, le redoutable puma, l'ocelot ou chat-tigre, etc., etc., et parmi les

(1) Voy. cahier d'Octobre 1879, p. 550.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

animaux inoffensifs : les cerfs, les daims, les tapirs, les singes, les sarigues, les lobes, les agoutis, et enfin les loutres et les chinchillas aux précieuses fourrures.

L'ornithologie est encore plus riche et plus variée : les palmipèdes, les échassiers, les grimpeurs et gallinacés de toute espèce peuplent ces immenses forêts, où l'on rencontre à côté des dindons sauvages, les colibris, les oiseaux-mouches et les oiseaux de paradis aux étincelantes couleurs et aux reflets diaprés de l'émeraude, des rubis et des topazes ; les ramiers, les tourterelles, les perruches et les innombrables perroquets.

Les côtes de la mer et les rivières du Pérou sont très-poissonneuses : on y pêche en abondance la *corvine*, la *dorade*, le *lenguado*, le *congrio*, la *bonite*, la *sardine*, le *peje rey* (poisson-roi) qui doit son nom à sa chair exquise et justement recherchée. On y trouve également des crabes, des écrevisses d'une grosseur extraordinaire, et enfin une grande variété de crustacés.

Guano. — Parmi les productions du règne animal, nous croyons qu'il y a lieu de parler ici du guano, ce prodigieux engrais qui constitue une des plus importantes richesses du Pérou. Ses propriétés fertilisantes étaient connues bien avant la conquête du pays, et l'historien des Incas, Garcilaso de la Vega, le signale, dans ses *Commentaires*, comme un des puissants moyens employés déjà dans cet admirable système de culture que les Espagnols trouvèrent établi sur le continent américain, lorsqu'ils y débarquèrent.

Des doutes ont plané, pendant longtemps, sur la véritable nature du guano, sur ses composants et sur son mode de formation. La science, un moment, s'est demandé si ce n'était pas là un produit minéral. La cause, aujourd'hui, est entendue ; les restes fossiles qui ont été retrouvés dans les profondeurs des gisements, les squelettes d'oiseaux, les œufs pétrifiés de ces mêmes oiseaux, et enfin les débris des poissons dont ils faisaient leur nourriture habituelle, ne permettent plus de douter que le guano est une matière d'origine organique, un produit animal, un amas accumulé, depuis de longs siècles, des excréments de ces myriades d'oiseaux qui peuplaient cette partie de la côte du grand Pacifique.

Quelle est l'importance de ces gisements ? Combien de temps peuvent-ils durer encore, en supposant que le travail d'exportation qui s'y exécute ne dépasse pas les proportions atteintes aujourd'hui ? Comment peut se chiffrer la quantité de tonnes qu'ils représentent ?

Ce sont là autant de points d'interrogation posés par ceux qui s'intéressent à la fortune et à l'avenir du Pérou.

Peut-être resterons-nous dans le vrai en affirmant, de prime abord, que rien de sérieusement exact n'a encore été dit à ce sujet, et en ajoutant ensuite que les calculs considérés comme les plus approximatifs et établis d'après les opérations de sondage, sont très-probablement au-dessous de la vérité.

Notre opinion est basée sur des faits matériels facilement appréciables aujourd'hui.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le cubage de certains gisements *guanifères* a été déterminé, il y a quelques années, par des sondages que l'on considérait comme parfaitement exacts; l'enlèvement du guano de ces mêmes gisements s'est fait ensuite, jusqu'à atteindre les couches résistantes que l'opérateur, sur la foi de la sonde, avait cru être le roc, et ces couches mises à découvert, l'on a reconnu qu'elles n'étaient autre chose que du guano à l'état de pétrification, qu'il a fallu faire sauter dans quelques endroits au moyen de la poudre, et au-dessous duquel se trouvaient de nouveaux amoncellements de guano dont la profondeur, n'ayant pas été explorée par la tarière, n'avaient pu, par conséquent, être calculée.

Quelquefois la sonde s'est trouvée arrêtée au milieu des couches de guano, par l'interposition d'immenses blocs granitiques ou de grandes massses rocheuses, que les tremblements de terre avaient détachés des hauts sommets, et qui s'étaient arrêtés dans les gisements en formation.

La production de ces faits et de ces phénomènes fréquemment constatés suffit pour justifier l'opinion que nous avons émise, et qui d'ailleurs concorde entièrement avec celle du contre-amiral Cochrane, dans son rapport au Conseil de l'amirauté anglaise du 31 mars 1874.

Ce rapport, basé sur les explorations du commandant du *Pétrel*, W. Cookson, termine par un résumé que nous croyons devoir reproduire pour citer ici quelques chiffres officiels :

« Voici, dit-il, la quantité totale de guano contenue dans les dépôts de *Huanillos*, *Punta de Lobos* et *Pabellon de Pica*.

	Tonnes.
Huanillos.	900 000
Punta de Lobos.	2 000 000
Pabellon de Pica.	4 500 000
Total.	7 400 000

Dans un autre rapport, le même commandant du *Pétrel*, faisant allusion aux travaux d'une commission d'ingénieurs chargés d'explorer les dépôts de *Lobos de Tierra*, *Lobos de fuera*, *Macabi* et *Guañape* disait : que celui de

	Tonnes.
Lobos de Tierra était estimé environ à.	600 000
Celui de *Lobos de fuera* à.	500 000
Celui de *Macabi* à.	215 000
Celui de *Guañape* à.	1 332 000
Total.	2 647 000

La vente moyenne du guano en Europe, pendant ces dix dernières années, a été de 380 à 400 000 tonnes par an, au prix brut de 12 liv. st. 10 sh. par tonne (312 fr. 50).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Néanmoins, pendant les deux années qui viennent de s'écouler, cette vente s'est opérée à des prix différentiels fixés d'après le dosage des composants de l'engrais et son degré de richesse en azote.

Aujourd'hui, on a cru devoir revenir à l'ancien système, en rétablissant, pour la vente, le prix unique de 12 liv. st. 10 sh. par tonne, à la condition, toutefois, que l'engrais vendu à ce prix devra contenir au moins 6 ou 7 pour 100 d'azote.

En prenant pour base la même période de dix années et les prix de vente à 12 liv. st. 10 sh., l'on peut calculer que, tous frais payés, chaque tonne de guano a laissé en moyenne au gouvernement un produit net de 5 liv. st. (125 fr.).

Ce léger aperçu suffit pour donner une idée de la prodigieuse richesse contenue encore dans les gisements du guano. Cet engrais conserve toujours la première place parmi ceux que la nature à mis à la disposition de l'agriculteur.

Règne végétal. — En faisant la description géographique, orographique et hydrographique du Pérou, nous avons indiqué déjà quelles sont les plus importantes productions de sa flore, sous l'influence climatérique de ses diverses zones.

Nous ne reviendrons pas sur ce sujet. Nous nous contenterons, en raison de l'étroitesse du cadre, de dire quelques mots seulement sur la coca, les vins, les cotons et les sucres.

Coca. — Cet arbrisseau, qui atteint rarement 1m,50 de hauteur, croît principalement dans la province d'*Urubamba* (département du *Cuzco*), où il forme des buissons épais et touffus. Ses feuilles sont alternes ; leur limbe ovale et trinervé est d'environ 0,04 centimètres de longueur, et elles adhèrent à la branche par un pédoncule ou pétiole assez court. C'est surtout dans les vallées humides et dans les terrains frais qu'il se cultive avec succès.

Nous ne répéterons pas tout ce qui a été dit déjà, avec quelque exagération mythologique peut-être, au sujet de la vénération que professaient les Incas pour cette plante sacrée pour eux. Ce qu'il y a de certain, c'est qu'aujourd'hui encore, les indigènes du pays mâchent, avec délices, ces feuilles miraculeuses, qu'ils mélangent avec de la chaux vive, et que, sous l'influence de leurs sucs réparateurs, ils se livrent aux travaux corporels les plus pénibles et parcourent d'énormes distances, sans se plaindre jamais de la fatigue, de la soif ni de la faim.

Les propriétés fortifiantes de la coca ne pouvaient laisser d'appeler l'attention de la science médicale en Europe. Cette plante est généralement employée, avec un merveilleux succès, dans les cas d'anémie profonde, et sous la forme d'un vin très-agréable au goût.

Mais le dernier mot est bien loin d'avoir été dit au sujet des multiples applications qu'elle peut recevoir. Rappelons seulement que les autochthones en faisaient et en font encore un usage constant comme tonique, comme hémostatique, comme antinévralgique, comme fébrifuge, comme préservatif contre la carie des dents et contre les douleurs sourdes et persistantes qui l'accompagnent d'habitude.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En France, l'importation de la coca augmente de jour en jour, et si les indications qui nous ont été fournies sont exactes, son prix varie de 30 à 35 francs le kilogramme.

Vins. — Les vins du Pérou ont fait leurs preuves depuis longtemps dans les grands concours du monde entier. Ils ont obtenu succesivement d'honorables récompenses aux Expositions de Londres, de Paris, de Valparaiso, de Lima, de Philadelphie ; tout le monde rendra, nous n'en doutons pas, la même justice à cette importante production, qui a d'ailleurs été brillamment représentée dans la section péruvienne de l'Exposition de 1878.

Les principaux départements vinicoles du pays sont ceux de *Ica* et de *Moquegua*.

Cette industrie acquiert de jour en jour plus de développement et tend à s'ouvrir des marchés de tous côtés, même en Europe.

C'est à l'intelligent propriétaire de vignobles, M. Gregorio Cabello, ancien élève de l'École des mines de Paris, que revient l'honneur d'avoir amélioré la fabrication des vins au Pérou, et surtout de les avoir fait avantageusement connaître en Europe.

Cotons. — Les cotons sont également un des importants produits d'exportation du Pérou. Ils se cultivent, surtout, dans le département d'Ica et commencent à être aussi l'objet d'une culture régulière dans les régions amazoniques. Ceux qui, en assez grande quantité, se vendent sur le marché de Liverpool, atteignent parfois, en raison de leur qualité exceptionnelle, les mêmes prix que ceux d'Égypte.

Pendant la mémorable guerre de la sécession qui, un moment, paralysa aux États-Unis l'activité agricole et le mouvement industriel et commercial, la fièvre cotonnière s'empara de l'agriculteur péruvien. Il s'appliqua sur une vaste échelle à la culture des cotons, qui obtenaient alors des prix largement rémunérateurs.

La crise passée, cette importante industrie est rentrée de nouveau dans ses anciennes et normales conditions de vie, et l'on peut affirmer qu'aujourd'hui les États-Unis de l'Amérique du Nord sont redevenus, comme auparavant, le marché régulateur des prix de cette précieuse soie végétale. Quel a été, pour le Pérou, le résultat économique du rétablissement de l'équilibre sur le marché des cotons? Nous allons le voir.

Sucres. — Tout s'enchaîne dans la vie industrielle des peuples. Le capital et le travail sont soumis dans leurs calculs aux lois d'une inflexible logique. Le contre-coup de la fièvre cotonnière du Pérou, qui s'est calmée au fur et à mesure que les États-Unis reconquéraient leur ancienne prédominance sur les marchés européens, a fait surgir tout à coup l'industrie des sucres, ou plutôt l'a fait entrer, comme par enchantement, dans une phase de développement, d'amélioration et de progrès inconnus jusqu'alors.

Le Pérou a été, dès la conquête, un pays producteur de sucre. Le climat de sa côte et des fertiles vallées de la Sierra se prête admirablement à ce genre de culture. La province d'*Abancay* (dans le département de l'*Apurimac*) qui, suivant la tradition, est la première ou l'on ait semé la canne, fournit en abondance des sucres jusqu'à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

présent sans rivaux ; mais la distance du littoral, les difficultés et le prix exorbitant des transports ne permettent pas de les convertir en articles d'exportation.

Il y a quelques années à peine, les sucres du Pérou ne servaient encore qu'à la consommation du pays. Une quantité, relativement peu importante, faisait l'objet d'un petit commerce d'importation sur le marché Chilien.

Aujourd'hui, à la suite des événements dont nous venons de faire rapidement l'historique, une transformation presque miraculeuse s'est opérée; un nombre considérable de propriétés rurales, où l'on ne semait auparavant que du maïs et du trèfle pour l'élevage des bestiaux; d'autres où l'on ne cultivait que le coton, sans calculer que la crise nord-américaine tôt ou tard arriverait à son dénouement, se sont appliquées à la culture de la canne à sucre. Des capitaux énormes ont été employés à la création d'usines. C'est par millions déjà que se chiffre, à l'heure où nous traçons ces lignes, la valeur du matériel et des machines qui, de France, d'Angleterre et des États-Unis, ont été envoyés au Pérou, afin de donner une active impulsion à cette industrie nouvelle, une des plus sérieuses espérances de l'avenir.

Nous pouvons donc dire que l'industrie sucrière, d'ores et déjà, non-seulement est *créée* au Pérou et *créée* sur une très-vaste échelle, mais encore qu'elle est outillée aussi merveilleusement que dans les pays les plus avancés du globe.

Les résultats ont heureusement correspondu à l'énergie de l'effort.

Les chiffres qui, en matière industrielle et commerciale, sont doués d'une irrésistible éloquence, justifient ce que nous avançons.

Or, voici la statistique de l'exportation des sucres péruviens pendant les cinq dernières années qui viennent de s'écouler :

1873.	16 000 tonnes.
1874.	34 000 —
1875.	50 000 —
1876.	71 000 —
1877.	78 000 —

Cette progression croissante n'a pas besoin de commentaires. Où s'arrêtera-t-elle ? L'avenir le dira; mais tout fait présager qu'elle ira bien plus loin encore (1).

Deux mots pour terminer : l'accueil qui est fait aux sucres du Pérou sur les marchés européens est des plus honorables, et les prix qu'ils obtiennent sont les plus rémunérateurs.

De beaux spécimens de ce produit ont figuré à l'Exposition universelle du Pérou, où ils ont attiré l'attention des hommes compétents.

---

(1) Des renseignements récents font présumer que pour **1878**, l'exportation des sucres du Pérou aura atteint le chiffre de **85 000** *tonnes*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

RÈGNE MINÉRAL. — Peu de pays enserrent dans les entrailles de leur sol les richesses que, de tous côtés, dans toutes les zones et sous toutes les latitudes, l'on trouve au Pérou. C'est à ces prodigalités de la nature qu'il a dû la réputation proverbiale qui lui a fait donner par *Orellana* le nom d'*Eldorado*.

Malheureusement, d'innombrables obstacles, des chemins inaccessibles, des difficultés insurmontables, des distances énormes se sont interposées entre ces richesses et le bras avide de la spéculation. La vapeur et l'électricité, ces deux puissants leviers de la civilisation moderne, sont appelés à faire disparaître l'obstacle, et déjà de nombreuses voies ferrées se sont frayé passage à travers ces masses granitiques dans le sein desquelles dorment ensevelis ces prodigieux trésors.

On trouve sur la côte du Pérou d'immenses dépôts de salpêtre ou de nitrate de soude, dont nous parlerons un peu plus loin ; de vastes marais salants, d'abondantes sources de naphte ou de pétrole, etc.

La chaîne de la Cordillère et des Andes est sillonnée en tout sens, et sur d'énormes profondeurs, de riches et larges filons d'or, d'argent, de cuivre, de plomb, de cinabre, de fer, de nickel, de platine, etc., etc., etc.

Les gisements de houille de toute espèce, d'anthracite, de plombagine, de tourbe, s'y rencontrent en abondance. Quelques-uns de ces gisements, placés sur le trajet du chemin de fer de *Huaraz* au port de *Chimbote*, sont, par ce fait, d'un transport facile et peu coûteux, qui peut en rendre l'exploitation très-avantageuse.

Nous n'avons ni l'espace, ni le temps, ni surtout la compétence nécessaire pour faire une étude approfondie des richesses minéralogiques du Pérou. La belle collection de l'éminent professeur A. Raymondi, qui occupait à l'Exposition de 1878 la place d'honneur, est, à cet égard, une véritable révélation. Rien de plus complet, rien de plus consciencieux n'avait été fait jusqu'à présent, au point de vue de la science, dans cet ordre d'idées. Nous renvoyons les personnes qui s'intéressent à ce genre d'études au Catalogue spécial qui a été publié, et nous recommandons les travaux du professeur Raymondi à l'appréciation des savants, qui sauront lui rendre la justice qu'il mérite.

Nitrate de soude. — Nous terminerons cette esquisse bien incomplète du règne minéral du Pérou, par quelques renseignements et quelques données statistiques sur les nitrates de soude, qui forment, avec le guano, la plus importante richesse du pays.

Le nitre n'était employé auparavant, dans l'industrie, qu'à la fabrication de la poudre à canon ; dans la chimie, que pour faciliter, comme fondant, la fusion de certains métaux ; dans la médecine, qu'à de très-petites doses, comme diurétique ; mais il a acquis, dans ces dernières années, une importance extraordinaire par son application à l'agriculture et par les merveilleux résultats qu'il a produits comme engrais.

De considérables quantités de cette substance s'emploient aujourd'hui en France, en Allemagne et en Belgique, à la culture de la betterave, et on a commencé déjà à l'employer également, sur une assez vaste échelle, à la culture des céréales. C'est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

là, sans doute, un nouvel horizon ouvert aux multiples applications de ce sel réparateur, dont l'exportation, sans cesse croissante, est, pour le Pérou, la source d'une inépuisable richesse.

En effet, la province de *Tarapaca* tout entière n'est autre chose qu'un vaste gisement de nitrates qui se présentent, tantôt sous la forme de croûtes lisses ou fendillées par l'action du soleil, tantôt sous la forme de bancs ou de masses cristallisées, recouverts d'une couche de sable plus ou moins épaisse.

MM. Kuhlman et Barclay ont fait de sérieuses expériences pour démontrer, par des résultats pratiques, l'utilité de ce genre d'engrais; il nous paraît assez intéressant de reproduire ici le tableau de ces expériences.

Expériences de M. Kuhlman.

QUANTITÉ de NITRATE EMPLOYÉE par hectare.	RÉCOLTE.		RÉCOLTE sans engrais.		DIFFÉRENCE en faveur de l'engrais.	
	Froment.	Paille.	Froment.	Paille.	Froment.	Paille.
Kilog.	Hectog.	Kilog.	Hectog.	Kilog.	Hectog.	Kilog.
125	31.25	2.900	27.50	4.350	3.75	1.450

Expériences de M. Barclay.

MATIÈRE employée comme engrais.	QUANTITÉ par hectare.	RÉCOLTE en foin avec engrais.	RÉCOLTE en foin sans engrais.	DIFFÉRENCE en faveur de l'engrais.
	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.
Nitrate de soude	133	4 800	4 000	800
du Pérou.	266	5 273	4 000	1 273

Il serait bien difficile de déterminer exactement, en chiffres, la valeur des terrains et des établissements salpétriers qui existent au Pérou. Une grande partie de ces terrains appartient à l'État. Nous manquons de données pour en faire une évaluation même approximative; mais, si l'on considère leur étendue qui est immense, il ne peut être douteux pour personne qu'ils représentent une richesse vraiment fabuleuse. Quant aux terrains et aux usines de domaine privé, le gouvernement a conçu, il y a quelques années, le projet de les exproprier, afin d'établir le monopole national de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU DES EXPORTATIONS DE NITRATE DE SOUDE.

POUR	1866	1867	1868	1869	1870	1871	1872	1873	1874	1875	1876
l'Angleterre	726 678	787 553	734 393	523 743	597 131	737 326	417 850	1 098 923	254 008	1 077 329	412 902
la France	371 168	349 814	270 070	282 967	227 115	53 043	105 854	232 446	14 576	19 927	»
l'Allemagne	16 251	32 447	45 449	82 105	111 929	180 988	230 917	143 096	135 864	121 093	35 840
la Hollande	»	»	»	»	23 438	47 537	16 540	»	»	»	»
la Belgique	57 524	26 850	»	23 270	12 200	»	»	»	»	»	»
l'Espagne	»	»	»	»	40 643	14 256	6 000	»	»	»	»
le Portugal	»	»	»	»	»	22 001	»	»	»	»	»
l'Italie	13 500	7 600	10 990	»	»	»	9 500	»	»	»	»
A l'ordre	775 199	1 111 286	699 485	1 254 587	1 466 212	2 192 203	3 153 602	4 292 303	4 710 562	5 665 044	6 066 228
les États-Unis	173 616	188 886	132 370	270 372	444 264	323 554	425 508	463 019	423 783	260 624	437 018
la Californie	50 526	32 597	7 346	20 786	15 160	22 187	17 017	13 410	32 958	21 363	60 775
le Chili et la côte	3 223	2 371	6 400	11 597	5 321	12 811	8 409	8 570	11 509	9 264	9 048
les Antilles	»	»	»	7 185	»	»	26 567	12 000	»	»	»
l'Autriche	»	10 917	»	»	»	»	»	»	»	»	»
la Chine	»	»	»	30 440	»	»	»	»	»	»	»
Gibraltar	»	»	»	»	»	»	»	»	»	16 470	28 953
En quintaux espagnols, à raison de 22 quintaux par tonne	2 187 685	2 550 321	1 906 503	2 507 052	2 943 413	3 605 906	4 417 764	6 263 767	5 583 260	7 191 114	7 050 764

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'exportation et de la vente des nitrates. Le prix de cette expropriation a été fixé à 100 millions de francs.

Ces données laissent entrevoir à combien peut s'élever, au Pérou, la valeur des nitrières, qui est d'autant plus considérable qu'aucun pays ne peut leur faire concurrence, à l'exception toutefois de la Bolivie, productrice elle-même de cette précieuse substance, quoique sur une bien moindre échelle.

Le tableau page 609 donne une idée exacte et complète des quantités de nitrate importées de 1866 à 1876 sur les divers marchés du globe.

En prenant pour base à peu près la même période, les prix pratiqués sur le marché régulateur de Liverpool ont subi, par quintal, de *minimum* à *maximum*, les fluctuations suivantes :

ANNÉES.	PRIX MINIMUM.	PRIX MAXIMUM.	PAR QUINTAL.
1866.....	10 sh. » d.	13 sh. 3 d.	»
1867.....	10 »	11 6	»
1868.....	11 6	12 6	»
1869.....	13 3	17 6	»
1870.....	14 3	17 3	»
1871.....	14 3	16 6	»
1872.....	14 »	16 3	»
1873.....	14 »	16 »	»
1874.....	10 6	13 3	»
1875.....	11 3	12 9	»

Voies de communication.

Les voies de communication, au Pérou, ont été jusqu'à présent difficiles, peu praticables et, par conséquent, les frais de transport étaient très-coûteux, en raison des grandes distances à parcourir. C'est là justement l'écueil auquel est venu se heurter le commerce d'exportation des riches et abondantes productions du pays, surtout à l'intérieur.

La solution de cet important problème économique a été, depuis quelques années, mise à l'ordre du jour. Peut-être (et c'est là notre humble opinion) suffisait-il, pour donner satisfaction à tous les intérêts en souffrance, d'établir, à peu de frais relativement, de bonnes routes qui eussent mis en contact les centres de production les plus importants de la *Sierra* avec les meilleurs ports du littoral ; peut-être même eût-il été facile, dans certaines régions, d'utiliser les cours d'eau, en faisant d'eux, suivant une expression pittoresque, des *chemins qui marchent*.

Malheureusement on a voulu faire *trop grand*, et, sans mesurer les forces du pays, on a engagé presque toutes les ressources de l'avenir dans des entreprises de chemins de fer exorbitamment coûteuses.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le premier chemin de fer établi au Pérou est celui qui relie la capitale au port du Callao, où l'on a fait construire, depuis, un môle, une jetée et des docks qui sont, sans aucun doute, l'ouvrage de ce genre le plus important sur le Pacifique.

Plus tard, les concessions se sont multipliées à tel point qu'aujourd'hui (1877) l'ensemble du réseau péruvien est de vingt-trois lignes appartenant la plupart à l'État ou garanties par lui. Elles représentent une étendue d'environ 2 800 kilomètres.

La tableau suivant, que nous empruntons à une des dernières statistiques, donne une idée exacte du parcours de ces lignes :

LIGNES	ÉTENDUE kilométrique du réseau.	KILOMÈTRES construits.	PRIX TOTAL en soles du réseau concédé
Payta à Piura	96	31	1 946 600
Eten à Ferreñafe	85	85	»
Pimentel à Lambayeque	72	25	»
Pacasmayo à Magdalena	146	146	7 100 000
Salaverry à Chocope	89	89 1/2	3 234 756
Chimbote à Huaraz	265	83	24 000 000
Huacho à las Salinas	10	10	»
Chancay à Palpa	29	29	»
Chancay à Lima	66	66	»
Callao à la Oroya	352	156	27 600 000
Lima à la Magdalena	6	6	»
Callao à Lima	14	14	»
Lima à Chorillos	14	14	»
Pisco à Ica	74	74	»
Mollendo à Arequipa	192	192	12 000 000
Arequipa à Puno	364	364	32 000 000
Juliaca au Cuzco	337	106	25 000 000
Ilo à Moquegua	100	100	6 700 000
Arica à Tacna	63	63	»
Cerro Azul à Casa Blanca	7 1/2	7	»
Cerro de Pasco aux Gisements	19	11	»
Iquique à la Noria	233	177	»
Patillos à Lagunas	110	93	»
Totaux	2 743 1/2	1 941 1/2	139 581 356

N. B. — Les lignes dont le prix de construction n'est pas indiqué appartiennent à des entreprises particulières, à l'exception de celles de Chancay à Lima et de Pisco à Ica, qui ont été rachetées par l'État.

Il résulte des indications de ce tableau, que nous croyons exactes, que l'étendue du réseau construit était déjà, en 1877, de 1 941 kilomètres, et que le coût total des lignes de la propriété de l'État, lorsqu'elles seront terminées, s'élèvera au chiffre énorme de 140 millions de *soles* environ, c'est-à-dire 700 millions de francs, sans compter le prix des lignes rachetées.

Télégraphes. — Le réseau télégraphique du Pérou est relativement assez étendu,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et tout porte à croire qu'il va prendre maintenant un développement beaucoup plus grand encore, en longeant les voies ferrées au fur et à mesure qu'elles entreront en exploitation.

Le premier fil télégraphique qui a été tendu au Pérou est celui qui, en **1847**, a mis en communication la capitale avec le port du Callao.

Les lignes qui fonctionnent actuellement sont les suivantes :

1° De Lima au Callao, Pisco et Ica;
2° Du Callao à Payta;
3° Le Lima à la Barranca;
4° De Lima à la Oroya;
5° De Lima à Chorillos;
6° De Mollendo à Aréquipa et à Puno ;
7° De Arica à Tacna;
8° De Pacasmayo à Magdalena.

Les ports de Chorillos, de Mollendo, de Arica et de Iquique, sont en communication avec le câble sous-marin qui va jusqu'à Valparaiso. Ce dernier port est relié lui-même par une ligne télégraphique à Buenos-Ayres, d'où partent les câbles sous-marins qui longent les côtes du Brésil et aboutissent au continent européen.

Il résulte de là que toutes les lignes télégraphiques du Pérou se trouvent, par cet agencement, en communication directe avec les principaux centres du monde entier.

Monnaies. — Poids et mesures.

Très-peu de chose à dire à ce sujet.

Le système métrique décimal a été adopté au Pérou, en vertu d'une loi spéciale promulguée le **16** novembre **1862**.

La monnaie légale qui constitue l'unité monétaire est le *sol* d'argent. Sa valeur est celle de la pièce de cinq francs. Le poids du *sol* est de **25** grammes, son diamètre de **37** millimètres et son titre de **9/10** fin.

Les subdivisions du *sol* sont le demi-*sol*, le cinquième et le dixième de *sol*. — Le demi-*sol* vaut **50/100** de *sol*, pèse **12** grammes **500/1000**, et son diamètre est de **30** millimètres.—Le cinquième de *sol* vaut **20/100** de *sol;* son poids est de **5** grammes et son diamètre de **23** millimètres. Enfin, le dixième du *sol* vaut **10/100**, pèse **10** gr. **500** milligrammes, et son diamètre est de **18** millimètres.

La monnaie d'argent porte d'un côté l'écusson d'armes du Pérou, et de l'autre l'effigie de la République assise, armée d'une lance et d'un bouclier, et coiffée d'un bonnet phrygien ; on lit autour la devise suivante : *Firme y feliz por la union*.

La monnaie de cuivre est de un et de deux centimes le *sol*.

Enfin, la monnaie d'or, qui n'a pas de valeur légale, est de deux sortes : le *sol* d'or, qui pèse **25** grammes, et le cinquième de *sol* d'or, qui pèse **5** grammes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quant aux mesures de longueur et à celles de poids, l'unité des premières est le mètre, et celle des secondes le gramme.

Revenu national et budget.

L'administration des finances et du commerce est régie par un ministère spécial, subdivisé en trois sections : Direction de l'administration, direction des rentes et direction de la comptabilité. Il y a, en outre, un *tribunal des comptes*, chargé de la vérification et de l'examen de tous les comptes des recettes et dépenses publiques.

En parlant du guano, nous avons indiqué le rendement approximatif que la vente de cet engrais, sur les marchés de l'Europe, laisse au Trésor public.

Il y aurait encore à ajouter à ce chiffre celui des ventes qui s'opèrent aux États-Unis, à l'île Maurice, aux Barbades, à la Jamaïque, sur les marchés de l'Asie, etc.

Outre ce revenu, dont l'importance est considérable, le Pérou a encore celui de ses douanes, dont le mouvement progressif ressort du tableau suivant :

Années.	Recettes.
1840.	1 692 005 soles.
1867.	3 534 018 —
1868.	2 936 937 —
1869.	4 650 000 —
1870.	5 945 000 —
1871.	6 200 000 —
1872.	7 400 000 —
1873.	8 400 000 —
1874.	7 097 000 —
1875.	7 082 000 —

Ajoutons enfin :

La contribution foncière qui produit à l'an, pour les propriétés urbaines et rurales, environ.	280 000 soles.
Celle de l'industrie et des patentes.	360 000 —
La contribution ecclésiastique.	17 000 —
Celle du papier timbré, celle de l'enregistrement et des mutations (*alcabala*).	. . . . .

C'est avec ces éléments qu'est formé le budget national voté par les Chambres législatives pour une période de deux ans (*Biennio*).

Nous donnerons les chiffres des deux dernières périodes budgétaires puisés à la même source que nous avons indiquée déjà :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNÉES.	RECETTES		DÉPENSES.	
	suivant les prévisions budgétaires.	effectives.	suivant les prévisions budgétaires.	effectives.
	Soles.	Soles.	Soles.	Soles.
1873 1874	61 288 542	62 753 903	80 543 415	65 500 836
1875 1876	65 567 033	66 601 664	74 377 381	65 063 122

Navigation et commerce.

Le commerce d'importation et d'exportation se fait, au Pérou, par les ports du Pacifique et par la rivière de l'Amazone et ses affluents.

L'importation qui s'effectue par les ports du Pacifique est soumise à des droits modérés qui, *en moyenne*, ne dépassent pas 20 pour 100 *ad valorem* des articles importés. Quant à ceux qui sont introduits ou exportés par la rivière de l'Amazone et ses affluents, une complète franchise de droits leur est accordée. Il est facile de saisir, de prime abord, l'esprit de cette sage mesure administrative, qui a évidemment pour but de favoriser et de développer le commerce et l'industrie dans ces vastes régions, que l'on s'efforce de coloniser par tous les moyens possibles.

C'est également pour favoriser les industries minières et agricoles, que l'on a étendu la franchise d'exportation aux charbons de terre, aux machines, aux instruments de travail, aux fers, aux bois et articles similaires, introduits à l'état brut.

Le même privilége a été accordé, pour accélérer le développement des lettres, des sciences et des arts, au papier et à tout le matériel destiné à l'imprimerie ; aux instruments scientifiques, aux livres et aux publications de tout genre. Ces derniers payent seulement un 3 pour 100 calculé sur le poids du papier, et ce revenu est affecté spécialement à l'entretien des bibliothèques publiques et à l'acquisition de nouveaux ouvrages.

En 1876, le mouvement des différents ports maritimes et fluviaux du Pérou se traduisait par les chiffres suivants :

Importation :

Voiliers.	1 782	
Bâtiments à vapeur.	4 864	9 022
Embarcations diverses.	2 376	
Nombre des tonnes.		5 372 472
Passagers.		80 475

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Exportation :

Voiliers	2 038	
Bateaux à vapeur	4 826	9 380
Embarcations diverses	2 516	
Nombre de tonnes		5 403 595
Passagers		52 490

Instruction publique. — L'instruction publique a pris au Pérou, pendant ces dernières années, un très-sérieux développement, et les Congrès qui se sont succédé ont tenu à honneur d'attacher leur nom à la création de nouvelles écoles et de nouveaux établissements littéraires, scientifiques et professionnels.

L'instruction primaire y est gratuite, obligatoire et placée sous sous la protection de l'État.

Une somme de plus de 2 millions de *soles* est votée au budget pour les divers établissements de l'instruction publique.

Elle se distribue de la manière suivante :

	Soles.
Six universités	101 130
Deux écoles professionnelles d'arts et métiers	113 439
Trente-trois colléges d'hommes	234 702
Dix-huit colléges de femmes	286 616
1 578 écoles de garçons	948 600
729 — jeunes filles	439 920
Total à l'année	2 124 407

L'instruction publique se divise en instruction primaire, instruction moyenne et instruction supérieure.

La première se donne dans les écoles; la seconde, dans les colléges; la troisième, enfin, dans les Universités ou les écoles professionnelles.

L'exercice du professorat, ainsi que l'enseignement, sont entièrement libres.

Une loi du Congrès de 1873 ordonne la fondation et la dotation de trois écoles normales, qui doivent être établies à Lima, au Cuzco et à Cajamarca. La même loi déclare que, plus tard, des écoles de la même nature devront être créées dans le chef-lieu de chaque province.

Armée.

L'armée péruvienne permanente, conformément à la loi, ne doit pas dépasser le chiffre de 3 000 hommes de toutes armes, constituant les cadres de l'armée qui peut être mise sur pied en cas de guerre. Il faut ajouter à cela environ 1 000 gendarmes et 1 200 gardiens de la paix (*vigilantes*). 3 millions de *soles* sont votés au budget pour l'entretien de l'armée active.

Marine de guerre.

La marine de guerre est indubitablement celle, de tous les États du Pacifique, qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

se trouve la mieux organisée et la mieux disciplinée. Son entretien coûte au pays plus de 4 millions de *soles* par an.

Elle se compose de : quatre navires cuirassés ; deux vapeurs en fer ; quatre vapeurs en bois ; trois voiliers ; cinq vapeurs de rivière.

Marine marchande.

L'établissement, sur la côte du Pacifique, des bateaux de la Compagnie anglaise *Pacific Steam*, a contribué à diminuer considérablement le nombre des navires qui desservaient auparavant le littoral et faisaient le commerce du cabotage ; ils ne dépassent pas aujourd'hui le nombre de 150 à 200, et celui de 50 000 tonnes.

La *Pacific Steam Navigation C°*. dispose d'une flotte considérable.

Une ligne bihebdomadaire fait le service entre le Callao et Valparaiso. Deux lignes bimensuelles font, en touchant aux divers ports du Pacifique, le service de l'Europe, l'une par le détroit de Magellan, l'autre par l'isthme de Panama.

Quatre ou cinq lignes parcourent une moindre étendue et font le service des passagers et le commerce de cabotage dans les ports intermédiaires du nord et du sud de la République.

Conclusion.

Qu'il nous soit permis, en terminant, de dire ceci :

Avec ces puissants éléments de vitalité, avec ces prodigieuses richesses que la nature, sans marchander, a placées sous sa main, une nation ne meurt pas.

De graves fautes ont pu être commises, on a pu trop présumer peut-être de ses forces, et sous ces malheureuses influences l'horizon s'est un instant obscurci ; mais les dures épreuves du passé sont l'enseignement de l'avenir.

La confiance, aujourd'hui, semble renaître ; le travail devient une nécessité, et déjà nous sentons, de tous côtés, ce mystérieux frissonnement qui précède le réveil des peuples. Non, le jour n'est pas éloigné où notre pays pourra reconquérir honorablement sa place au soleil. C'est là, du moins, l'espérance d'un cœur sincèrement patriote !

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 24 octobre 1879.

Présidence de M. le VICE-AMIRAL DE CHABANNES, vice-président.

CORRESPONDANCE. — M. *Hanrez* (Prosper), ingénieur civil, élève de l'École des mines de Liége, directeur de la soudière de Varangéville-Dombasle (Meurthe-et-Moselle), envoie la description et le dessin des dispositions qu'il propose pour opérer l'accrochement de nouveaux wagons de chemins de fer à un train de voyageurs en marche,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sans que ce train ait besoin de s'arrêter aux diverses stations. (Arts mécaniques.)

M. *Georget* (A.), à Saint-Denis (Seine), rue du Chemin-de-Fer, 23, propose d'établir, sur les poteaux télégraphiques des chemins de fer, des timbres électriques pour permettre aux stations de chemins de fer de donner des signaux aux trains pendant qu'ils sont en marche, et pour éviter ainsi les collisions qui peuvent survenir entre deux trains, surtout dans les chemins à une voie. (Arts mécaniques.)

M. *Huré* (P.), rue Fontaine-au-Roi, 8, à Paris; nouveau porte-outil, pour canneler le trou des poulies, engrenages, volants, etc. (Arts mécaniques.)

M. *Bourguignon*, à Donchery (Ardennes); étoffes et tissus en plumes pour habillements, tapis, etc. (Arts mécaniques.)

M. *Couillaut* (E.), Hôtel et rue Mazagran, 4, à Paris; appareil pour élever de l'eau au moyen de deux colonnes liquides en mouvement. (Arts mécaniques.)

M. *Calmette* (W.), ingénieur, à Paris, avenue de Clichy, 86; appareil pour faire des nivellements d'une manière automatique. (Arts économiques.)

M. *Cheymol* (aîné), à Cadillac-sur-Garonne; nouveau moteur à air comprimé. (Arts mécaniques).

M. *Lenoir* (E.), boulevard Voltaire, 109, rappelle qu'il a proposé déjà un appareil à patins pour arrêter les trains de chemin de fer, comme celui de M. *Breton-Maire*, mais que cet appareil présentait des inconvénients graves qu'il signale.

Il annonce, en outre, qu'il fera l'envoi d'un nouveau système d'échappement de pendule d'un règlement facile. (Arts mécaniques.)

M. *Francq* (Léon), auteur de la locomotive sans foyer, boulevard Haussmann, 62, à Paris, envoie le procès-verbal dressé, en mai 1879, pour l'inauguration de l'application de cette locomotive à des tramways, dans la Basse-Autriche. (Arts mécaniques.)

M. *Fromentin*, ingénieur-constructeur-mécanicien, rue d'Hauteville, 33, demande l'examen de son alimentateur-automoteur à niveau constant. (Arts mécaniques.)

M. *Fenon* (Auguste), fabricant d'horlogerie, quai de Valmy, 57, à Paris; système de remise à l'heure pour les horloges publiques et les pendules. (Arts économiques.)

M. *Carto* (F. B.), ingénieur, rue du Château, Plaisance, Grand-Hôtel de Paris; moteur nouveau de son invention. (Arts mécaniques.)

M. *Sparre* (le comte de), place de la Madeleine, 3, à Paris; procédé pour le piquage mécanique des cartons du métier Jacquard, et, au besoin, pour exécuter le travail direct sans cartons. (Arts mécaniques.)

M. *Bohin* (aîné), photographe, à Laigle; équerre graphométrique pour initier à peu de frais les élèves des écoles communales aux opérations d'arpentage. (Arts économiques.)

M. *Dulaurier* (Emile), rue Daguerre, 71, à Paris; recherches nouvelles sur l'induction magnétique. (Arts économiques.)

M. *Bigner* (Alex.), à Josat (Haute-Loire), présente : 1° un moyen de mesurer simplement une surface irrégulière; 2° une encre nouvelle; 3° du pain aux pommes de terre.

M. *Boullenot* (aîné), rue de Chevreuse, 9, à Issy (Seine); divers articles imprimés sur son système d'allumage des lampes au fond des mines grisouteuses. (Arts chimiques.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Fulter*, rue de Vanves, 35; boîte d'artiste remplaçant le chevalet et pouvant servir aussi aux dessinateurs. (Comité des constructions et beaux-arts.)

M. *Chambrier*, contrôleur du télégraphe au chemin de fer de l'Est, à Charleville; perfectionnements importants apportés par lui à l'appareil pour lequel il a reçu une médaille de la Société en 1872. (Arts économiques.)

M. *Somasco*, ingénieur, à Saint-Maur-les-Fossés (Seine); note imprimée sur un moyen d'humidifier l'air des salles de filature. (Arts économiques.)

M. *Maublanc* (P.), rue Montaigne, 15, à Paris; nouvelle cheminée dont le foyer n'ayant point de parties en fonte ne peut pas dégager de l'oxyde de carbone. (Arts économiques.)

M. *Sergines* (Jules), ouvrier tapissier, rue Antoine-Dubois, 6, à Paris; appareil catoptrique pour l'éclairage des rues par les becs de gaz. (Arts économiques.)

M. *Dulaurier* (Emile), rue Daguerre, 71, à Paris; recherches sur la propagation du son dans l'air. (Arts économiques.)

M. *Jeanvoine* (A.), rue du Temple, 53, à Paris, annonce qu'il est inventeur d'un liquide extincteur pour les essences minérales et d'un procédé pour détruire le phylloxera. (Arts économiques et agriculture.)

MM. *Talard* (Ch.) et *Jeanty* (E.), rue du Faubourg-Cérès, 42, à Reims; nouveau système de vidanges qui a fonctionné à Paris, en plein jour. (Arts économiques.)

M. *Voisin-Bey*, membre du Conseil : Rapport de la Commission technique du Congrès pour l'ouverture du canal interocéanique de Panama.

M. *Davanne*, membre du Conseil. *La photographie, ses origines et ses applications*, brochure in-8. (*Gauthier-Villars*, éditeur.)

M. *Maurice-Jourdain*, ingénieur. *Association parisienne des propriétaires d'appareils à vapeur* (exercice 1878, 5e bulletin, brochure in-8).

M. *Husson* (C.), de Toul, vice-président de la Société de pharmacie de Meurthe-et-Moselle. *Le Café, la Bière et le Tabac*, in-8, Paris, 1879. (*Asselin*, éditeur.)

M. *Husson* (C.). *Le Vin*, Paris, 1879, in-18. (*Asselin*, éditeur.)

M. le baron *Jean de Bray*. *La Ramie*, culture, ses avantages. Paris, 1879, brochure in-18. (Drouin, éditeur.)

M. *Zundel*, vétérinaire, à Mulhouse. *Traduction du traité d'Anatomie des animaux domestiques*, de *Frédéric Leyh*, professeur à Stuttgard. Paris, 1879; in-8, orné de 255 figures (*P. Asselin*, éditeur). (Renvoi au comité de l'agriculture.)

M. *Pokoutchaew* (W.). *Comptes rendus de la Société impériale libre économique, sur le tchernozème, terre noire de la Russie d'Europe*. Saint-Pétersbourg, 1879, brochure in-8. (Renvoi au comité de l'agriculture.)

M. *Wazon* (A.), ingénieur. *Architecture navale, carènes rapides*. Paris, brochure in-8. (*Lacroix*, éditeur.)

M. le *Commissaire général* de l'Exposition universelle de 1878, envoie : 1° les numéros imprimés des comptes rendus sténographiques des congrès internationaux tenus au palais du Trocadéro pendant l'Exposition de 1878.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La *Société royale de Londres :* fascicules des tomes 26, 27, 28 et 29 de ses *Proceedings* et des parties des volumes 167, 168 et 169 des *Transactions philosophiques*.

M. le ***Ministre de l'agriculture et du commerce*** envoie le tome VI, année 1876, de la nouvelle série de la *Statistique générale de la France*, in-folio.

La *Société industrielle d'Amiens* envoie un exemplaire des prix qu'elle a mis au concours pour 1880.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Correspondants ; arts mécaniques.* — M. *Pihet* fait, au nom du comité des arts mécaniques, un Rapport pour demander la déclaration d'une vacance, parmi le correspondants français pour les arts mécaniques.

M. *le Président* met aux aux voix cette proposition qui est adoptée.

L'élection aura lieu, au scrutin secret, dans la séance du 14 novembre.

Quantièmes de montres. — M. le colonel *Goulier* lit, au nom du comité des arts mécaniques, un Rapport sur de nouvelles simplifications apportées aux quantièmes de montres, par M. *Crozet* (Louis-Joseph), horloger, à Magland (Haute-Savoie.)

Le comité des arts mécaniques propose de remercier M. *Crozet* de son intéressante communication et d'ordonner l'insertion, dans le ***Bulletin***, du présent Rapport accompagné d'un bois représentant l'aspect du cadran de la montre. (Adopté.)

COMMUNICATIONS. — *Hydrographe-enregistreur automatique.* — MM. *Henry-Lepaute* fils, ingénieurs, constructeurs d'horlogerie et de phares lenticulaires, rue de Lafayette, 6, à Paris, présentent à la Société des appareils enregistreurs et avertisseurs des manœuvres des écluses de la rivière d'Aa, dans le port de Gravelines, qu'ils ont combinés et exécutés sur les indications de M. l'ingénieur *Crepin*.

Ces appareils ont pour objet la tenue régulière du niveau de l'Aa, pour assurer le service des desséchements et des irrigations.

Cette tenue régulière doit s'obtenir à l'aide d'un appareil automatique enregistreur-régulateur, qui est en communication électrique avec des sonneries placées près des écluses et chez les éclusiers, et qui les fait fonctionner tant que ces manœuvres sont possibles et utiles.

L'ensemble du système se compose :

1° De l'appareil automatique enregistreur et régulateur du niveau de l'Aa ;

2° De trois sonnettes électriques à trembleur, à proximité de chacune des trois écluses importantes ;

3° De deux sonnettes électriques de timbres différents indiquant l'une le maximum, l'autre le minimum chez le chef éclusier ;

4° De six galvanomètres ;

5° D'un interrupteur de sonnerie disposé sur les portes de flot de la dernière écluse ; cet appareil est destiné à interrompre le courant lorsque les portes de flot seront busquées, et que, par suite, toutes les manœuvres de vannes ou de portes seront rendues impossibles ou inutiles. (Renvoi au comité des arts économiques.)

Profilographe. — M. *Dumoulin* aîné, ingénieur, rue des Saints-Pères, 30, à Paris, présente à la Société un appareil propre à relever mécaniquement le profil d'un terrain.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cet appareil se compose d'un petit chariot supporté par deux roues, dont les plans de mouvement se confondent et peuvent, à volonté, être rendus invariables, afin que, dans la généralité des cas, la machine ne puisse dévier de la ligne droite; ce chariot porte la machine proprement dite, recouverte d'une tablette sur laquelle se développe, parallèlement à sa longueur, une feuille de papier destinée à recevoir la figure même, à une échelle donnée, du profil parcouru. Cette figure est tracée par un style ou crayon mobile disposé sur la planchette, et se mouvant perpendiculairement au papier. Le mouvement est imprimé à l'ensemble du système par l'une des roues du chariot, celle de derrière, au moyen d'une chaîne Galle.

Cette roue fait l'office du chaîneur et mesure le chemin parcouru, en développant par contact sa circonférence sur le terrain à niveler.

Sous la machine, est librement suspendue une tige de fer armée, à son extrémité inférieure, d'une grosse sphère de métal, faisant l'office de pendule; soit que le chariot monte ou descende, soit qu'il chemine en plaine, le pendule conserve toujours sa direction verticale; c'est donc la machine seule qui s'incline et ces inclinaisons alternatives et variables produisent, par rapport au pendule, des déplacements angulaires tantôt positifs, tantôt négatifs, suivant que la machine monte ou descend.

Ce sont ces oscillations angulaires, convenablement recueillies au moyen d'organes spéciaux de transmission, qui déterminent la loi trigonométrique des mouvements réciproquement perpendiculaires du papier, et du crayon ou style. La trace de ce dernier est donc une résultante, c'est-à-dire que le papier marchant toujours positivement, et d'un mouvement constamment proportionnel aux cosinus des angles faits par le pendule avec la normale au terrain parcouru, et le crayon montant ou descendant, de son côté, perpendiculairement au mouvement de papier, de quantités toujours proportionnelles aux sinus de ces mêmes angles, la trace résultante n'est autre que le profil lui-même.

L'appareil donne non-seulement la représentation graphique du profil parcouru, tracé à l'échelle de 1/5000 pour les longueurs horizontales et 1/500 pour les hauteurs verticales, mais encore il fournit, au moyen de trois compteurs, les cotes en valeurs numériques du chemin développé par la roue chaîneuse, celles des longueurs horizontales ou abcisses correspondantes, et enfin celles des ordonnées ou hauteurs verticales.

La manœuvre du profilographe est très-simple : un homme traîne le chariot sur la ligne du profil à relever; l'opérateur ou niveleur qui l'accompagne, s'arrête à chaque piquet au point à déterminer, lit sur l'un des compteurs la cote de longueur et l'inscrit, trace une ligne verticale et y annote la cote de nivellement lue sur le deuxième compteur. (Renvoi au comité des arts mécaniques.)

NOMINATIONS DE MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ. — M. *Blondeau*, président de la Société de pharmacie, à Paris, est nommé membre de la Société.

Paris. — Imprimerie de Mme Ve BOUCHARD-HUZARD, rue de l'Éperon, 5;
Jules TREMBLAY, gendre et successeur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

HORLOGERIE.

RAPPORT *fait par* M. le colonel GOULIER, *au nom du comité des arts mécaniques, sur de* NOUVELLES SIMPLIFICATIONS APPORTÉES AUX QUANTIÈMES DE MONTRES, *par* M. CROZET (*Louis-Joseph*), *fabricant d'horlogerie, à Magland* (*Haute-Savoie*).

Messieurs, à la séance du Conseil du 11 juillet 1879, M. Crozet, fabricant d'horlogerie à Magland (Haute-Savoie), vous a fait présenter des quantièmes de montres, qu'il a fait breveter, et qui présentent des simplifications considérables sur ceux du même inventeur, brevetés eux aussi, que vous aviez approuvés dans votre séance du 14 décembre 1877 (1).

Ceux-ci se distinguaient déjà des quantièmes ordinaires par des détails de construction qui rendaient leur jeu plus sûr, et, en même temps, par des simplifications telles que leur addition aux montres, même à celles dites de 14 lignes, n'entraînait qu'une dépense de 20 à 30 francs pour un quantième complet, et de 60 à 70 francs pour un quantième avec phases de la lune.

Quoique très-modérés, leurs prix étaient encore trop élevés pour que l'on songeât à les appliquer à des montres communes. Mais, depuis lors, M. Crozet a imaginé des dispositions qui permettent d'ajouter aux montres, pendant leur fabrication et pour une modique augmentation de prix de 3 francs, une aiguille indiquant les quantièmes du mois; puis, pour un supplément

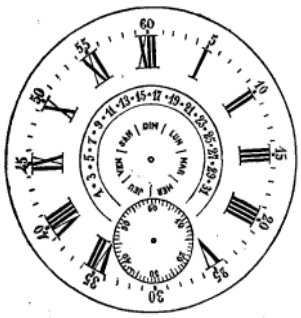
(1) Voy. cahier de Septembre 1879, p. 456.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de dépense de 2 francs, une seconde aiguille marquant les jours de la semaine.

Ces deux aiguilles sont portées par deux roues centrales ayant, pour la première aiguille 45 ou 38 dents, et pour la seconde 21 dents. Ces dents ne sont pas triangulaires comme celles des quantièmes ordinaires, dont le jeu ralentit et quelquefois arrête le mouvement de la montre; mais elles sont arrondies, selon des courbes convenablement étudiées, pour qu'elles n'aient qu'une faible action sur ce mouvement au moment du saut de la dent (1).

D'accord avec ces explications, la fig. ci-contre montre que les cadrans des deux aiguilles sont concentriques à celui des heures. Celui des jours de la semaine est divisé en sept parties égales, sur lesquelles l'aiguille saute avec continuité; mais, l'aiguille des quantièmes du mois ne décrit, chaque 24 heures, que l'angle correspondant à une dent de la roue, soit un quarante-cinquième ou un trente-huitième de circonférence. Les trente et une divisions de son cadran ne correspondent donc qu'à environ 2/3 ou 4/5 de circonférence.



Cette disposition de cadran a plusieurs avantages : d'abord, la lacune qu'elle

(1) On sait que, entre deux sauts consécutifs, la roue d'un quantième, ou d'un compteur, est maintenue immobile par l'action d'un *ressort sautoir*. Habituellement on donne, à la tête de ce ressort, la forme d'un coin obtus qui s'engage entre deux dents consécutives. Alors, pour sauter, chaque dent doit repousser le ressort de toute la différence qui existe entre les distances, au centre de la roue, d'abord de la pointe de la dent, puis de l'angle de la tête du ressort. Pour des roues de même diamètre, la flexion du ressort doit donc être d'autant plus grande que le nombre des dents est moindre. C'est pour ce motif que la roue de 7 d'un quantième est celle dont le saut charge plus le mouvement de la montre.

Quand une roue présente cet inconvénient, on pourrait éviter celui-ci, pour un ressort d'une force donnée, en terminant ce ressort, non pas par un coin obtus, mais bien par un plan, ou même, dans certains cas, par une courbe concave; celle-ci maintiendrait encore la roue immobile, pourvu que son rayon fût plus grand que celui de cette roue.

Cette disposition a dû être imaginée souvent : mais on ne pense pas qu'elle soit entrée dans la pratique de l'horlogerie. Appliquée pour la roue de semaine du quantième de M. Crozet, elle ferait éviter le petit inconvénient qui résulte de ce que, vers minuit, le déplacement de cette roue de 21 dents est produit, non par un saut unique, mais par trois sauts successifs. Il semble probable d'ailleurs que cette forme du ressort s'associerait bien avec l'arrondi des dents de ses roues de 7, arrondi qui facilite le saut et qui empêche que les pointes des dents ne s'émoussent, comme cela se produit si souvent avec des dents triangulaires.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

comporte laisse libre l'emplacement habituel de la trotteuse ; ensuite, malgré cette lacune, le développement du cadran est plus grand que celui des cadrans ordinaires de quantième, ce qui permet d'y employer des chiffres de plus grande dimension.

La roue de 45 dents est adoptée pour les montres d'hommes dans lesquelles on veut faire usage d'une trotteuse de grand rayon, ou dans les pendules de voyage sur le cadran desquelles elle permet de laisser libre le trou du carré du remontoir. (Le dessin de cadran annexé à ce rapport suppose l'emploi de cette roue.)

Pour les montres de dames, et même pour les montres d'hommes ayant des trotteuses de faible rayon, M. Crozet emploie la roue de 38 dents, qui permet d'espacer les dates sur un arc d'une plus grande étendue, et, par suite, d'augmenter la dimension des chiffres.

Naturellement, avec cette disposition de cadran incomplet, le premier de chaque mois on doit faire faire, à l'aiguille, de 14 à 17 ou de 5 à 8 sauts pour l'amener en regard du n° 1 du cadran. C'est là une sujétion du même ordre que celle qui existe dans les quantièmes ordinaires où le cadran du mois est divisé en trente et une parties égales ; car, avec ces derniers, il faut aussi faire sauter l'aiguille après tous ceux des mois qui n'ont pas trente et un jours. Mais la nouvelle disposition offre, dans son emploi, une sécurité plus grande. En effet, quand l'aiguille dépasse le trait 31 du cadran, elle ne marque plus et, par là, on est immédiatement averti que l'on a oublié d'accorder le quantième. Tandis que, avec les cadrans ordinaires, si par inadvertance, après les mois caves, on oublie d'établir l'accord entre l'indication de l'aiguille et le quantième réel du mois courant, rien ne signale cet oubli.

L'emploi de la poussette simple de M. Crozet, poussette dont il a été question dans le précédent Rapport, et les autres dispositions que cet inventeur a adoptées, notamment celle de l'emploi de vingt et une dents pour la roue des jours de la semaine et la taille arrondie des dents, ont permis d'allier un meilleur fonctionnement de la montre avec un extrême bon marché ; cela constitue dans le mécanisme des quantièmes une amélioration sérieuse. Or les indications que donnent ses cadrans, sont celles qu'on a le plus souvent à rechercher : d'abord la date du mois, puis en second lieu, si on le désire, le jour de la semaine. Ces indications pouvant ainsi être données, soit par les montres, soit même par les pendules ordinaires, avec une très-faible augmentation de prix, et cela au moyen de cadrans très-lisibles et ayant un aspect agréable à l'œil, il paraît n'être pas douteux que cette addition ne soit très-appréciée par le public.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En conséquence, Messieurs, le comité des arts mécaniques m'a chargé de vous proposer de remercier M. Crozet de sa très-intéressante communication et d'ordonner l'insertion, dans le *Bulletin* de la Société, du présent Rapport accompagné d'un bois représentant l'aspect du cadran de la montre.

Signé : GOULIER, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 24 octobre 1879.

INSTRUMENTS DE PRÉCISION.

RAPPORT *fait par M.* DE LUYNES, *au nom du comité des arts économiques, sur les* THERMOMÈTRES MÉTALLIQUES *de* M. CORET, *boulevard de Strasbourg*, 31, *à Paris.*

Messieurs, M. Coret a fait des thermomètres métalliques, dont la construction et le réglage sont assez faciles pour qu'on puisse arriver à les exécuter à bon marché et à leur donner une sensibilité très-suffisante.

Ils consistent dans la soudure, bout à bout, de plusieurs tubes concentriques de métaux différents (acier et zinc, par exemple). Les soudures étant alternatives, les différences de dilatation entre les tubes de métaux différents s'ajoutent et donnent au talon du dernier tube une marche suffisante pour que, étant amplifiée par une roue dentée ou par des leviers, elle fasse accomplir à l'aiguille du cadran un déplacement considérable, permettant d'apprécier les fractions de degrés.

Les métaux étant bons conducteurs, les indications de ces thermomètres sont rapides quand la tige métallique est en contact avec un corps dont on veut mesurer la température.

Trois spécimens de cet appareil sont sous les yeux du Conseil : l'un a la forme d'un baromètre anéroïde ; les deux autres présentent une tige plongeante attenant à un cadran.

Mais la véritable et intéressante application de ce système serait dans la construction d'un thermomètre médical, dans lequel les tubes seraient concentrés dans un espace de deux centimètres au plus, pour pouvoir se prêter à toutes les déterminations. M. Coret en a commencé la construction, mais il n'a pu la terminer faute de ressources.

Le comité des arts économiques pense qu'il y aurait un intérêt réel à avoir

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un thermomètre métallique, facile à régler, d'un petit volume et à l'abri de toute chance de rupture.

Il vous propose donc, Messieurs, de remercier M. Coret de sa communication, et de lui accorder votre concours pour lui permettre d'achever la construction de son thermomètre médical.

Signé : V. DE LUYNES, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 25 *juillet* 1879.

COMITÉ DES ARTS ÉCONOMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. DE LUYNES, *sur le* NOUVEAU TORRÉFACTEUR A CACAO *de* M. LAMBERT, *contre-maître de la maison Devinck, rue Saint-Honoré,* 175, *à Paris.*

Messieurs, le cacao, qui par son mélange avec le sucre sert à la préparation du chocolat, doit subir auparavant une certaine torréfaction. Cette opération s'exécute ordinairement dans des appareils analogues à ceux qui servent à brûler le café. Mais, pour obtenir les meilleurs résultats, au point de vue de la qualité du produit, la température à laquelle il convient de soumettre le cacao doit être réglée de telle sorte que l'amande rapidement desséchée, saisie par le feu au commencement de la torréfaction, reste ensuite exposée, pendant un temps convenable, à une chaleur douce et soutenue.

M. Devinck s'était déjà occupé de régler cette température au moyen d'une disposition spéciale de la grille du foyer, et il était arrivé, par l'emploi d'une sonde spéciale, à prélever des échantillons du cacao dans l'intérieur du cylindre torréfacteur sans être obligé de sortir ce dernier du fourneau.

Mais ainsi conduite, la torréfaction était toujours une opération discontinue, c'est-à-dire qu'il était nécessaire d'enlever le cylindre hors du fourneau pour le charger et le vider; ce qui constituait une perte de chaleur et de temps.

M. Devinck s'est donc proposé de trouver une disposition qui lui permît de faire la torréfaction du cacao d'une manière continue, tout en réglant convenablement la température, et on y est arrivé de la manière suivante :

Le cylindre torréfacteur renferme deux vis d'Archimède, l'une placée sur la surface intérieure du cylindre, la seconde située à l'intérieur de la première, et disposées en sens inverse, de telle sorte que les amandes parcourent la première vis en marchant de l'avant à l'arrière du fourneau, tandis

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que dans la vis centrale, le mouvement se produit de l'arrière à l'avant du cylindre.

Un ramasseur de forme spéciale reçoit les amandes, qui arrivent à l'extrémité de la première vis et les déverse dans la spire centrale.

Une ouverture, munie d'une trémie, est placée à l'avant du cylindre et permet d'y introduire les amandes; une autre ouverture, située en dessous de la partie antérieure du cylindre, communique avec la vis centrale et donne issue aux amandes qui ont fini leur course.

Le cylindre étant animé d'un mouvement de rotation, les amandes, introduites par la trémie, parcourent la première vis qui est la plus fortement chauffée; arrivées à l'extrémité, elles sont reçues par le ramasseur qui les fait passer dans la vis centrale où la température est plus douce et, leur course finie, elles tombent dans le réservoir placé devant le fourneau. Les amandes sont chargées à mesure qu'elles sortent après la torréfaction, et ainsi se trouve atteint le double but que l'on cherchait, c'est-à-dire la continuité de la torréfaction et le réglage des températures.

La double vis avait déjà été essayée dans la fabrique de M. Devinck; mais la construction du ramasseur présentait des difficultés qui en ont empêché d'abord l'application, et qui ont été heureusement résolues par M. Lambert.

La nouvelle disposition du torréfacteur permet encore de torréfier, les unes après les autres, des espèces différentes de cacao. Il suffit, en effet, lorsqu'on veut terminer la torréfaction d'un premier lot, de faire tourner le cylindre pendant trois ou quatre tours sans le charger; les spires correspondantes restent vides. On commence alors la charge d'un second lot, et l'interruption qui se manifeste dans la sortie des amandes, indique le moment convenable pour changer le récepteur où elles tombent.

Ce nouveau torréfacteur complète l'outillage déjà si intéressant de la fabrique de M. Devinck, et, comme il est le résultat de la collaboration de plusieurs personnes, et pour la plus grande part de l'invention de M. Lambert, M. Devinck a voulu que le brevet restât la propriété de M. Lambert et du personnel attaché à l'atelier.

Votre comité est d'avis qu'il y a lieu de remercier M. Lambert de son intéressante communication et d'ordonner l'insertion du présent Rapport au *Bulletin*.

Signé : V. DE LUYNES, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 15 *novembre* 1878.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMITÉ DES ARTS ÉCONOMIQUES

RAPPORT *fait par* M. HENRI PELIGOT, *au nom du comité des arts économiques, sur un* NOUVEAU CROCHET POUR PORTER LES FARDEAUX, *inventé par* M. SCHERPEREEL, *rue Ducouédic, 27, à Paris.*

M. Scherpereel a soumis à l'examen de la Société un crochet porte-fardeau de son invention.

Ce petit instrument comporte un certain nombre de dispositions spéciales assez ingénieuses, qui méritent d'être signalées.

1° A l'aide d'un jeu de coulisses on peut lui donner une hauteur de 1^{m},30 à 1^{m},40, tandis qu'il n'a que 0^{m},70 quand il est fermé.

Il peut donc aussi bien servir à un homme qu'à un enfant, et l'on n'a pas besoin de recourir aux allonges comme on est forcé de le faire avec les crochets ordinaires, quand on doit s'en servir pour porter des fardeaux élevés, tels que les glaces, les cadres, etc.

2° Il est muni d'un plateau formant boîte, qui sert de support à la charge. Cette boîte peut recevoir le livre d'expédition, de la ficelle et même de menus outils, tels que marteau, pince, tenaille, etc. Le plateau-boîte est à charnière; on peut donc le relever contre les montants quand on ne se sert plus de l'appareil.

3° Pour les fardeaux lourds, on y adapte un support semblable à ceux des crochets ordinaires. Ce support est mobile; on le fixe aux montants à l'aide de crochets en fer qui viennent s'engager dans de fortes vis.

Des vis placées à différentes hauteurs dans les montants permettent de varier la hauteur des supports, de manière à répartir la charge suivant sa nature.

4° Par suite de la disposition du plateau-boîte et de la mobilité du support supplémentaire, on peut, quand on n'a plus à se servir de l'appareil, le plier de manière qu'il ne paraisse plus se composer que des montants principaux, ce qui permet de l'emporter plus commodément que les crochets ordinaires. Il a donc l'avantage d'être moins embarrassant que ces derniers.

Le crochet imaginé par M. Scherpereel nous paraît de nature à rendre des services, surtout pour quelques industries spéciales qui ont à supporter des charges de poids et de hauteurs très-variables, que l'on confie tantôt à des ouvriers, tantôt à de jeunes apprentis.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Son prix n'est d'ailleurs pas plus élevé que celui des crochets ordinaires.

Votre comité vous propose, en conséquence, de remercier M. Scherpereel de sa communication et d'insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Signé : H. PELIGOT, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 11 *juillet* 1879.

ARTS CHIMIQUES.

SUR QUELQUES PROPRIÉTÉS DES GLUCOSES, PAR M. EUG. PELIGOT.

« Je me propose d'entretenir l'Académie de quelques expériences que j'ai faites sur les produits qui résultent de l'action des alcalis sur les glucoses. On sait que cette action fournit l'un des caractères qui distinguent le mieux ces corps d'avec le sucre ordinaire, la saccharose : celle-ci se combine intégralement avec les bases et donne des sucrates de chaux, de baryte, de plomb, etc., dont il est facile de la retirer. Dans les mêmes conditions, les glucoses subissent des modifications profondes ; elles donnent naissance à deux acides : l'acide glucique, dont la composition ne diffère de celle des glucoses que par l'élimination d'une certaine quantité d'eau, et l'acide mélassique, qui colore fortement les liqueurs et qui offre quelques-uns des caractères des composés ulmiques. J'ai fait connaître ces produits et j'en ai ébauché les principaux caractères dans le travail sur *la nature et les propriétés chimiques des sucres*, que je soumettais en 1838 au jugement de l'Académie ; je viens aujourd'hui ajouter à cette étude quelques faits nouveaux.

« La glucose provenant de la saccharification de l'amidon, ainsi que le sucre interverti par les acides, se combine avec la chaux, en donnant naissance à des composés éphémères qui se transforment rapidement en d'autres produits ; la chaux éteinte se dissout en grande quantité dans de l'eau tenant en dissolution 15 à 20 pour 100 de glucose : la liqueur est d'abord très-fortement alcaline ; mais cette alcalinité s'affaiblit journellement, ainsi qu'il est facile de s'en assurer en titrant de temps à autre cette liqueur avec l'acide des essais alcalimétriques. La dissolution prend une coloration brune de plus en plus foncée ; il s'y dépose à la longue une substance d'un jaune chamois, ayant parfois un aspect cristallin ; ce même précipité, plus fortement coloré, se produit immédiatement sous l'influence de la chaleur ; à la température de l'ébullition, il devient très-abondant ; la liqueur filtrée perd son alcalinité : elle devient sensiblement neutre au papier de tournesol.

« Dans ces conditions, la glucose donne naissance au glucate de chaux, dont une partie reste dissoute et peut être séparée par le sous-acétate de plomb, tandis que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'autre partie se précipite à l'état de glucate tribasique, peu soluble dans l'eau et coloré en brun par une certaine quantité d'acide mélassique qui s'est formé en même temps. Mais ces produits ne sont pas les seuls qui résultent de l'action des alcalis sur la glucose : il se fait, en même temps, une substance complémentaire dont la formation me semble jeter quelque lumière sur la constitution des matières sucrées et peut-être aussi sur quelques points concernant l'analyse, aujourd'hui si importante, des sucres commerciaux.

« Cette substance, dont la production m'avait échappé, comme elle avait échappé aux chimistes qui, depuis quarante ans, se sont occupés des glucoses et des saccharoses, est assez difficile à dégager des produits qui l'accompagnent : j'estime même qu'elle resterait encore à découvrir si le hasard ne m'était pas venu en aide. M'étant proposé, il y a quelques années, de reprendre l'étude un peu délaissée de l'acide glucique, j'ai trouvé, dans une sorte de mélasse provenant de sa préparation, des prismes parfaitement nets, que j'ai considérés d'abord comme étant formés par cet acide, lequel, comme on sait, n'a pas encore été obtenu sous cet état. La prédilection que j'ai toujours eue pour les corps qui cristallisent m'a conduit à faire de nombreuses tentatives dans le but de reproduire ces cristaux, que j'obtiens aujourd'hui par plusieurs procédés d'une exécution simple et facile.

« Cette substance se présente sous la forme de magnifiques cristaux qui, d'après l'examen qu'a bien voulu en faire notre savant confrère M. Des Cloiseaux, dérivent du prisme droit rhomboïdal. Sa composition est fort remarquable ; c'est la composition du sucre ordinaire, de la saccharose ; elle est, par conséquent, représentée par la formule

$$C^{12} H^{11} O^{11}.$$

« Mais cette matière n'est pas du sucre ; en présence de la levûre de bière elle ne fermente pas ; sa saveur n'est nullement sucrée ; elle est presque nulle, avec un arrière-goût d'amertume qui rappelle celui de sel de Glauber. Ainsi, le problème tant cherché de la transformation de la glucose en sucre ordinaire n'est pas résolu ; ce n'est encore qu'un isomère. Je donne à ce corps le nom de *saccharine*.

« On sait qu'il existe déjà plusieurs substances dont la composition est la même que celle du sucre ordinaire : tels sont le sucre de lait, la mélitose et la tréhalose de M. Berthelot; mais ces produits renferment de l'eau de cristallisation ; de plus, leur origine et l'ensemble de leurs caractères ne permettent pas de les confondre avec la saccharine.

« Cette substance est assez peu soluble dans l'eau froide ; 100 parties d'eau en dissolvent environ 13 parties à 15° ; elle se dissout en grande quantité dans l'eau bouillante ; elle est douée d'une stabilité bien inattendue ; elle est, en grande partie, volatile ; l'acide azotique agit peu sur elle ; traitée par cet acide marquant 36° au pèse-acide de Baumé, elle se retrouve en presque totalité dans le liquide qu'on a sou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mis à l'évaporation ; l'acide sulfurique concentré la dissout à chaud sans paraître l'altérer sensiblement. Enfin, la liqueur tartro-alcaline de cuivre n'est réduite par ce corps qu'à l'aide d'une ébullition prolongée.

« Je n'ai pas encore déterminé son action sur la lumière polarisée, n'ayant eu à ma disposition que des quantités assez faibles de matière. C'est là pourtant un caractère fort essentiel à connaître, la saccharine pouvant se rencontrer dans quelques-uns des produits de l'industrie sucrière, notamment dans ceux obtenus par les procédés d'osmose qu'on doit à M. Dubrunfaut.

« La préparation de ce corps se fait de la manière suivante :

« Dans une dissolution de glucose et de chaux, qu'on a fait bouillir et que l'on a soumise à la filtration (pour séparer le précipité jaune brun dont il a été question ci-dessus), on ajoute la quantité d'acide oxalique nécessaire pour précipiter la chaux à l'état d'oxalate calcaire. En filtrant pour séparer ce dernier corps et en évaporant à consistance sirupeuse, on obtient, au bout d'un temps plus ou moins long, un magma cristallin qu'on reçoit sur un filtre ; celui-ci retient la matière solide empâtée dans une sorte de mélasse qu'on fait absorber par du papier non collé. Lorsqu'on a sous la main des eaux mères fournies par des cristallisations antérieures, on abrège beaucoup le temps nécessaire pour la préparation de la saccharine. Les cristaux, obtenus à l'état brut, sont redissous dans l'eau chaude, et la liqueur jaunâtre qui les renferme est décolorée par une petite quantité de noir animal. Par évaporation spontanée, cette dissolution donne des prismes très-volumineux de saccharine. Je ne connais pas de substance qui cristallise plus facilement lorsqu'elle a été amenée à un état convenable de pureté.

« On peut encore préparer la saccharine en dialysant la dissolution dont je viens d'indiquer la préparation ; le produit cristallisable passe dans l'eau que l'on a introduite dans le vase inférieur.

« Enfin, lorsqu'on ajoute du sous-acétate de plomb à une dissolution neutre de glucate de chaux et de saccharine, on obtient un précipité de glucate de plomb tribasique ; dans la liqueur filtrée, dont on a séparé ce corps, l'acétate de plomb ammoniacal fournit un nouveau dépôt qui consiste en une combinaison basique d'oxyde de plomb et de saccharine. Ce dépôt est décomposé par l'acide sulfhydrique ou par l'acide sulfurique ; la liqueur qu'on obtient fournit des cristaux de saccharine.

« Il est facile de se rendre compte des conditions dans lesquelles la saccharine se produit ; l'opinion, généralement admise aujourd'hui, que les matières sucrées doivent être considérées comme étant des alcools polyatomiques, ne me paraît pas confirmée par la production de ce nouveau corps. L'action de la chaux sur la glucose serait un simple phénomène de déshydratation, l'acide glucique et la saccharine ne différant de la glucose que par l'élimination d'un certain nombre d'équivalents d'eau. A mon avis, il s'agit d'une véritable saponification, analogue à celle que subit un corps gras neutre, lorsque, conformément aux mémorables travaux de M. Chevreul,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

il donne naissance à un savon et à de la glycérine. Une étude plus complète des propriétés de la saccharine nous apprendra si cette substance ne doit pas être elle-même rangée dans la classe si nombreuse des produits alcooliques. »

(*Comptes rendus de l'Académie des sciences.*)

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1878.

NOTICE SUR L'AUSTRALIE DU SUD, PAR M. JOSIAH BOOTHBY, COMMISSAIRE SPÉCIAL EXÉCUTIF.

Position géographique.

La partie du continent australien bornée, du côté oriental, par le 141e dégré de longitude Est, du côté septentrional, par le 26° degré de latitude Sud, du côté occidental, par le 132e degré de longitude Est, et du côté méridional par l'Océan méridional, a été constituée en province britannique par acte du Parlement, sous le nom de South-Australia (Australie du Sud). La superficie contenue dans ces bornes, est estimée à environ 300 000 milles carrés. En 1861, le territoire connu sous le nom de « Noman's-Land » (terre n'appartenant à personne) d'une superficie d'environ 80 000 milles carrés, et situé entre les bornes de l'Australie de l'Ouest et de l'Australie du Sud y a été ajouté, de manière que la limite occidentale s'est étendue jusqu'au 129e degré de longitude Est.

Tout le territoire Nord du 26e parallèle de latitude Sud, et entre les 129e et 138e degrés de longitude Est, a aussi été annexé à l'Australie du Sud, sous le nom du « Northern-Territory » (territoire Septentrional). Actuellement, la limite Septentrionale est l'Océan indien (latitude 11° S.); la limite Occidentale, l'Océan du Sud (latitude 38° S). La province de l'Australie du Sud s'étend ainsi sur 27 degrés de latitude et 12 degrés de longitude, et forme la plus vaste de toutes les colonies britanniques. L'étendue en est au-delà de 900 000 milles carrés.

Deux grands golfes découpent la côte méridionale. Le plus oriental, le golfe de Saint-Vincent, s'étend intérieurement à 85 milles vers le Nord, tandis que le plus grand, le golfe de Spencer, s'étend vers le Nord-Est à 180 milles. Ces golfes ont chacun une largeur moyenne de 30 et de 50 milles, et tous les deux se rétrécissent vers leur extrémité septentrionale. Le golfe de Saint-Vincent est à l'abri de l'île Kangaroo. Cette île, large de 90 milles, est située vers le midi du golfe et laisse deux grands passages, l'un de l'Occident par le détroit d'Investigateur, et l'autre de l'Orient par le passage de Backstairs, qui a 8 milles de largeur.

Les principales contrées agricoles et minérales de la colonie avoisinent ces deux golfes, dont les côtes, d'une longueur de 780 milles, sont, pour la plupart, tout à fait à l'abri de la houle de l'Océan. Plus de cinquante ports permettent aux fermiers d'embarquer

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

leurs produits à peu de frais. Ces golfes sont entrecoupés par la presqu'île de Yorke (d'une longueur de 120 milles et d'une largeur de 20 milles), sur laquelle il y a une grande quantité de cultures et où sont situées les principales industries minérales.

Adélaïde, le chef-lieu de la province, est située à une distance d'environ 5 milles de la côte orientale du golfe de Saint-Vincent (dans la latitude 34° 57′ S. et la longitude 130° 38′ E.), et Port-Adélaïde, le premier port de la province, est à peu près à 7 milles au Nord-Ouest du chef-lieu. Un chemin de fer réunit les deux villes.

Gouvernement.

La Constitution donnée à la colonie de l'Australie du Sud a été proclamée le 24 octobre 1856, jour où l'assentiment de la reine à l'acte de Constitution n° 2, de 1855-56 fut reçu dans la colonie. D'après cette loi, le Parlement est composé de deux Chambres : le Conseil législatif et l'Assemblée. 18 membres siègent à la première Chambre et 46 à la seconde. Le nombre d'arrondissements électoraux est de 27.

Le Conseil législatif qui ne peut être dissous par le gouverneur, est élu au scrutin. La colonie entière ne forme qu'un arrondissement électoral pour ces élections. Chaque membre est élu pour 12 ans. Tous les quatre ans, les 6 membres qui ont siégé le plus longtemps donnent leur démission. Chaque membre du Conseil législatif doit être âgé de trente ans au moins. Il faut aussi qu'il soit sujet de la reine et qu'il ait demeuré au moins 3 ans dans la province. Chaque électeur pour le Conseil législatif doit avoir 21 ans au moins, être sujet de naissance ou naturalisé de la reine, et doit être inscrit sur la liste électorale au moins 6 mois d'avance. Il faut, en plus, qu'il possède une propriété foncière libre d'une valeur de 1,250 francs, ou un fermage de la valeur annuelle de 500 francs avec 3 ans de bail ou un droit d'acheter, ou enfin qu'il demeure dans une maison dont le loyer s'élève à plus de 625 francs par an. Le nombre des votants pour le Conseil législatif est de 19 058, soit 40 pour cent de la population mâle adulte.

L'Assemblée, qui peut être dissoute par le gouverneur, est élue pour 3 ans, et 22 arrondissements y sont représentés. L'acte de Constitution n'impose d'autre obligation pour les membres de l'Assemblée, que celle d'être électeurs. Tout homme âgé de 21 ans et dont le nom a été inscrit pendant six mois sur la liste électorale est électeur. Le nombre total d'électeurs pour l'Assemblée est de 36 389, soit 75 pour 100 de la population mâle adulte.

Le gouvernement responsable est dans les mains de six ministres, membres de la législature, qui forment le cabinet, et qui sont *ex officio* membres du conseil exécutif. Les titres de ces ministres sont le secrétaire en chef, l'avocat général, le trésorier, le commissaire des terres de la couronne et et de l'immigration, le commisaire des travaux publics et le ministre de l'instruction publique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Population.

On a estimé la population de la colonie, à la fin de 1877, à 237 000 âmes, dont 123 000 hommes et 114 000 femmes ; soit une augmentation de 12 000 personnes sur l'année précédente, dont 8 000 proviennent de l'immigration.

Les habitants de la ville d'Adélaïde sont au nombre d'environ 65 000. A peu près 75 pour 100 de la population entière de la colonie demeurent dans les provinces et sont employés directement ou indirectement à cultiver la terre ou dans des industries minérales et pastorales.

55 pour 100 de la population sont nés dans la colonie, 25 pour 100 en Angleterre, 8 pour 100 en Irlande et 12 pour 100 en Allemagne et en Ecosse. La proportion d'hommes et de femmes, dans les régions habitées, est à peu près égale.

Environ 85 pour 100 de la population entière appartiennent aux cultes protestants. Les 15 pour 100 en plus sont catholiques. L'église anglicane est représenté par 27 pour 100.

Sans compter les enfants de moins cinq ans, 75 pour 100 de la population savent lire et écrire, 14 pour 100 ne savent que lire, et 10 pour cent ne savent ni lire ni écrire. De la jeunesse de 15 à 21 ans, 91 pour 100 savent lire et écrire, 6 pour 100 ne savent que lire, et seulement 3 pour cent sont tout à fait ignorants.

Le nombre annuel des naissances s'élève, en moyenne, à 37 pour mille de la population. Le nombre des mariages enregistrés en 1876 a été de 1,852.

Le nombre moyen des décès annuels est de 15 pour mille, contre 22 pour mille en Angleterre.

Immigration et émigration.

En 1876, 13 841 personnes sont arrivées dans la colonie, et 4 995 l'ont quittée ; la population ayant été ainsi augmentée de cette source, de 8 846 personnes. La somme votée par le Parlement pour l'immigration pendant l'année 1878 a dû suffire pour fournir à peu près 5 000 adultes, soit 400 par mois.

Dans la position actuelle des industries sud-australiennes, une augmentation de la population adulte est absolument nécessaire. Cette ressource additionnelle sera aisément absorbée par la population sans nuire aux intérêts sociaux.

Éducation.

En vertu du nouvel Acte de 1876, la direction de l'instruction publique a été donnée à un conseil avec un président appointé et des employés placés directement sous les ordres du ministre de l'instruction publique, membre du cabinet. L'enseignement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est laïque, mais non à l'exclusion de la Bible, gratuit pour ceux qui ne peuvent payer une somme minime, et enfin obligatoire. On a, en outre, voté des fonds pour établir des écoles modèles et pour former des professeurs, pour instituer des jurys d'examen, chargés de classer les professeurs et d'accorder des bourses.

Afin de favoriser le développement de l'instruction, on a récemment affecté aux dépenses du département de l'instruction publique, paiement des professeurs, etc., une somme annuelle de 1 500 000 francs et une somme pareille pour la construction d'écoles publiques ; 48 000 hectares de propriétés de l'Etat ont été en plus concédés au conseil, et une réserve de 2 400 hectares a été faite pour l'avenir. A l'Université d'Adélaïde, on concède annuellement 5 pour 100 sur toutes les sommes données par des particuliers à l'Université, part qui représente aujourd'hui au-delà d'un million de francs; on lui accorde, en outre, une dotation de 20 000 hectares de terre. L'entretien des Instituts, salles de lecture, librairies publiques et bâtiments adjoints, coûte la somme de 1 250 000 francs.

Culte public.

Dès la fondation de l'Australie du Sud, on a proclamé la liberté des cultes sous le contrôle de l'Etat. Le nombre d'églises et autres édifices affectés au culte est de 1876.

Le nombre d'écoles pour l'instruction religieuse est de 525. Elles sont fréquentées par 35 671 enfants, et l'instruction est donnée par 4 650 professeurs.

Justice.

Les tribunaux de la colonie comprennent le tribunal suprême où siègent un juge chef et deux autres juges ; le tribunal de la vice-amirauté, dont le juge chef est président ; la cour des faillites, dont le président a le nom de commissaire ; enfin des tribunaux locaux de juridiction civile dont les présidents sont des magistrats payés, et des tribunaux de police.

On trouve dans toutes les villes principales de la province des tribunaux locaux de juridiction civile.

Le nombre annuel des jugements rendus par le tribunal suprême a été, en moyenne, de 72 dans les trois dernières années, soit seulement de un par 3 000 âmes.

Propriété foncière.

La loi connue sous le nom de « Real property act of South Australia » donne au public le moyen de procéder à la cession des propriétés foncières aussi facilement et à aussi bon marché que s'il s'agissait de toute autre affaire commerciale. Dans un pays

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

où presque tout le monde est propriétaire, ou a des intérêts dans des propriétés foncières — soit comme vendeur ou acquéreur, comme loueur ou locataire, débiteur sur hypothèque ou créancier hypothécaire, — on comprend qu'il se fasse tous les jours des affaires en biens-fonds. On peut dire qu'il est tout à fait exceptionnel pour un Sud-Australien de ne pas être plus ou moins intéressé personnellement dans les affaires de propriétés foncières. La valeur totale des propriétés soumises à la loi dépasse 250 millions de francs.

Emprunts pour travaux publics.

La sanction législative a été accordée, de temps en temps, à des emprunts destinés à des travaux publics productifs, tels que chemins de fer, tramways, établissements pour la distribution des eaux, télégraphes, améliorations de ports, etc. Le montant de la dette publique, au 31 décembre 1876, était de 95 927 500 francs, ce qui représente par tête la somme de 425 francs. En revanche, une somme de 82 668 700 francs reste due au gouvernement pour 912 496 hectares de terre vendus à crédit.

Les premiers emprunts ont été émis à 6 pour 100 d'intérêt, mais les derniers ne rapportent que 4 pour 100. Le prix des 4 pour 100 Sud-Australiens est en ce moment à environ 97. L'intérêt et le remboursement sont payables à Londres le 1er janvier et le 1er juillet de chaque année. Le cours des obligations est généralement de 30 ans.

Banques.

Il y a sept banques dans la province, et elles ont toutes des établissements dans les ports et villes principaux.

La banque d'épargne, dirigée par un conseil de directeurs nommés par le gouverneur, se compose de 32 établissements. Le nombre total des déposants est de 36 320 ; la somme moyenne au crédit de chacun est de 900 francs. Les versements de l'année 1876 ont monté à 12 715 175 francs et les fonds de la banque à 24 571 425 francs, qui sont placés principalement dans les fonds du gouvernement et sur hypothèques de propriétés foncières libres. Dans l'Australie du Sud, 10 pour 100 de la population déposent dans les caisses d'épargne.

La terre et son affectation.

La superficie totale de l'Australie du Sud est d'environ 900 000 milles carrés, dont un peu moins du quart est utilisé. L'agriculture ne s'étend pas jusqu'à présent à plus de 150 milles des côtes de la mer, mais les éleveurs de moutons (dits *squatters*) ont dernièrement loué de grandes contrées découvertes par des explorations récentes, et situées pour la plupart le long de la ligne du télégraphe trans-australien. Selon les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

explorateurs, ces contrées seraient capables de fournir d'abondants pâturages. On a créé jusqu'à présent 35 comtés, dont la superficie totale est de 55 471 milles carrés. Sur ce chiffre, 2 735 566 hectares seulement ont été vendus par le gouvernement; ce qui représente 12 hectares par tête dans la colonie. A peu près 20 pour 100 des terres vendues sont cultivées; le reste sert à l'élevage des moutons. Le gouvernement fait ses ventes après expertise, et divise les terres en fermes de 32 à 400 hectares en faisant les réserves nécessaires pour les chemins de fer, les chemins publics, les puits, etc. On met de 20 000 à 40 000 hectares de ces terres en vente en même temps. La superficie totale des terres affectées à l'élevage des moutons au-delà des comtés susdits est estimée à 188 000 milles carrés.

Agriculture.

Deux tiers de la superficie totale cultivée sont semés avec du froment; la récolte s'est faite sur 433 492 hectares pendant l'année 1877. La culture du froment a augmenté de plus de cent pour cent dans les dix dernières années.

Actuellement, cette industrie est la plus importante de l'Australie du Sud. Les blés de la colonie ont gagné les premiers prix à toutes les expositions universelles et se vendent toujours à Londres à des prix plus élevés que ceux de tout autre blé. On a exporté, en 1876, pour une somme d'environ 50 millions de francs de blé, quoique la récolte n'ait pas été bonne.

La viticulture est une industrie importante qui fait beaucoup de progrès. Plus de 2 000 hectares de terre y sont consacrés. La récolte de ces vignobles pour l'année se terminant en mars 1876, a été de 33 777 hectolitres de vin, soit à peu près 17 hectolitres par hectare. Les premiers colons n'ont pas été longtemps à découvrir que le sol et le climat de l'Australie du Sud étaient favorables à la culture de la vigne; aussi plusieurs d'entre eux ont-ils fait venir d'Europe des pieds de vigne de plusieurs espèces et de qualité supérieure. Les versants des collines produisent des vins corsés semblables à ceux de l'Espagne et du Portugal, pendant que ceux des contrées plus élevées ressemblent aux vins plus légers, clairs, de Bourgogne, de Bordeaux et du Rhin. La demande coloniale est fournie à des prix très-réduits, et on envoie aux autres colonies et en Angleterre une grande quantité de vins d'un meilleur caractère. Les vins de l'Australie du Sud ont obtenu des prix à toutes les grandes Expositions universelles.

La culture du lin a été commencée dans plusieurs fermes avec des résultats très-encourageants. Les prix obtenus sur les marchés européens donnent à espérer que cette industrie aura un grand succès.

On a aussi commencé à sécher les raisins et les corinthes; il y a tout lieu de croire qu'on en fera bientôt un commerce avec l'Europe.

Les amandiers poussent très-vite; de grandes quantités d'une espèce supérieure

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'amandes à écales fines sont cueillies, chaque année, pour la consommation coloniale et européenne.

L'Australie du Sud possède toutes les conditions favorables à la culture de l'olive. L'huile d'un caractère superfin et très-délicat, fabriquée avec les olives sud-australiennes, a remporté des prix à l'Exposition de Philadelphie. Sa pureté et sa supériorité lui assurent la prééminence sur les marchés australiens. Les produits des plantations sont achetés avec empressement par les fabricants.

Bétail.

En 1851, la superficie totale des terres louées par l'Etat pour l'élevage des moutons a été de 15 000 milles carrés. Actuellement, il n'y en a pas moins de 200 000 milles carrés. Dans le même espace de temps, le nombre de chevaux s'est accru de 6 500 à 110 000 ; de bêtes à cornes de 75 000 à 220 000 et de moutons de 1 000 000 à plus de 6 000 000. L'exportation de la laine s'est élevée de 4 000 à 126 000 balles par an. La valeur de la laine exportée en 1876 a été d'environ 47 000 000 de francs.

Fabriques.

Il y a quelques années, les moulins et les tanneries étaient les seules fabriques du pays. Depuis lors il a été créé : 85 moulins à farine marchant à la vapeur et représentant une force de 1 500 chevaux ; 4 fabriques de conserves de viande ; 8 raffineries ; 60 tanneries ; plusieurs grandes usines pour le lavage de la laine ; 10 fabriques de savons et de bougies ; 5 fabriques de noir d'os ; 2 fabriques de colle ; 31 scieries à vapeur ; 27 fonderies ; 86 fabriques de machines agricoles (principalement moissonneuses et vanneuses) ; 29 fabriques de voitures, charrettes et wagons ; une fabrique d'étoffes de laine ; 6 fabriques de vêtements ; 4 de chapeaux ; 12 de chaussures ; 4 teintureries ; 3 moulins à lin ; 3 corderies ; 2 fabriques de brosses ; 29 brasseries ; 30 fabriques d'eau de seltz ; 102 de vins ; 10 de biscuits ; 10 de confitures ; 7 de bonbons ; 6 de fruits confits ; 3 d'huile d'olives et 1 de glace. Il y a en plus 5 cales brevetées, 8 chantiers de bâtiments et 12 de petits bateaux. Plusieurs carrières de marbres et d'ardoises de très-bonne qualité, et plus de 100 carrières de pierres à bâtir ont été ouvertes.

La colonie possède 8 usines à gaz, dont 2 à Adélaïde, 1 à Port-Adélaïde, et les 5 autres dans les principales villes de province.

Commerce d'importation et d'exportation.

Le commerce d'importation et d'exportation, pris ensemble, s'est élevé, en 1876, à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

237 1/2 millions de francs, dont 115 millions pour les exportations et 122 1/2 pour les importations.

Plus de moitié des importations, soit 65 322 175 francs a été fournie par le Royaume-Uni. Quant aux exportations, l'Angleterre en a reçu pour une valeur de 66 375 525 francs.

Le blé et la farine seuls ont fourni à l'exportation pour 49 717 900 francs,la laine pour 38 681 700, et le cuivre pour 15 069 300 francs.

La farine et le blé de l'Australie du Sud obtiennent les premiers prix sur tous les marchés du monde. La plus grande partie de la moisson est envoyée au Royaume-Uni.

Routes publiques.

Il y a 3 113 milles de routes publiques dans les contrées habitées. Dans les vingt dernières années, on a consacré 43 750 000 francs à ces travaux, et à 5 millions de francs près, toute la dépense a été supportée par les revenus généraux, sans qu'il ait été nécessaire de créer aucun impôt ou octroi spécial. Le nombre total de milles macadamisés est de 1 013. Outre les grandes routes, il y a autant de milles de petites routes et de rues construites et réparées par les municipalités locales au moyen des revenus des impôts locaux, etc.

Phares.

Les côtes de l'Australie du Sud sont bien éclairées. On a bâti des phares de première classe sur les caps Borda et Willowghby, sur les îles Kangarou et Trowbridge, et à l'entrée de Port-Adélaïde dans le golfe de Saint-Vincent ; sur les dunes de Tipara dans le golfe de Spencer et sur les caps Jervis, Jaffa et Northumberland. Il y a, en outre, plusieurs petits phares. Les frais d'entretien de tous ces phares, en 1876, ont été de 154 275 francs.

Chemins de fer.

Le nombre de milles de chemins de fer ouverts dans la colonie est de 334, dont 32 appartiennent à des compagnies privées. Par autorisation du Parlement, on est en train d'en construire 512 milles de plus. Les recettes des chemins de fer du gouvernement en 1876 se sont élevées à 5 029 775 francs, et les dépenses à 4 159 525 francs. Jusqu'au 31 décembre 1876, les recettes totales de toutes les lignes ont produit 54 426 725 francs, et les dépenses ont été de 48 156 000 francs.

Télégraphes.

L'Australie du Sud étant la plus occidentale des grandes colonies australiennes, est,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par conséquent, le premier port d'arrivée et le dernier de sortie des paquebots-poste européens et asiatiques. Elle a donc dû, dès les premiers temps, faire tous ses efforts pour se relier télégraphiquement avec Melbourne, Sydney, Brisbane, Perth et Port-Darwin. Quant à la communication télégraphique directe entre Adélaïde, Paris et Londres, elle n'a pas hésité, sans l'aide des autres colonies australiennes, à ses propres frais et risques, à établir le fil télégraphique à travers tout le continent australien, désert inconnu, représentant une distance de 2200 milles (environ 3800 kilomètres). Cette œuvre gigantesque a coûté plus de 10 millions de francs, mais la dépense a été bien justifiée par les grands avantages que l'entreprise a procurés.

A la fin de 1876 il y avait 112 stations et 3646 milles (environ 6200 kilomètres) de lignes télégraphiques) ouvertes dans la colonie; plusieurs autres lignes sont en construction.

Le télégraphe réunit à présent Adélaïde avec Victoria, la Nouvelle-Galles du Sud, le Queensland, la Tasmanie, la Nouvelle-Zélande, et l'Australie de l'Ouest.

Climat et Météorologie.

Le climat de l'Australie du Sud est d'une sécheresse extraordinaire; la chaleur, sauf les jours où règne le vent chaud, est très-supportable. Quand ce vent souffle, le thermomètre s'élève à 38 ou 39 degrés C., ce qui n'empêche pas les habitants de faire leurs affaires l'été comme l'hiver.

Les mois où il fait le plus chaud sont décembre, janvier et février, où le thermomètre souvent dépasse 38 degrés C. Il fait également très-chaud aux mois de novembre et de mars, mais la chaleur ne dure jamais longtemps. A cette époque, les grandes chaleurs sont suivies tout d'un coup d'un temps frais et même froid. On a quelquefois de la chaleur en octobre, mais même les plus grandes chaleurs d'été sont traversées par des temps frais et agréables. Les nuits sont généralement fraîches, mais sans être froides. Après le mois de mars la température baisse rapidement. Les mois les plus froids sont juin, juillet et août, dont la température moyenne est d'environ 11° C.

Sauf une douzaine de jours par an, le climat offre à l'Européen tout ce qu'il peut désirer : ciel bleu et clair, soleil, temps doux et agréable, varié par un peu de pluie et d'humidité de temps en temps; heureusement que les orages et ouragans des tropiques n'approchent jamais de ce coin de terre paisible. Les brouillards et les neiges de l'Angleterre y sont ignorés; il en est de même des tremblements de terre qui sont presque inconnus. Ici la nature fournit abondamment tout ce qui est nécessaire à la santé de l'homme et tout ce qui peut alimenter les industries de la paix. On a pu juger, à l'Exposition universelle de 1878, des progrès accomplis par l'Australie du Sud dans les quarante années qui se sont écoulées depuis sa fondation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Produit des poules en France. — La France nourrit environ 40 millions de poules qui, au prix moyen de 2 fr. 50, représentent 100 millions de francs.

De ces 40 millions de poules, on en réforme annuellement un cinquième pour la consommation, d'où un premier produit en viande de 20 millions.

Chaque année également on réforme 5 millions de coqs qui reçoivent la même destination, ce qui, en prenant la même base de prix, fournit un deuxième produit de viande de 12 1/2 millions.

De nos 40 millions de poules naissent annuellement 100 millions de poulets, sur lesquels il convient de prendre 10 millions de producteurs destinés à remplacer les ascendants qui ont été sacrifiés.

En tenant compte des accidents et maladies évalués à 1/10, on reste alors en face d'un nombre de 80 millions de poulets qui, vendus à 1 fr. 50 la pièce, donnent un troisième profit de 120 millions de francs.

Afin de se rendre un compte exact de la situation, il importe d'ajouter aux chiffres ci-dessus une somme de 6 millions représentant la plus-value des chapons et des poulardes.

On a donc, au total, un produit de 158 millions et demi.

Mais ce n'est pas tout. Les 40 millions de poules pondent, en moyenne, chacune 100 œufs par an, ce qui donne un total de 4 milliards d'œufs qui, à 0 fr. 06 pièce, représentent 240 millions de francs.

En somme, le produit de nos basses-cours donne lieu à un mouvement commercial de près de 400 millions.

(*Bulletin de la Société d'agriculture de Caen.*)

Conditions économiques de l'exploitation de la houille en France et dans les pays voisins. — M. Vuillemin, directeur des mines d'Aniche, donne sur cette importante question les renseignements intéressants qui suivent :

Un ouvrier mineur, dans le Nord et le Pas-de-Calais, ne produit annuellement que 152 tonnes de houille, tandis que dans le bassin de Durham (Angleterre), il en produit 333 ou plus du double.

Le prix de revient d'une tonne de houille mise sur rail est, dans le Nord et le Pas-de-Calais, de 10 fr. 89, tandis qu'il n'est, dans le bassin de Durham, que de 6 fr. 18.

Ces chiffres montrent, d'une manière frappante, l'état d'infériorité de nos houillères comparées à celles de l'Angleterre, état qui tient entièrement à la nature géologique des gisements.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En ce qui concerne la main-d'œuvre, on sait que, pendant la crise houillère de 1872-1873, les salaires des ouvriers mineurs furent partout augmentés d'environ 50 pour 100 en France comme en Angleterre, en Belgique et en Allemagne; mais dans ces pays voisins, les salaires sont réduits aujourd'hui au-dessous de ce qu'ils étaient avant la crise. En Belgique, par exemple, de 7 francs par jour, le salaire est tombé à 3 fr. 50 et même à 3 francs; en Angleterre, la moyenne des réductions de salaires a été plus grande que la moyenne des augmentations de 2,87 pour 100, c'est-à-dire que le salaire des mineurs anglais est inférieur en moyenne de 2,87 pour 100 à ce qu'il était en 1871 avant la crise. En France, au contraire, on peut avancer que les salaires n'ont pas diminué de plus de 10 pour 100.

(*Bulletin du comité des forges.*)

Sur l'industrie de la bière en Europe. — Cette industrie est, comme on le pense, considérable et se développe tous les jours davantage. Voici, par exemple, quels sont les chiffres approximatifs de la production pour 1876 :

	Hectolitres.	Nombre de brasseries.	Consommation en litres par tête.
Grande-Bretagne.	47 000 000	26 214	143
Allemagne.	40 187 700	23 940	94
États-Unis.	14 978 800	3 293	38
Autriche.	12 176 900	2 448	34
Belgique.	7 942 000	2 500	149
France.	7 370 000	3 100	21
Russie.	2 210 000	460	3
Hollande.	1 525 000	560	41
Danemark.	1 100 000	240	59
Suède.	900 000	»	23
Suisse.	720 000	400	28
Norwége.	650 000	»	37
Luxembourg.	50 800	26	25

Sur les 23 940 brasseries de l'Allemagne, la Bavière en compte à elle seule 6 524, qui, en 1876, ont fabriqué 12 442 272 hectolitres, ce qui par tête d'habitant, représente l'énorme consommation de 289 litres; ce pays d'ailleurs fait une exportation très-importante qui, en 1876, ne s'est pas élevé à moins de 267 651 hectolitres.

En Prusse, le nombre des petites brasseries qui était, en 1831, de plus de 16 000, est descendue en 1865 au chiffre de 7 426, sans que, pour cela, la fabrication ait cessé de s'accroître, grâce au développement de plusieurs établissements. Berlin, qui fournit presque exclusivement la consommation locale, compte 49 brasseries qui, en 1875, ont produit 1 866 599 hectolitres.

La Saxe est dans la même situation que la Prusse : diminution du nombre des éta-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

blissements, et augmentation de la production qui, de 938 253 hectolitres en 1836, est montée à 2 882 882 en 1875.

Dans le Wurtemberg, il y avait, en 1876, 2 517 brasseries qui ont produit 3 662 400 hectolitres, soit une consommation par tête de 195 litres.

Le pays de Bade possédait, en 1877, 1 443 brasseries, ayant fourni 1 163 446 hectolitres.

Dans la production de l'Autriche, c'est la Bohême qui représente le plus gros chiffre, 2 825 042 hectolitres. L'importation n'a pas cessé de diminuer, en même temps que le développement des établissements a permis de porter le chiffre des exportations qui était de 18 793 hectolitres, en 1859, à 151 680 en 1877.

De 1871 à 1875, les importations de bière en Belgique ont augmenté, en même temps que les exportations ont diminué; en 1875, les premières étaient de 92 523 et les secondes de 6 126 hectolitres; c'est l'Allemagne et l'Angleterre qui y importent le plus.

Par suite de sa position entre l'Angleterre, l'Allemagne et la Belgique, la Hollande importe une quantité notable de bière, qui a été, en 1876, de 12 140 hectolitres; en revanche elle en a exporté 17 000, principalement en Belgique, à Java et à Surinam.

La France, qui fabrique deux qualités de bière, la *forte* et la *petite*, a vu également sa production augmenter, puisque de 3 809 905 hectolitres qu'elle était en 1842, elle s'est élevée, en 1876, comme on l'a vu plus haut à 7 370 000. C'est l'Allemagne et l'Angleterre qui y importent le plus; le chiffre de cette importation était, en 1864, de 41 141 hectolitres, dont plus de moitié de bière allemande.

L'Espagne, bien que n'étant pas un pays producteur proprement dit, comptait cependant à Madrid, en 1873, huit brasseries ayant fabriqué 25 000 hectolitres. L'Angleterre, l'Allemagne et l'Autriche y envoient leurs produits.

En Italie, les brasseries sont trop rares et trop peu importantes pour qu'il en soit fait mention; elles ne fabriquent d'ailleurs qu'un produit faible et trop fermenté. C'est l'Autriche qui y importe le plus de ses bières, qui y arrivent en fûts et en bouteilles.

En Russie, où la dureté du climat pousse plutôt à la consommation des eaux-de-vie, la fabrication de la bière est faible et est entre les mains des Allemands. L'Angleterre et l'Autriche y importent des quantités notables de leurs produits.

Nous n'ajouterons rien aux chiffres statistiques donnés plus haut relativement à la Suède, à la Norwége et au Danemark. Quant aux contrées telles que le Brésil, la Chine, le Japon et l'Inde, elles se distinguent par les importations de bières européennes qu'elles reçoivent, bien qu'elles fabriquent elles-mêmes des boissons y ressemblant plus ou moins et dont les noms *tchao mien* des Chinois, *saké* des Japonais, *cocoum* des Antilles et *utschicalla* du pays des Kaffirs nous sont à peine seuls connus.

(*Journal of applied science.*)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Emploi du verre trempé pour les traverses de chemins de fer, par M. Siemens. — Le verre qu'emploie M. Siemens est de la qualité la plus ordinaire. Quelques échantillons de ces traverses, d'une section de $0^m,10$ sur $0^m,15$, ont été soumis à des essais, et on a constaté qu'il fallait un poids de 5 000 kilogr. pour amener la rupture d'une traverse posée librement sur deux points d'appuis, distants l'un de l'autre de $0^m,75$. C'est à peu près la résistance des deux tiers d'une bonne traverse en sapin de même dimension ; seulement la force du bois diminue rapidement par l'humidité, tandis que celle du verre est inaltérable.

Après ces essais, des traverses de ce genre ont été posées sur une ligne de tramways. Elles sont espacées d'environ $0^m,90$, et portent à leur partie supérieure des mortaises dans lesquelles sont posés les rails. A la réunion de deux rails, les traverses reposent sur des plaques en fonte destinées à prévenir tout affaissement, et servant en même temps à assujettir les rails afin d'éviter de percer des trous dans le verre.

Dans une autre série d'expériences, une plaque carrée en verre trempée de $0^m,22$ de côté sur $0^m,28$ d'épaisseur, a été enfouie dans du sable et recouverte d'une planchette de $0^m,003$ d'épaisseur, sur laquelle on a posé un bout de rail. Sur ce rail on a laissé tomber de différentes hauteurs, variant successivement de $0^m,90$ à 6 mètres, un poids de 457 kilogrammes. Au choc produit par la chute de 6 mètres, le rail a été brisé, mais la plaque de verre est restée intacte.

Le prix de revient de ce verre est le même que celui de la fonte, et à dimensions égales les traverses en verre, en raison de leur poids spécifique moindre, coûtent le tiers des traverses en fonte.

L'invention est encore trop récente pour qu'on puisse juger de sa valeur pratique, mais les expériences qu'on a déjà faites méritent une sérieuse attention.

(M.) (*Ibid.*)

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 14 novembre 1879.

Présidence de M. Dumas, président.

Correspondance. — M. *Deydier*, capitaine de recrutement, à Oran (Algérie), présente une machine hydraulique, caractérisée par un appareil qui agit constamment dans l'eau, où en se dilatant et se contractant alternativement, il s'élève et s'abaisse, et produit ainsi un travail qui peut être utilisé. (Comité des arts mécaniques.)

M. *Somasco* (Ch.), ingénieur civil, à Saint-Maur-les-Fossés (Seine), envoie des échantillons du coton siliceux anglais préparé par les procédés de MM. *Dan, H. Dade*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et comp., lequel est bien préférable à tous ceux qu'on a fabriqués jusqu'à présent en Allemagne ou en France, et qui ne coûte que 40 francs les 100 kilogrammes. Ce produit est utile pour garantir les chaudières, tuyaux de vapeur et appareils divers contre le refroidissement, pour empêcher les pertes de chaleur à travers les planchers ou les toitures, pour envelopper les glacières, amortir le son et pour filtrer des liqueurs chimiques. (Arts économiques.)

M. *Monrocq* (J.), graveur, à Paris, rue Suger, 3, fait connaître le développement qu'il a donné à l'emploi du zinc pour remplacer les pierres lithographiques. (Constructions et beaux-arts.)

M. *Guérineau,* boulevard d'Argenson, 54, à Neuilly (Seine), envoie l'exposition d'une idée sur l'emploi des forces centrifuges et centripètes. (Arts mécaniques.)

M. *Wéry* (Eug.), rue Rude, 4, à Paris, sollicite l'examen d'un système de ventilation pour cheminées d'usine, procurant une économie de 20 à 35 pour 100 dans la consommation du combustible. (Arts mécaniques.)

M. *Gary* (A.), à Agen (Lot-et-Garonne), et à Paris, rue du Faubourg-du-Temple, 29; machine pour scier la pierre, donnant une économie de 85 pour 100, dans la pierre tendre et 73 pour 100 dans la pierre dure. (Arts mécaniques.)

M. *Joachim* (E.), quai de la Loire, 4 *bis*, Paris-Villette; nouveau générateur à bouilleurs. (Arts mécaniques.)

M. *Brière* (L.), chapelier, rue Geoffroy-Langevin, 19, à Paris, annonce qu'il a inventé une étoffe aspirante contre les inconvénients de la transpiration. (Arts économiques.)

M. *Seguin* (Ch. E.), boulevard d'Enfer, 20, à Paris; invention relative à un moyen de remplacer la typographie. (Arts économiques.)

M. *Hersent* (H.), rue de Naples, 4, à Paris, demande à la Société de faire visiter les travaux qu'il exécute pour la construction de deux bassins de radoub dans le port de Toulon. (Constructions et beaux-arts.)

M. *Michel* (Félix), rue de Saint-Pétersbourg, 25, à Paris; Mémoire indiquant le procédé qu'il emploie depuis trois ans, avec le plus complet succès, pour détruire le phylloxera. (Agriculture.)

M. *Best-Penot*, meunier, à Ulay, commune de Gretz, près de Nemours (Seine-et-Marne), présente de nouveaux échantillons des produits de son procédé de mouture appliqué au maïs et au sarrasin, et il demande à la Société de lui continuer son appui pour développer les emplois divers qu'il fait du maïs et du sarrasin. (Agriculture.)

M. le *Ministre de l'agriculture et du commerce*, envoie deux exemplaires des tomes XVII et CXCIII de la collection des brevets d'invention pris sous le régime de loi de 1844.

M. l'*Inspecteur général, directeur de l'École des ponts et chaussées*, envoie un exemplaire de la livraison 16 de la collection des dessins formant le portefeuille des élèves de cette école.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le *Président de la Société scientifique industrielle de Marseille*, envoie le programme du prix de 2 000 francs qu'elle propose sur les fonds de la fondation Beaujour (1).

M. *Cady* (J.), ouvrier mécanicien, à Paris, chez M. Brillet, rue Monge, 58, et à Châtellerault, rue des Cordeliers, 1, demande que la Société fasse examiner son traité pratique du filetage à l'usage de tous les mécaniciens. (Arts mécaniques.)

M. *Haton de la Goupillière*, membre du Conseil, fait hommage d'un exemplaire d'un ouvrage qu'il vient de publier : *Revue des progrès récents de l'exploitation des mines et de la construction des machines à vapeur*.

M. *Durand-Claye* (Alfred), ingénieur des ponts et chaussées, et professeur à l'Ecole des beaux-arts et à celle des ponts et chaussées, fait présenter par M. *Tresca*, membre du Conseil, un ouvrage intitulé : *Etude sur la stabilité de la coupole projetée par Bramante* pour la basilique de Saint-Pierre de Rome. (Arts mécaniques.)

M. *Poirrier* (A.), fabricant de produits chimiques, rue d'Hauteville, 49, à Paris, envoie une Note au sujet de la communication que M. *Bardy* a faite à la Société, le 27 juin dernier, sur la préparation des produits méthylés et notamment de l'alcool méthylique pur (2).

« La lecture de cette communication, dit M. *Poirrier*, laisse cette impression, que « tout le mérite d'avoir créé l'industrie, aujourd'hui si importante de la méthylaniline, « revient à M. *Bardy* tout seul, et que cette industrie, après avoir été créée par lui, « a été *placée entre les mains d'un habile industriel.*

« Ce que je tiens surtout à rappeler, c'est la part que je puis revendiquer, à juste « titre, à la création de l'industrie de la méthylaniline, qui a été établie, il y a douze « ans, déjà, à l'occasion de l'Exposition de 1867.

« Le jury qui a examiné la part de chacun dans les progrès de la fabrication des « produits tirés du goudron de houille, avait pour président de groupe, M. *Dumas* et « pour président de classe feu *Balard* qui, avec le soin scrupuleux qu'il apportait en « toute chose, s'est occupé de cette question tout spécialement.

« Ce jury n'a pas pensé que le mérite qui revient à M. *Bardy*, d'avoir appliqué, à « méthyler l'aniline, la réaction employée par M. *Berthelot* à méthyler l'ammoniaque, « serait diminué, si l'on reconnaissait, en même temps, le mérite de l'industriel qui « a contribué à faire franchir à ce procédé la distance qui sépare un essai de labora- « toire de sa réalisation pratique. »

ÉLECTION D'UN CORRESPONDANT FRANÇAIS. — L'ordre du jour appelle la nomination d'un membre correspondant français pour le comité des arts mécaniques.

---

(1) S'adresser au secrétariat de la Société d'encouragement pour consulter ce programme.

(2) Voy. cahier de Septembre 1879, p. 499.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le candidat présenté par le comité et dont les titres ont été examinés par le Conseil, en comité secret, est M. *Plassiard*, ingénieur en chef des ponts et chaussées en retraite, demeurant à Lorient.

Un scrutin est ouvert par M. le *Président* pour cette élection, et le dépouillement fait par le Bureau, constate que M. *Plassiard* a obtenu l'unanimité des suffrages.

Rapports des comités. — *Vacance dans le comité des arts mécaniques.* — M. *de Laboulaye* fait, au Conseil, un Rapport, au nom du comité des arts mécaniques, pour demander la déclaration officielle d'une vacance parmi les membres de ce comité. Le nombre des membres, qui devrait être de 16, est réduit à 13, et le comité aurait surtout besoin d'un praticien versé dans les questions relatives à l'horlogerie.

Cette proposition, mise aux voix, est approuvée et une vacance est déclarée dans le comité des arts mécaniques.

L'élection aura lieu dans la séance du 28 novembre courant.

Encollage de la chaîne des toiles. — M. *de Laboulaye* (Ch.) fait, au nom du comité des arts mécaniques, un Rapport sur la machine de MM. *Tulpin* frères, mécaniciens à Rouen, pour l'encollage de la chaîne des toiles de coton et de fil.

Les bons résultats de l'encolleuse de MM. *Tulpin*, sont évidemment dus à l'excellence du système de chauffe par la vapeur, agissant sur de grandes surfaces, et à l'application de la méthode de déplacement, permettant d'utiliser les propriétés hygrométriques de l'air de la manière la plus favorable. C'est par l'application bien entendue de méthodes scientifiques, que l'amélioration des machines opératrices peut ainsi s'obtenir : c'est la voie qu'avait suivie M. *Tulpin père*, dans sa machine à griller, au gaz, que la Société a couronné en 1868, et qui est toujours fort appréciée par l'industrie; c'est en persévérant dans cette voie que ses fils développent un des établissement les plus estimés de l'industrie rouennaise.

Le rapporteur propose 1° de remercier MM. *Tulpin* de leur communication, 2° d'insérer au *Bulletin* le présent Rapport avec le dessin de l'encolleuse de leur invention.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Communications. — *Entretien des chemins de fer.* — M. *Baude*, membre du Conseil, fait une communication sur les dépenses d'entretien de la voie des chemins de fer, en France, d'après un Mémoire inédit de M. *Petsche*, ingénieur en chef de la voie de la Compagnie des chemins de fer de l'Est. (Cette communication paraîtra au *Bulletin*.)

Explosion d'acide carbonique dans une mine de houille. — M. le *Président* donne communication à la Société, au nom de M. *Delesse*, inspecteur général des mines, d'une note relative à une explosion singulière qui a été produite par un dégagement d'acide carbonique dans une mine de houille. (Cette communication paraîtra au *Bulletin*.

Explosion d'un appareil à acide sulfurique. — M. le *Président* présente à la So-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ciété, au nom de M. *Kuhlmann* fils, quelques détails sur l'explosion d'un alambic de platine, arrivée dans l'une de ses usines et dont les effets auraient pu être très-graves. (Cette communication paraîtra au *Bulletin*.)

Baromètre hydraulique. — M. *Gaudin* (Marc-Antoine), présente à la Société un baromètre hydraulique perfectionné dont il a fait installer un exemplaire dans la salle des séances. (Renvoi au comité des arts économiques.)

Séance du 28 novembre 1879.

Présidence de M. Dumas, président.

Correspondance. — M. *Cayrel*, propriétaire, à Castelsagrat (Tarn-et-Garonne), et à Paris, chez M. *Dessaux*, rue Clairaut, 4, présente un nouvel appareil pour l'allaitement des animaux nouveau-nés. (Agriculture.)

M. *Somasco* (Charles), ingénieur, à Saint-Maur-les-Fossés (Seine), donne de nouveaux renseignements et la relation d'une expérience pratique sur le pouvoir de la végétation pour humidifier des salles de dévidage des soies. (Arts mécaniques.)

M. *Barbe* (Eugène), ingénieur, rue Bréguet, 4, à Paris, demande à la Société de faire examiner une petite vinaigrerie à cuves tournantes, qu'il a fait établir suivant le système luxembourgeois de M. *Michaélis*. (Arts chimiques.)

M. *Weiss* (E.), chimiste, à Bâle (Saint-Alban, 8), envoie un Mémoire sur les causes qui depuis quelque temps, font attaquer rapidement les chaudières, par suite de l'intervention des huiles de graissage, surtout quand les machines marchent par l'eau pure provenant de la condensation. Il adresse également le prospectus du produit qu'il nomme lithoréactif pour dissoudre et faire disparaître le tartre des chaudières. (Arts mécaniques.)

M. *Bresson* (André), ingénieur, rue de Londres, 13, à Paris; Mémoire sur un nouvel appareil pour carboniser le bois, en vases clos, d'une manière continue et économique. Cet appareil est employé industriellement en Angleterre. (Arts chimiques.)

M. *Goetz*, boulevard Latour-Maubourg, 74, à Paris, envoie de nouveaux documents sur son système de culture. (Agriculture.)

M. *Barrault* (Emile), ingénieur, boulevard Saint-Martin, 17, demande à la Société de faire examiner un ouvrage qu'il vient de publier sur les lois relatives aux brevets d'invention dans la Grande-Bretagne. (Commerce.)

M. *Piret* (F. M.), ingénieur-mineur, Hôtel des Alpes, à Grenoble (Isère), envoie divers documents sur la fontaine à gaz de Saint-Barthélemy, près Grenoble, qu'il veut utiliser pour l'industrie; il y joint des documents sur les perfectionnements de ses boîtes d'essieu avec coussinet mobile, qui sont, dit-il, adoptées dans toutes les Compagnies de chemins de fer aux Etats-Unis et en Amérique. (Arts mécaniques.)

M. *Gautier* (le Dr L.), à Melle (Deux-Sèvres), adresse un exemplaire de son Manuel

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pratique de la fabrication et du raffinage du sucre de betteraves. (Arts chimiques.)

MM. les *Secrétaires* signalent les ouvrages suivants :

Programme économique de la Chambre de commerce de Liége, par M. *Max Goedel*. Liége, 1879, broch. in-8.

L'*Avenir économique*, tome II, partie économique par M. *Menier*, député. Paris, 1880, un vol. in-8.

Étude sur les machines nouvelles de la filature et du tissage à l'Exposition de 1878, par M. *Simon* (Edouard). Paris, 1879, br. in-8.

M. *de Laboulaye*, secrétaire du Conseil, offre à la Société un exemplaire d'un ouvrage important qu'il vient de publier sur les machines, sous le titre de : *Economie des machines et des manufactures*, d'après l'*ouvrage anglais de M. Ch. Babbage*. Paris, 1880, un vol. in-8; il expose le but qu'il s'est proposé dans cette publication et en signale les points les plus importants.

ÉLECTION D'UN MEMBRE DU CONSEIL. — L'ordre du jour appelle l'élection d'un membre du Conseil dans le comité des arts mécaniques, conformément à la vacance déclarée le 14 novembre courant.

Le candidat proposé par le comité, et dont les titres ont été examinés par le Conseil en comité secret, est M. REDIER, horloger-mécanicien, à Paris.

Le scrutin est ouvert par M. le *Président*, et le dépouillement fait par le Bureau donne au candidat l'unanimité des suffrages, au nombre de 22.

En conséquence, M. le *Président* proclame la nomination de M. REDIER père, conformément à l'art. 25 des statuts, comme membre du Conseil pour le comité des arts mécaniques. Cette élection sera soumise dans une prochaine assemblée générale, à la ratification de la Société.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Épures-reliefs*. — M. *de la Gournerie* lit, au nom du comité des arts économiques, un Rapport sur les épures-reliefs de M. *Magnuski*.

Le comité propose de remercier M. *Magnuski* de sa communication et d'ordonner l'insertion du présent Rapport dans le *Bulletin*.

Les conclusions de ce Rapport, mises aux voix, sont approuvées.

Appareils enregistreurs. — M. *Sebert* lit, au nom du comité des arts économiques, un Rapport sur un appareil avertisseur et enregistreur des variations de niveau d'une rivière éclusée, présenté à la Société d'encouragement par MM. *Henri Lepaute* fils.

Le comité propose de remercier MM. *Lepaute* fils de leur intéressante communication, et d'ordonner l'insertion du présent Rapport au *Bulletin* avec la description et les plans de l'appareil.

Les conclusions de ce Rapport, mises aux voix, sont approuvées.

COMMUNICATIONS. — *Nouvelle application du chlorure de méthyle*. — M. *Vincent*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

(Camille), entretient la Société de l'application du chlorure de méthyle à l'extraction des parfums.

Il y a quelques mois, dit M. *Vincent*, un industriel s'occupant de l'extraction des parfums, M. *Massignon*, vint me demander si le chlorure de méthyle, qui jouit de la propriété de dissoudre les corps gras, les résines et les huiles essentielles, ne pourrait pas servir à l'extraction des principes odorants des plantes. Je lui répondis que je pensais la chose possible, et je me mis à sa disposition pour entreprendre des essais.

La première expérience faite sur des bois odorants réussit, mais en donnant un produit d'une odeur désagréable, car le chlorure de méthyle industriel employé renfermait des traces d'un produit pyrogéné à odeur très-persistante. Je m'occupai alors de purifier le chlorure, dont l'odeur propre est douce et éthérée, et j'y parvins bientôt en traitant le produit à l'état gazeux par de l'acide sulfurique concentré, qui retient complétement la matière à odeur désagréable. Le chlorure de méthyle liquéfié, après ce traitement, ne laisse aucun résidu odorant par évaporation ; il est apte à dissoudre les parfums et à les abandonner ensuite par évaporation, en leur laissant *toute leur suavité*.

La première expérience fut faite sur des fleurs d'oranger dans un appareil en verre; et le produit obtenu fut apprécié par plusieurs parfumeurs comme étant de beaucoup supérieur au Néroli, obtenu par distillation des fleurs par la vapeur d'eau.

Après ces premiers essais encourageants, on installa un appareil de moyenne dimension, permettant d'établir la valeur industrielle du nouveau traitement, en opérant à la fois, sur plusieurs kilogrammes de fleurs et de plantes diverses. Cet appareil, qui fonctionne depuis plusieurs mois avec la plus parfaite régularité, se compose :

1° D'un vase digesteur dans lequel on met les plantes dont on veut extraire le parfum ;

2° D'un réservoir à chlorure de méthyle liquide, préalablement purifié par l'acide sulfurique ;

3° D'un vase clos dans lequel on reçoit le chlorure chargé des principes enlevés aux plantes, et où à l'aide d'une pompe on le fait vaporiser ;

4° D'une pompe permettant de faire le vide au-dessus du chlorure à vaporiser, et d'en comprimer la vapeur dans un serpentin liquéfacteur refroidi, où le chlorure liquéfié retourne dans le réservoir n° 2. Cette dernière partie de l'appareil n'est autre que la machine frigorifique que j'ai eu l'honneur de présenter à la Société, dans la séance du 10 mai 1878.

Pour procéder à l'extraction des parfums, de celui de la rose par exemple, on remplit le digesteur avec les fleurs ; on ferme l'appareil, puis, à l'aide d'un robinet à cône, que j'ai déjà décrit, on fait arriver le chlorure de méthyle liquide du vase 2, de façon à baigner les fleurs. On laisse deux minutes en digestion, puis on fait passer le liquide chargé de parfum dans le vase 3. On fait alors arriver une nouvelle charge de chlorure de méthyle sur les fleurs, de façon à opérer un épuisement méthodique ; on recom-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mence ainsi plusieurs fois, en envoyant toujours le chlorure dans le vase 3, après filtration sur les fleurs. Enfin, on fait le vide dans le digesteur pour enlever le chlorure qui imbibe les matières, et on le refoule dans le liquéfacteur; ensuite, on fait passer un jet de vapeur à travers la masse épuisée pour chasser le chlorure retenu par la petite quantité d'eau que renferment les fleurs, et on reçoit le gaz humide dégagé dans un gazomètre, d'où la pompe l'aspire pour le liquéfier après dessiccation.

Le liquide chargé de parfum et renfermé dans le vase 3, est évaporé dans le vide. A cet effet, on fait passer autour de ce vase, un courant d'eau à 30 degrés environ, pendant que la pompe aspire le chlorure de méthyle, qui se vaporise alors rapidement. Lorsque le manomètre placé sur l'appareil, et qui indiquait au début une pression de 3 à 4 atmosphères, accuse un vide d'une demi-atmosphère, on met fin à l'opération. En ouvrant le vaporisateur, on trouve le parfum, résidu de la vaporisation du chlorure, mêlé à la matière grasse et cireuse. Ce mélange, traité à froid par l'alcool, abandonne le parfum, avec toute la suavité qu'il possédait dans la plante.

En opérant ainsi, on peut non-seulement obtenir les parfums, généralement extraits par distillation des plantes au moyen de la vapeur d'eau, mais aussi ceux qui, trop altérables, ne peuvent être obtenus par distillation, et ne sont recueillis que par l'enfleurage, c'est-à-dire par dissolution à froid dans la graisse. Tels sont ceux du jasmin et de la violette.

Les échantillons que je présente à la Société permettront de juger de la suavité de ces parfums extraits en quelques instants par le chlorure de méthyle.

Les résultats obtenus avec la plupart des plantes odorantes, soit fleurs, graines, écorces, racines, ont en outre prouvé que l'on obtenait ainsi un rendement beaucoup plus grand que par la méthode ordinaire ; ce surplus de rendement pouvant atteindre jusqu'à 25 pour 100, donne une grande supériorité au procédé.

M. *Massignon* fait construire, en ce moment, une installation capable de traiter par le chlorure de méthyle, 1 000 kilogrammes de fleurs par jour; et il compte la faire fonctionner à Cannes, dans les premiers jours de février prochain. La pompe de compression employée est celle de la machine frigorifique, capable de produire 60 kilogr. de glace à l'heure.

Cette nouvelle fabrication porte à trois le nombre des applications industrielles du chlorure de méthyle, à savoir : 1° la fabrication des produits méthylés; 2° la production du froid ; 3° l'extraction des parfums. (Renvoi au comité des arts chimiques.)

Eclairage au gaz. — M. *Bérard* (E. P.), fait à la Société une communication sur des *becs de gaz d'éclairage donnant une lumière d'une grande intensité.* (Cette communication sera insérée au *Bulletin*.)

Après M. *Bérard*, M. Félix *Le Blanc*, membre du Conseil, présente, sur le même sujet, quelques observations qui seront insérées à la suite de la communition de M. *Bérard.*

Nomination de membres. — Sont nommés membres de la Société : M. *Bourgui-*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gnon, manufacturier, à Donchery (Ardennes) ; M. *Leblond*, chef de bureau du service vétérinaire au ministère de l'agriculture et du commerce, à Paris ; M. *Plassiard*, ingénieur en chef des ponts et chaussées en retraite, à Lorient ; M. *Redier* père, horloger-mécanicien, à Paris.

Séance du 12 décembre 1879. (Élections.)

Présidence de M. le vice-amiral DE CHABANNES, vice-président.

CORRESPONDANCE. — M. *Delaurier* (Emile), rue Daguerre, 71, à Paris ; Mémoire sur divers systèmes de bacs pour les petites traversées. (Arts mécaniques.)

M. *Avril* (Paul), dessinateur, rue d'Alembert, 15, à Paris, présente une série d'instruments pour le dessin graphique, qui résolvent pratiquement divers problèmes usuels de l'art du dessinateur pour reproduction héliographique, et qui constituent un outillage indispensable à ceux qui s'occupent de ce genre de dessin. (Arts mécaniques.)

M. *Jarre*, ingénieur des arts et manufactures, à Ornans (Doubs), envoie des détails sur un nouveau système de hausses mobiles qu'il emploie, et qui lui a rendu de grands services depuis cinq ans. (Ats mécaniques.)

M. *Mouquet* (H.), fabricant de grosse chaudronnerie et d'appareils de chauffage, à Lille, rue de Paris, 161, rappelle qu'il a soumis à l'examen de la Société ses grands appareils de chauffage et envoie des détails sur une importante entreprise qu'il a réalisée dernièrement avec grand succès. Elle consiste dans le chauffage à l'eau chaude de la grande rotonde du palais Rameau, à Lille, formant une serre circulaire de 18 mètres de hauteur et de 21 mètres de diamètre. Le chauffage de ce vaste espace, de 4 500 mètres cubes, a réussi de telle manière que, dans les derniers froids, tandis que la température extérieure est descendue jusqu'à 19 degrés au-dessous de zéro, la serre a été maintenue à une température uniforme de 15 degrés au-dessus de zéro. (Arts mécaniques.)

MM. le comte de *Coronel* et *Loupias*, à Magnac-Laval (Haute-Vienne), envoient un projet de ligne télégraphique de sécurité pour prévenir les accidents de chemins de fer. (Arts mécaniques.)

M. *Haton de la Goupillière*, membre du Conseil, adresse un exemplaire d'une Note rédigée par lui et imprimée dans les *Annales* de la Société scientifique de Bruxelles sur la similitude en terminologie.

M. *Trélat* (Emile), directeur de l'École spéciale d'architecture et membre honoraire du Conseil de la Société, fait hommage d'un exemplaire du discours qu'il a prononcé à la rentrée des études de l'École spéciale d'architecture pour les années 1879 et 1880.

M. *Casalonga* (D. A.), solliciteur de brevets d'invention et membre de la Société, envoie une brochure in-8, contenant de courtes réponses aux questions du pro-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gramme du Congrès international de la propriété industrielle en ce qui concerne les brevets d'invention.

M. *Lontin* (D.), ingénieur-électricien, envoie une brochure in-4, intitulée : *Actualités électriques,* la lumière Lontin.

Rapports des comités. — *Stabilité des voûtes.* — M. *Collignon* lit, au nom du comité des arts mécaniques, un Rapport sur le Mémoire de M. *Alfred Durand-Claye*, ingénieur en chef des ponts et chaussées, intitulé : *Etude sur la stabilité de la coupole projetée par Bramante pour la basilique de Saint-Pierre de Rome.*

Le rapporteur propose de remercier M. *Alfred Durand-Claye* de son intéressante communication et de voter l'insertion du présent Rapport au *Bulletin.*

Ces conclusions, mises aux voix, sont approuvés par le Conseil.

Bassin houiller du Nord. — M. *Haton de la Goupillière*, au nom du comité des arts mécaniques, rend compte, avec détail, d'une carte de grande dimension dressée par M. *Canelle*, ingénieur civil des mines, et représentant le bassin houiller du Nord. Les limites du bassin sous les morts-terrains superficiels y sont figurées par des courbes continues. Les limites des concessions y forment un réseau à mailles plus ou moins serrées. On y voit également les grandes failles ou accidents, tels que le *cran de retour* qui a rejeté à un niveau inférieur tout le faisceau des charbons gras et les a ainsi préservés de l'érosion par laquelle ils ont été enlevés dans la partie septentrionale, en ne laissant dans cette région que l'étage des charbons maigres. Les têtes de couches, c'est-à-dire leur affleurement sous le terrain crétacé, sont tracées avec soin. Des signes conventionnels montrent l'emplacement des diverses fosses, en distinguant celles qui sont en activité, ou en fonçage, ou abandonnées ; les sondages de recherches, ou, du moins, les plus importants, sont également figurés sur la carte.

La partie inférieure de la feuille présente un certain nombre de coupes destinées à montrer, d'un seul coup-d'œil, la superposition et les glissements des terrains, les rejets considérables que leur ont fait éprouver les failles, les renversements mêmes, tels que celui, si intéressant, qui se trouve dans la concession de Liévin.

Les parties latérales, à droite et à gauche de la carte, représentent la série des couches de combustible qui constituent le faisceau exploitable des principales Compagnies de mines. Les épaisseurs de charbon y sont figurées proportionnellement, mais non, bien entendu, celles des entre-deux des schistes ou de quérelles. En regard, se trouve formulée, au moyen de quelques colonnes numériques, l'analyse immédiate de ces combustibles au point de vue de leur emploi, présentant les proportions de carbone fixe, de matières volatiles et de cendres.

En résumé, l'on ne peut refuser à la carte de M. *Canelle* d'y voir une œuvre de vulgarisation faite avec soin et avec une véritable entente du sujet. Elle présente, d'une manière très-condensée, un grand nombre de renseignements utiles et est appelée, par suite, à rendre des services réels. Le comité est d'avis que cette carte intéressante doit être déposée à la bibliothèque de la Société.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces conclusions, mises aux voix, sont approuvées par le Conseil.

Analyse industrielle des gaz. — M. *Félix Le Blanc* fait, au nom du comité des arts chimiques, un rapport sur un appareil destiné à l'analyse industrielle des gaz, présenté par M. *H. Orsat,* rue de la Victoire, 29, à Paris.

Le comité des arts chimiques propose de remercier M. *Orsat* de son intéressante communication et d'insérer le présent Rapport au *Bulletin* avec le dessin de l'appareil et une légende explicative.

Les conclusions de ce Rapport, mises aux voix, sont approuvées par le Conseil.

Grisoumètre. — M. *Félix Le Blanc* fait encore, au nom du même comité, un Rapport sur un appareil présenté par M. *Coquillion,* pour la détermination rapide du grisou (hydrogène protocarboné) dans l'atmosphère des mines.

Le comité propose de remercier l'auteur de son intéressante communication et d'insérer le présent Rapport au *Bulletin,* avec un dessin de l'appareil et une légende explicative.

Ces conclusions, mises aux voix, sont approuvées par le Conseil.

COMMUNICATIONS. — *Constructions agricoles provisoires.* — M. *Mangon* donne, à la Société, quelques détails sur l'emploi des ponts provisoires de M. *Bouilliant,* pour l'établissement de moyens de communication dont on a besoin pour l'enlèvement des récoltes et diverses opérations agricoles.

M. *Bouilliant,* rue Oberkampf, 62, à Paris, fabrique des liens en chaînes de fer qu'il nomme attache-boulins. Ils ont déjà reçu l'approbation de la Société à cause de leur utilité pour faire rapidement, et à peu de frais, des échafaudages très-solides pour les travaux du bâtiment (1). Il a employé les mêmes liens, avec un grand succès, pour l'établissement de ponts volants ou ponts provisoires, au moyen des perches et des boulins qu'on peut se procurer aisément et qu'on a souvent en réserve à la campagne.

Les *liens Bouilliant* remplacent avec avantage les assemblages ordinaires, supprimant ainsi les entailles dans les bois et les pertes de temps et de matière que leur exécution entraîne toujours dans les constructions en charpente.

M. *Mangon* met sous les yeux du Conseil un très-bel album des ponts provisoires de ce genre que M. *Bouilliant* a exécutés sur des ravins et des fondrières, établissant ainsi rapidement des communications auxquelles il aurait fallu renoncer si on n'avait pas pu user de ce système.

Emploi des forces hydrauliques aux travaux domestiques. — M. *Mangon* espère que la Société, qui a toujours témoigné un si grand intérêt à la distribution de *la force à domicile,* recevra avec plaisir quelques renseignements sur l'application qu'il a vu faire, à Zurich, de moteurs hydrauliques à certains travaux du ménage.

Un petit chariot, assez léger pour être traîné par deux hommes, porte une scie à

(1) Voy. *Bulletin* de 1877, 3e série, t. IV, p. 633.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ruban mise en mouvement par un moteur hydraulique à piston de M. *Schmidt,* constructeur, à Zurich. Cette machine sert à scier le bois à brûler à domicile. On la conduit devant la maison du client, on la met en communication, par un tuyau flexible, avec la bouche d'eau la plus voisine, et le travail commence immédiatement et s'exécute avec une rapidité remarquable, presque sans fatigue pour les ouvriers, dont l'un présente les bûches à la scie, pendant que le second les transporte du tas à la machine.

L'eau des conduites de Zurich est à une pression de 27^{m} environ dans les quartiers bas. La ville la vend 0 fr. 05 le mètre cube aux propriétaires de ces petites scieries portatives. La consommation est de 6 à 10 mètres cubes par heure. Un compteur de tours annexé à la machine fait connaître la dépense, et sert ainsi à établir, à chaque instant, le montant de la taxe municipale à percevoir.

M. *Schmidt* a construit également une turbine portative, qui actionne une machine Gramme et fournit de la lumière électrique dans tous les quartiers de la ville, soit pour des travaux, soit pour des fêtes de nuit.

La ville de Paris consentirait certainement, dans certains quartiers, à vendre de l'eau pour la mise en mouvement de petits moteurs portatifs analogues à ceux dont on vient de parler. Il serait vivement à désirer qu'un mécanicien s'occupât de propager ces intéressantes applications de la *force à domicile.*

Influence du climat sur les récoltes. — M. *Mangon* expose à la Société les conditions climatologiques du N. O. du département de la Manche pendant les dernières années, et leur influence sur la maturation des récoltes. (Cette communication paraîtra au *Bulletin.*)

Dépouillement du scrutin. — Le Bureau du Conseil ayant constaté que le nombre de votants inscrits ne s'élève pas à 100, chiffre exigé par les statuts, M. le *Président* déclare qu'il n'y a pas lieu de procéder au dépouillement et il annonce que la Société sera réunie en assemblée générale le vendredi 26 décembre, pour procéder de nouveau aux élections, qui, cette fois, seront faites à la majorité absolue des votants présents.

Séance du 26 décembre 1879. (Élections.)

Présidence de M. le général Mengin-Lecreulx, censeur.

Nécrologie. — M. le *Président* annonce à la Société les pertes récentes que son Conseil vient de faire successivement :

M. *Chevallier* (Alphonse), professeur à l'École de pharmacie, membre de l'Académie de médecine, est mort à la suite d'une douloureuse maladie qui l'avait retenu loin des réunions de la Société depuis plusieurs mois; il faisait partie du comité des arts chimiques depuis quarante-huit ans et a toujours été un de ses membres les plus laborieux et les plus assidus.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Bourgeois* (Charles-Germain), membre de la Société nationale d'agriculture, faisait partie du comité d'agriculture depuis près de trente ans; il est mort récemment dans sa propriété du Perray, près Rambouillet.

M. le vicomte *de Grouchy*, ancien élève de l'École polytechnique, ancien préfet, était membre de la commission des fonds depuis 1875 et se faisait remarquer par son assiduité et par le zèle qu'il apportait dans l'exercice de ses fonctions.

M. le *Président* est certain d'exprimer le sentiment de tous, en affirmant les vifs regrets que ces pertes éveillent et le souvenir profond et sympathique que laisseront les membres distingués que le Conseil vient de perdre.

M. le *Président* annonce également la mort de :

M. *Ducray-Chevallier* (Alexandre-Victor), opticien, à Paris, et l'un des plus anciens membres de la Société.

M. *Lamoureux* (Jacques-François), imprimeur en taille douce, l'un des notables commerçants du tribunal de la Seine, depuis longtemps imprimeur des planches gravées de la Société.

Ouverture du scrutin. — M. le *Président* annonce que la Société est réunie en assemblée générale pour procéder à l'élection des membres du Bureau du Conseil d'administration et à la ratification des membres du Conseil élus depuis la dernière assemblée générale.

Le scrutin qui avait été ouvert le 12 décembre dans le même but n'ayant pas réuni le nombre de suffrages exigé par les statuts, on a dû convoquer de nouveau la Société pour procéder aujourd'hui à ce vote, et les décisions prises à la majorité des membres présents seront définitives.

Correspondance. — M. *Picq*, mécanicien à l'arsenal, rue Massey, 28, à Tarbes, propose d'emmagasiner les forces perdues inutilement et de les conserver pour produire un travail utile sur un ou plusieurs points. (Arts mécaniques.)

M. *Jaubert* (Léon), mécanicien, rue du Chemin-Vert, 76, à Paris, présente divers appareils d'optique de grande dimension : lunettes astronomiques, télescopes, microscopes, montures équatoriales et à latitude variable, etc., qu'il a construits pour un grand observatoire populaire, destiné au palais du Trocadéro. (Arts économiques.)

MM. *Bonzom*, médecin-vétérinaire, à Alger, *Delamotte*, vétérinaire de l'artillerie, à Alger et *Rivière* (Ch.), directeur du jardin d'essai du Hamma, à Alger, présentent, pour concourir à l'un des prix proposés par la Société, un *Traité du caroubier* et de sa propagation en Algérie. (Agriculture.)

M. *Gallois* (E.). fabricant de sucre, à Francières (Oise), soumet à l'examen de la Société deux procédés nouveaux introduits récemment dans la pratique de l'industrie sucrière, pour l'épuisement des pulpes et des écumes, et destinés à augmenter, dans des proportions importantes, le rendement en sucre de la betterave. (Arts chimiques.)

M. *Chambault* (L.), rue des Gravilliers, 16, à Paris, envoie l'exposé d'un nouveau

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

système pour la culture de la vigne, donnant un moyen pratique pour la préserver contre les gelées du printemps. (Agriculture.)

M. *Bella* envoie, de la part de M. *Damourette,* une brochure contenant une proposition pour la modification de la législation, qui ferait assimiler les agriculteurs aux autres négociants au point de vue du crédit. (Commerce.)

M. *Thirion* (Ch.), secrétaire du comité central des congrès et conférences de l'Exposition universelle de 1878, envoie un exemplaire des huit derniers volumes de la collection des comptes rendus sténographiques des congrès et conférences tenus pendant cette Exposition.

M. le *Ministre de l'agriculture et du commerce* envoie deux exemplaires du tome XCXIV (1re série) de la collection des brevets d'invention.

M. *Farcy* (A.), ouvrier tanneur, rue Lebel, 17, à Vincennes, a inventé le moyen d'extraire économiquement, des résidus des tanneries, une grande partie du tannin resté sans emploi, une partie de la graisse ou huile qui a servi à la préparation des cuirs et un engrais utile. Il demande l'appui de la Société pour mettre en pratique ces méthodes. (Arts chimiques.)

M. *Petit* (A.), rue Oberkampf, 121, envoie, tardivement, pour le concours relatif à la taille mécanique des limes, qui est clos depuis le 1er janvier 1879, les dessins et la description d'une machine qu'il a inventée pour ce genre de travail. (Arts mécaniques.)

M. *Folacci* (Pierre), ancien entrepreneur de travaux publics, rue Geoffroy-Lasnier, 17, à Paris, envoie de nouveaux modèles du chariot pour bardage des matériaux, qu'il a soumis à l'examen de la Société (1). Dans ces modèles, l'emploi d'une crémaillère longitudinale, sans augmenter notablement la dépense, rend la manœuvre de l'appareil plus aisée et plus sûre. (Arts mécaniques.)

MM. *Schneider* et *Naudin*, chimistes, rue Croix-Doucette, 56, à Montreuil-sous-Bois, envoient une réclamation de priorité relativement au procédé pour l'extraction des parfums par le chlorure de méthyle, que MM. *Massignon* et *Vincent* ont présenté à la Société dans une séance récente. (Arts chimiques.)

M. *Crépaux,* chef de bataillon du génie, en retraite, à Ville-sur-Yron (Meurthe-et-Moselle), rappelle qu'il a envoyé à la Société d'encouragement, en 1873 environ, sous la rubrique : « Un peu pour tous, » la description et les dessins d'une machine qu'il a construite, et qui réalise toutes les conditions du programme pour un moteur de petit atelier, fournissant de 5 à 80 kilogrammètres de force motrice. Il demande que cette machine soit comprise dans le concours qui est ouvert devant la Société. (Arts mécaniques.)

M. *Hétet,* professeur de chimie à l'École de médecine navale de Brest, présente des

(1) Voy. *Bulletin* de 1879, 3e série, t. V, p. 113.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

observations au sujet de la communication de M. *Weiss*, chimiste à Bâle, sur l'attaque des chaudières par les huiles de graissage, surtout quand l'alimentation est faite avec de l'eau pure.

M. *Hétet* rappelle que, depuis 1874, il a fait connaître cette cause de dégradations et les moyens de les prévenir, ce qui lui a valu l'approbation et un prix de l'Académie des sciences, des médailles à l'Exposition de 1878, et l'insertion de son Mémoire dans le *Bulletin* de la Société d'encouragement (1). (Arts mécaniques.)

M. *Heuzé* (Louis), architecte, boulevard Magenta, 69, envoie une Note sur l'utilité de son chemin de fer métropolitain transversal, en élévation, à air libre, avec passage couvert pour les piétons. (Constructions.)

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Correspondants étrangers*. — M. *Roy* (Gustave) fait, au nom du comité du commerce, un Rapport pour demander la déclaration d'une vacance parmi les correspondants étrangers du comité du commerce.

M. *Bagehot*, correspondant de ce comité, à Londres, est mort depuis quelque temps, et le comité voudrait le remplacer.

Le Conseil d'administration consulté déclare l'existence de cette vacance. L'élection du nouveau correspondant aura lieu dans la séance du 9 janvier 1880.

Instruments pour les dessinateurs. — M. *de Laboulaye* (Ch.) fait, au nom du comité des arts mécaniques, un Rapport sur les instruments de dessin, présentés par M. *Avril* (Paul), dessinateur, rue d'Alembert, 15, à Paris.

Le rapporteur demande de remercier M. *Avril* de son intéressante communication, et d'insérer au *Bulletin* le présent Rapport, accompagné du dessin des instruments de son invention.

Ces conclusions, mises aux voix, sont approuvées par le Conseil.

COMMUNICATIONS. — *Chemins de fer d'intérêt général*. — M. *Baude* fait au Conseil une communication au sujet de l'enquête du Sénat sur les chemins de fer d'interêt général. (Cette communication paraîtra au *Bulletin*.)

Exploitation des tramways dans Paris. — M. *Rousselle* donne sur l'exploitation des tramways des détails très-intéressants. (Cette communication paraîtra au *Bulletin*.)

Appareils télégraphiques.—M. *Chambrier*, contrôleur du télégraphe au chemin de fer de l'Est, à Charleville, présente les modifications importantes qu'il a faites à son appareil télégraphique à cadran qui a déjà été examiné par la Société. (Arts économiques.)

DÉPOUILLEMENT DU SCRUTIN. — M. le *Président*, assisté de MM. les *Secrétaires*, procède au dépouillement du scrutin et constate que les propositions du Conseil ont réuni l'unanimité des suffrages; quarante-huit membres ont pris part au vote.

---

(1) Voy. *Bulletin* de 1878, 3e série, t. V, p. 543.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En conséquence, il proclame la composition du Bureau, pour l'année 1880, conformément à ce vote.

Président : M. J. B. Dumas.

Vice-présidents : MM. le baron Baude, le baron Thénard, Edmond Becquerel, le vice-amiral de Chabannes.

Secrétaires : MM. Eugène Peligot, Ch. de Laboulaye.

Censeurs : MM. le général Mengin-Lecreulx, le comte de Mony-Colchen.

Trésorier : M. Goupil de Préfeln.

Il déclare aussi que, par le même vote de l'assemblée générale, les élections suivantes, faites par le Conseil depuis la dernière assemblée générale, sont ratifiées :

Pour la commission des fonds : M. Fourcade.

Pour les arts mécaniques : M. Redier.

Pour l'agriculture : MM. Risler et Schlœsing.

Pour les constructions et beaux-arts : MM. Voisin-Bey et Rossigneux.

Nomination de membres. — Sont nommés membres de la Société : M. *Guelle* (L.), fabricant de corsets, à Paris ; M. *Bonnaz* (A.), rentier, à Paris.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LISTE

DES NOUVEAUX MEMBRES ADMIS EN 1879

A FAIRE PARTIE DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

MM.

Aubry-Vitet, propriétaire-cultivateur, à Paris.
Babey, manufacturier, à Saint-Pierre-lès-Calais.
Barbe, ingénieur civil, à Paris.
Blondeau, membre de la Société de pharmacie, à Paris.
Casalonga, ingénieur civil, à Paris.
Cavalerie, ingénieur civil, à Bordeaux.
Corron (César), teinturier, à Valbenoite-Saint-Étienne.
Delaurier (Émile), ingénieur civil, à Paris.
Demontzey, conservateur des forêts, à Aix.
Favier, ancien officier du génie, à Paris.
Gillet (François), chimiste, à Paris.
Gondouin, directeur-administrateur de la faïencerie de Gien.
Guiol, professeur de mathématique, à Marseille.
Jubecourt, directeur de la fabrique Utschneider et comp., à Digoin.
Lacroix (Jacques), ingénieur-mécanicien, à Lalinde (Gironde).
Lacroze (Jules), ingénieur civil, à Paris.
Lavalard, directeur de la cavalerie et des fourrages de la Compagnie générale des omnibus, à Paris.
Lavigne, fabricant de chaussures, à Salignac (Dordogne).
Lefèvre, ingénieur civil des mines, à Paris.

MM.

Le Franc, fabricant de couleurs et vernis, à Paris.
Lion (Auguste), fabricant de bijouterie en or, à Paris.
Livache, répétiteur à l'Institut national agronomique, à Paris.
Martin (Jean-Abel), chimiste, à Paris.
Marcadier, mécanicien, à Paris.
Monot, fabricant de cristaux, à Pantin.
Müller, homme de lettres, à Paris.
Oriolle, ingénieur-mécanicien, à Nantes.
Risler, directeur de l'Institut national agronomique, à Paris.
Ronna, ingénieur, à Paris.
Rossigneux, architecte, à Paris.
Soulages (Louis *de*), propriétaire, à Toulouse.
Streel (Charles), ingénieur, à Paris.
Tcherniac, chimiste, à Neuilly (Seine).
Thibaud, notaire, à Lavalla, près Saint-Chamond (Loire).
Vacher (R.), propriétaire, à Barsac (Gironde).
Veirane, négociant, à Marseille.
Vernhes (Jean), négociant, à Toulouse.
Vincent (Camille), professeur à l'École centrale des arts et manufactures, à Paris.
Voisin-Bey, ingénieur des ponts et chaussées, à Paris.
Vuillemin, directeur des mines d'Aniche (Nord).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES NOMS DES AUTEURS MENTIONNÉS

DANS LA SOIXANTE ET DIX-HUITIÈME ANNÉE DU BULLETIN.

(*Troisième série — tome VI.*)

(La lettre (P) à la suite d'un article indique qu'il ne s'agit que d'une présentation.)

A.

Achard. Perfectionnements à son frein à embrayage électrique, **169** (pl. **93**).

Albertini (*Luis E.*). Notice historique et statistique sur le Pérou, **550**, **601**.

Alglave (*Emile*). Sur les tabacs français à l'Exposition universelle de **1878**, **135** (dessins sur bois).

Allen Alfred. Sur quelques perfectionnements récents introduits dans la métallurgie du nickel, **33**.

André. Alimentateur de chaudières (P), **166**.

Anthoni (*G.*). Réclamation de priorité au sujet de l'emploi du caoutchouc vulcanisé pour amortir les vibrations causées par les machines (P), **166**.

Armengaud (aîné). Les moulins à farine à l'Exposition de **1878** (P), **167**.

B.

Badoureau. Sur le traitement de quelques minerais de nickel de l'Europe, **43** (dessins sur bois).

Balard. Son éloge, par M. *Dumas*, **192**.

Barbe (*Eug.*). Fabrication du vinaigre suivant la méthode luxembourgeoise (P), **647**.

Bardy. Sur la préparation de l'alcool méthylique pur, **499**.

Barre (*Albert*). Membre du Conseil; sa mort, **52**.

Barthélemy. Appareil pour apprendre aux enfants à lire sur les horloges (P), **217**.

Baruzzi (*A.*). Matière propre à faire des moules pour la galvanoplastie (P), **166**.

Baude. Sur le système de norias employé au chemin de fer de l'Est pour le chauffage de bouillottes mobiles, **17** (pl. **90** et dessins sur bois).

— Sur le projet de chemin de fer Trans-Saharien de M. *Duponchel*, **184** (pl. **95**).

— Note sur l'emploi des locomotives à quatre grandes roues accouplées dans les trains à grande vitesse, **290** (dessins sur bois et pl. **99**).

— Allocution prononcée au banquet du cinquantième anniversaire de l'entrée au Conseil de la Société de M. *Dumas* président, **337**.

— Rapport sur le système de chauffage des wagons de chemins de fer de M. *Guilard*, **453** (pl. **103**).

— Rapport sur un instrument dit polymètre de M. *Couturier*, servant à mesurer l'écartement, le surhaussement ou l'inclinaison des voies ferrées, **565** (pl. **107**).

Bauer (*Julius*). Premiers échantillons d'acier chromé, **260**.

Bell (*Lowthian*). Lettre au sujet des essais ayant pour but de déphosphorer la fonte, **243**.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Bella. Sur de nouveaux silos pour la conservation des grains, **118**.
— Rapport sur les procédés employés par MM. *Defoy* et *Moreau* pour le dressage des chevaux rebelles, **356**.
Belz-Penot. Mouture du maïs et du sarrasin (P), **644**.
Biardot, *Possoz* et *Lecuyer*. Conservation des légumes sans emploi de sels de cuivre ni de chlorophylle (P), **380**.
Bigner (*A.*). Moyen de mesurer simplement une surface irrégulière (P), **617**.
Blanchet (*Zutma*). Application de la pression atmosphérique au service de l'extraction pour l'exploitation des mines à toute profondeur, **521** (pl. **105** et **106**).
Bohain. Équerre graphométrique pour l'arpentage (P), **617**.
Boitel. Sur le système des prairies de M. *Gœtz*, **246**.
Bonnes (*Ch.*). Nouvelle veilleuse sans mèche (P), **380**.
Boothby (*Josiah*). Sur l'Australie du Sud, **631**.
Bosshard (*Henri*). Nouveau régulateur pour machines à vapeur (P), **561**.
Bouilhet et *Christofle*. Leur procédé de traitement des minerais de nickel par la voie humide, **37**.
Bouilliant. Application de ses liens en fer à la construction de ponts volants, **653**.
Bourdon (*Charles*). Nouvel organe de machines, **57** (dessins sur bois).
Bourgeois. Membre du Conseil ; sa mort, **654**.
Bourguignon. Fabrication de tissus en plumes (P), **617**.
Boussingault. Sur la production, la constitution et les propriétés des différentes sortes d'acier chromé, **260**, **322**, **373**, **433**.
Boutillier. Rapport sur la machine imaginée par M. *Denain* pour faire des briquettes de houille, **228**.
Bozerian. Projet de loi présenté au Sénat pour la protection des noms commerciaux et le moyen de s'opposer à l'usurpation des médailles et récompenses honorifiques décernées à l'industrie (P), **561**.
Bresson (*André*). Appareil pour carboniser le bois en vases clos (P), **647**.
Breton-Maire. Frein à patins pour les trains de chemins de fer (P), **558**.
Brisac. Sur les nouveaux essais d'éclairage au gaz, **451**.
Brodie. Mémoire sur le calcul des opérations chimiques (P), **390**.
Bunsen. Méthode de séparation de l'antimoine et de l'arsenic, **269**.
Burat. Lettre au sujet des explosions de grisou arrivées aux mines de Frameries, **442**.

C.

Cacheux (*A.*) et *Émile Muller*. Ouvrage sur les habitations ouvrières de tous les pays (P), **446**.
Callier. Nouveau balancier compensateur pour les chronomètres de marine, **568** (pl. **107**).
Calmette (*W.*). Appareil automatique à faire les nivellements (P), **617**.
Canelle. Carte du bassin houiller du Nord de la France, **652**.
Cauvy. Emploi du sulfocarbonate de chaux contre le phylloxera (P), **380**.
Cayrel. Appareil pour l'allaitement des animaux nouveau-nés (P), **647**.
Chambault (*L.*). Système de culture de la vigne (P), **655**.
Chambrier. Perfectionnements à ses appareils télégraphiques (P), **657**.
Chassagnot (*A. R.*). Presse à essuyage mécanique pour l'impression en taille douce (P), **165**.
Chavinier. Nouveau mécanisme appliqué à la fermeture des boutiques, **175** (pl. **94**).
Chenot (aîné). Marteau atmosphérique (P), **446**.
Chevallier. Membre du Conseil ; sa mort, **654**.
Cheymol. Moteur à air comprimé (P), **617**.
Christofle et *Bouilhet*. Leur procédé de traitement des minerais de nickel par la voie humide, **37**.
Ciechanowicki et *Schwob*. Nouvelle lampe de sûreté pour les mines (P), **53**.
Clémandot. Emploi du verre filé blanc dans les globes de verre pour la diffusion de la lumière électrique, **167**.
Colladon (*D.*). Sur les travaux du tunnel du Saint-Gothard, **319**.
Collignon (*Ed.*). Rapport sur la machine locomotive sans foyer de M. *Léon Francq*, **9** (pl. **89**).
— Rapport sur le frein à embrayage électrique de M. *Achard*, **169** (pl. **93**).
Comberousse (*Ch. de*). Notice sur l'École centrale des arts et manufactures, **448**.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Comberousse (*Ch. de*). Discours au sujet de la célébration du cinquantième anniversaire de la fondation de l'École centrale, 472.
— Histoire de l'École centrale des arts et manufactures (P), 499.
Compagnie de Terre-Noire. Des fontes de diverses qualités fabriquées par elle et des expériences entreprises sur les aciers martelés et laminés à doses variables de carbone, de manganèse ou de phosphore, 156.
Consolin (*L.*). Graisseur continu pour machines à vapeur (P), 389.
Conti de Barbaran. Toitures soulevables (P), 388.
Conti (*L.*). Nouveau système de distribution pour les machines à vapeur (P), 438.
Corenwinder et *Contamine*. De l'influence des feuilles sur la production du sucre dans les betteraves (P), 559.
Coret. Thermomètres métalliques, 624.
Coronel (*de*) et *Loupias*. Ligne télégraphique pour empêcher les collisions sur les chemins de fer (P), 651.
Corplet. Réparation des émaux, 382.
Couillaut (*E.*). Appareil pour élever de l'eau au moyen de deux colonnes liquides en mouvement (P), 617.
Coulogne. Appareil servant à donner la voie aux scies, 225 (dessins sur bois).
Couturier. Instrument, dit polymètre, servant à mesurer l'écartement, le surhaussement ou l'inclinaison des voies de chemins de fer, 565 (pl. 107).
Crépaux. Sur une expérience curieuse faite avec le téléphone, 450.
Crozet. Quantièmes appliqués aux montres, 456 (pl. 103).
— Simplifications apportés à ses quantièmes de montres, 621 (dessin sur bois).

D.

Dane et *H. Dade*. Fabrication du coton de verre (P), 643.
Davanne. Rapport sur la souscription ouverte par la ville de Chalon-sur-Saône pour élever une statue à *Joseph-Nicéphore Niepce*, 238.
— Réponse à une lettre de M. *de Lafollye*, relative à l'émulsion sèche au bromure d'argent de M. *Chardon*, 304.
Davanne. La photographie, son origine et ses applications (P), 618.
Debray. Communication sur les appareils d'éclairage pour projection dans les cours publics, de M. *Duboscq*, 279.
— Rapport sur l'emploi fait par M. *Hélouis* du métal blanc et des lames irisées dans la passementerie, 284.
Defoy et *Moreau*. Nouveau système de boucles pour l'attelage des chevaux (P), 53.
— Procédé pour le dressage des chevaux rebelles, 356.
Delaris (*C.*). Appareils en terre cuite poreuse pour l'agriculture (P), 389.
Delaurier (*E.*). Machine à vapeur rotative à injection (P), 440.
Demolon-Lecollier. Appareil de conjugaison des aiguilles et disques de chemins de fer (P), 388.
Denain. Machine à faire les briquettes de houille, 228.
Deniau (*A.*). Modérateur chronométrique (P), 446.
Denis (*Th.*). Emploi de la chaux contre le phylloxera (P), 167.
Deprez (*Marcel*). Appareil magnéto-électrique reversible, 440.
Deydier. Système de machine hydraulique (P), 643.
Doré. Machine à vapeur avec système supprimant l'emploi du chauffeur (P), 559.
Duboscq. Rppareils d'éclairage pour projections dans les cours publics, 279.
Ducray-Chevallier. Sa mort, 655.
Dufour et *Rouaix*. Palette à essayer les huiles, 573.
Dumas (président). Éloge de M. *Balard*, 192.
— Communication sur un nouveau mode de traitement des pyrites de cuivre, 275.
— Discours prononcé au banquet du cinquantième anniversaire de son entrée au Conseil de la Société, 340.
— Remarques au sujet de la catastrophe de grisou arrivée aux mines de Frameries, 444.
— Communication sur l'École centrale des arts et manufactures, 447.
— Discours au sujet de la célébration du cinquantième anniversaire de la fondation de l'École centrale, 464.
Du Moncel (comte *Th.*). Rapport sur le régulateur de lumière électrique de M. *Emile Reynier*, 63 (pl. 91).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Du Moncel (comte *Th.*). Rapport sur la pile à bioxyde de manganèse et chlorure de zinc de M. *Gaiffe*, **113.**
— Rapport sur le système de réglage appliqué par M. *Dumoulin-Froment* aux appareils de télégraphie *Morse*, **182.**
— Communication sur le téléphone parlant à haute voix de M. *Gower*, **218.**
— Rapport sur la lampe électrique à incandescence de M. *Reynier*, **281** (pl. **98**).
Dumoulin (aîné). Appareil servant à relever mécaniquement le profil d'un terrain, **619.**
Dumoulin-Froment. Réglage des appareils de télégraphie *Morse*, **182.**
Duponchel (*A.*). Études préliminaires d'un projet de chemin de fer Trans-Saharien, **184** (pl. **95**).

E.

Englebert et *Paraire*. Nouvel emploi du fer dans la construction des maisons, **331.**
Eon. Thermométrographe électrique (P), **166.**
Evoy. Emploi du téléphone pour s'assurer de l'état des torpilles fixes, **335.**

F.

Farcy (*A.*). Extraction économique du tanin des résidus des tanneries (P), **656.**
Felizet (*C. L.*). Petit Berquin agricole (P), **446.**
Fenon (*Auguste*). Système de remise à l'heure pour les horloges publiques et les pendules (P), **617.**
Filsinger. Emploi, dans la fabrication de l'acier au tungstène, du tungstène extrait du tungstate de soude du commerce, **379.**
Folbarri (*P.*) Procédé pour rendre le bois incombustible, **437.**
Forquenot. Système de chauffage des bouillottes mobiles au chemin de fer d'Orléans, **24** (pl. **90**).
Fourcade. Lettre au sujet de la fondation d'un prix par la classe **47** de l'Exposition universelle de **1878, 441.**
— Son entrée au Conseil comme membre de la commission des fonds, **507.**
Francq (*Léon*). Locomotive sans foyer, **9** (pl. **89**).
Frémy. Rapport sur le système d'utilisation des matières de vidange de M. *D'Hubert*, **328.**
Fua (de Padoue). Sur l'emploi du mais dans l'alimentation, **382.**
Furniss Potter (*W.*). Sur les chemins de fer du Japon, **163.**

G.

Gaiffe. Pile à bioxyde de manganèse et chlorure de zinc, **113.**
— Dépôts galvaniques de cobalt, **236.**
Gaillon (*F. A.*). Foudres et cuves en céramique (P), **388.**
Gallois (*E.*). Procédé pour augmenter le rendement des betteraves dans la fabrication du sucre (P), **655.**
Garforth. Substitution de l'air comprimé à la poudre pour l'abatage du charbon dans les mines de houille, **331.**
Garnier (*Jules*). Son procédé de traitement des minerais de nickel, **39.**
Gary (*A.*). Machine à scier la pierre économiquement (P), **644.**
Gaudin. Baromètre hydraulique perfectionné (P), **647.**
Gault (*Henri*). Moyen de prolonger la durée de la marche des horloges (P), **560.**
Gauthier (*J.*). Traduction du traité de chimie industrielle de *Wagner* (P), **561.**
Gauthier (*Raphaël*). Procédé pour la conservation des fourrages (P), **561.**
Gautier (*L.*). Manuel pratique de la fabrication et du raffinage du sucre de betterave (P), **647.**
Gay-Lussac. Sa réponse à la note de Gmelin publiée en **1828** au sujet de la préparation de l'outremer artificiel, **545.**
Georget (*A.*). Proposition d'appliquer des timbres électriques aux poteaux télégraphiques des chemins de fer pour éviter les collisions (P), **617.**
Gerardin. Recherches nouvelles sur l'essai des huiles (P), **446.**
Gilchrist et *Thomas*. Expériences de déphosphoration de la fonte, **28.**
Girard (*Aimé*). Rapport sur les méthodes imaginées par M. *Kuhlmann* fils pour reconnaître la com-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

position et pour mesurer le volume des gaz et des vapeurs acides débités par les cheminées d'usines, 68.
Girard (Aimé). Rapport sur le système de bateau en tôle imaginé par M. *Kuhlmann* fils pour le transport de certains liquides industriels, 229.
Gmelin. Sa note du 22 mars 1828 au sujet de la préparation de l'outremer artificiel, 544.
Gœtz. Système de prairies, 246.
Goulier (colonel). Rapport sur les quantièmes appliqués aux montres par M. *Crozet*, 456 (pl. 103).
— Rapport sur les nouvelles simplifications apportées par M. *Crozet* à ses quantièmes de montres, 621 (dessin sur bois).
Gournerie (de la). Essai sur le principe des tarifs dans l'exploitation des chemins de fer, 85 (dessin sur bois).
Gower. Téléphone parlant à haute-voix, 218.
Grandjean. Rapporteur pour les levés topographiques, 117.
Grawitz. Sur l'impression en noir d'aniline des étoffes de laine et de soie, 277.
Grouchy (vicomte *de*). Membre du Conseil; sa mort, 654.
Gruner. Sur divers essais entrepris récemment pour déphosphorer la fonte, 26.
— Réponse à une lettre de M. *Lowthian Bell* sur le même sujet, 245.
— Sur les progrès modernes accomplis dans la métallurgie, 361.
Guignet. Sur la culture du manioc et la fabrication du tapioca au Brésil, 516.
Guimet. Lettre à MM. *Zuber* sur l'historique des fabriques d'outremer, 539.
Guimet fils. Réponse à un article d'un journal allemand contestant à son père la priorité de la découverte de l'outremer artificiel, 543.
Guilard. Système de chauffage destiné aux voitures de chemins de fer, 453 (pl. 103).

H.

Hanrez (P.). Procédé pour accrocher des wagons à un train de chemin de fer en marche (P), 616.
Haton de la Goupillière. Rapport sur le nouvel organe de machine de M. *Charles Bourdon*, 57 (dessins sur bois).
Haton de la Goupillière. Rapport sur l'horloge mystérieuse de M. *Rosset*, 346 (pl. 100 et dessin sur bois).
— Rapport sur la pendule mystérieuse de M. *Théodore*, 348 (pl. 100).
— Rapport sur le balancier compensateur pour les chronomètres de marine de M. *Callier*, 568 (Pl. 107).
— Revue des progrès récents de l'exploitation des mines et de la construction des machines à vapeur (P), 645.
— Communication sur la carte du bassin houiller du Nord de la France dressée par M. *Canelle* 652.
Heinrich (C.). Sur l'emploi des locomotives pour le transport de la houille dans les mines de Doman (Hongrie), 332.
Hélouis. Emploi du métal blanc et des lames irisées dans la passementerie, 284.
Heuzé (Louis). Projet de chemin de fer métropolitain à voie spéciale en plein air (P), 217, 657.
Hill. De la concurrence faite par l'industrie américaine sur les marchés de l'Europe, 96.
Hollzmann (E.). Procédé pour l'impression des dessins en couleur (P), 221.
Hubert (D'). Système d'utilisation des matières de vidange, 328.
Husson (C.). Le café, la bière et le tabac (P), 618.

J.

Jannin (E.). Nouveau genre de cliché pour la typographie (P), 273.
Jaubert (Léon). Appareils d'optique de grande dimension (P), 655.
Jeanty (E.) et *Ch. Talard*. Nouveau système de vidanges (P), 618.
Joachim (E.). Nouveau système de chaudière à bouilleurs (P), 644.
Joye E. Grice. Emploi de la vapeur comme combustible pour produire de très-hautes températures (P), 380.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

K.

Kamiensky. Procédé de traitement des minerais de nickel par la voie humide, 39.
Kuhlmann fils. Méthode pour reconnaître la composition et pour mesurer le volume des gaz et des vapeurs acides débités par les cheminées d'usines, 71 (dessin sur bois).
— Note sur un système de bateau en tôle pour le transport de certains liquides industriels, 232 (pl. 96).

L.

Laboulaye (*de*). Rapport sur l'appareil de M. *Coulogne* servant à donner la voie aux scies, 225 (dessins sur bois).
— Economie des machines et des manufactures (P), 648.
Lacour (*G.*). Mouton automoteur à vapeur (P), 389.
Lafollye (*de*). Lettre au sujet de l'émulsion sèche au bromure d'argent préparée par M. *Chardon*, 302.
Lamon (*Rémy*). Echelles de sauvetage pour les incendies (P), 52.
Lamoureux. Membre de la Société; sa mort, 655.
Laurent (*Léon*). Spectroscope à vision directe (P), 218.
— Ses appareils de physique et de précision, 426.
Lavaud de Lestrade. Procédé pour rendre plus précise la direction des fusées (P), 166.
Laville. Appareils à sonnerie trembleuse, 177 (pl. 94).
Lawes et *Mac Lennan*. Système automatique d'extinction des incendies de théâtres, 164.
Leblanc (*André*). Moyen d'amortir les vibrations causées par les marteaux mécaniques (P), 499.
Le Blanc (*F.*). Rapport sur le Guide pour l'analyse des sucres (2e édition) de MM. *E. Laugier* et *Commerson*, 574.
Leblanc (*René*). Mémoire sur l'épaillage, 577.
Lecuyer, *Possoz* et *Biardot*. Conservation des légumes sans emploi de sels de cuivre ni de chlorophylle (P), 380.
Legrand. Rapport sur la fondation d'un prix par la classe 47 de l'Exposition universelle de 1878, 514.
Lemercier. Machine à biseauter les glaces (P), 273.
Lenoir. Procédé de reproduction des planches gravées d'après des clichés photographiques, 387.
Lepaute (*Henry*). Enregistreurs et avertisseurs des manœuvres des écluses de la rivière d'Aa, 619.
Leurs (*F.*). Guide pratique des fabricants de sucre (P), 167.
Leyh (*Frederic*). Traité d'anatomie des animaux domestiques (P), 618.
Loir. Notes historiques sur la découverte de l'outremer artificiel, 537.
Lorilleux (*Ch.*). Fabrication des encres typographiques et lithographiques, 351.
Loupias et *de Coronel*. Ligne télégraphique pour empêcher les collisions sur les chemins de fer (P), 651.
Luynes (*V. de*). Rapport sur la fabrique d'encres typographiques et lithographiques de M. *Lorilleux*, 351.
— Communication sur les réparations d'émaux faites par M. *Corplet*, 382.
— Rapport sur les appareils de physique et de précision de M. *Laurent*, 426.
— Rapport sur une nouvelle méthode de M. *Rosenstiehl* pour la détermination des couleurs complémentaires et l'application qu'on peut en faire dans la décoration, 509.
— Rapport sur la palette à essayer les huiles de MM. *Dufour* et *Rouaix*, 573.
— Rapport sur les thermomètres métalliques de M. *Coret*, 624.

M.

Mac Lennan et *Lawes*. Système automatique d'extinction des incendies de théâtres, 164.
Magnuski. Appareil pour apprendre la géométrie descriptive (P), 389.
Maffre. Nouvel alliage imitant l'or, 334.
Mangon (*Hervé*). Sur l'application des liens en fer de M. *Bouilliant* pour l'établissement de ponts volants, 653.
— Sur l'emploi des forces hydrauliques aux travaux domestiques, 653.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Marcadier. Machine à détirer les tissus, 66 (pl. 91).
Marion (*J.*). Système de direction des ballons (P), 446.
Matisse (*J.*). Serrure de sûreté (P), 380.
Maublanc (*P.*). Nouvel appareil de chauffage (P), 618.
Melsens. Sur les mines de houille dans lesquelles on a constaté la présence du grisou (P), 559.
Menant. Système de tuile en zinc ou en tôle galvanisée (P), 273.
Ménier. L'avenir économique (P), 648.
Messner et *Ulhric*. Régulateur de la pression du gaz (P), 380.
Michel (*Félix*). Procédé contre le phylloxera (P), 644.
Moissan (*Henri*). Fabrication d'un noir par le traitement des écumes de défécation et de carbonatation, 561.
Monot. Nouveau genre de cristaux colorés, 168.
Monrocq. Développement dans l'emploi du zinc pour remplacer les pierres lithographiques (P), 644.
Moreau. Grilles artistiques en fer forgé, 428.
Moreau et *Defoy*. Nouveau système de boucles pour l'attelage des chevaux (P), 53.
— Procédé pour le dressage des chevaux rebelles, 356.
Mouquet (*Hector*). Appareils thermosiphons pour le chauffage des serres et appartements (P), 438, 651.
Moussard. Machine à vapeur avec régulateur dynamométrique (P), 440.
Muller (*Émile*) et *A. Cacheux*. Ouvrage sur les habitations ouvrières de tous les pays (P), 446.

N.

Naudin et *Schneider*. Réclamation de priorité au sujet de l'emploi du chlorure de méthyle pour l'extraction des parfums (P), 656.
Neumann-Spollart. Etat actuel des chemins de fer dans le monde entier, 51.
Niepce (*Joseph-Nicéphore*). Souscription ouverte par la ville de Chalon-sur-Saône pour lui élever une statue, 238, 306.
Nobel. Gélatine-dynamite, 330.
Nusse (*E.*) et *Perrin* (*J.*). Le travail des enfants dans l'arrachage de la betterave (P), 167.

O.

Olivier-Lecq (*P.*). Système d'amélioration de la graine de betterave, 55.
Otto. Nouveau moteur à gaz perfectionné, 459 (pl. 104).

P.

Paraire et *Englebert*. Nouvel emploi du fer dans la construction des maisons, 331.
Parkes (*Alexander*). Son procédé de traitement des minerais de nickel, 39.
Peligot (*Eugène*). Communication sur les produits de la faïencerie de Gien, 54.
— Communication sur le système d'amélioration de la graine de betterave de M. *P. Olivier-Lecq*, 55.
— Communication sur les nouveaux genres de cristaux colorés de M. *Monot*, 168.
— Communication sur les globes de M. *Clémandot* pour la diffusion de la lumière électrique, 167, 278.
— Sur quelques propriétés des glucoses, 628.
Peligot (*Henri*). Rapport sur un nouveau crochet de M. *Scherpereel* destiné à porter les fardeaux, 627.
Perrin (*J.*) et *E. Nusse*. Le travail des enfants dans l'arrachage de la betterave (P), 167.
Persoz (*J.*). Ouvrage sur le conditionnement, le titrage et la décreusage de la soie, 115.
Petit (*A.*). Machine à tailler les limes (P), 656.
Phillips (*Arthur G.*). Des vapeurs nuisibles émises dans l'atmosphère par certaines usines, et du rapport fait à ce sujet par la récente Commission royale de la Grande-Bretagne, 307.
Pihet. Rapport sur la machine à détirer les tissus de M. *Marcadier*, 66 (pl. 91).
— Rapport sur le nouveau mécanisme de fermeture des boutiques imaginé par M. *Chavinier*, 175 (pl. 94).
Poirrier (*A.*). Lettre de réclamation au sujet de la préparation de l'alcool méthylique faite par M. *Bardy*, 645.
Possoz, *Biardot* et *Lecuyer*. Conservation des lé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gumes sans emploi des sels de cuivre ni de chlorophylle (P), 380.
Proux (*Louis*). Tarare ventilateur pour nettoyer les grains (P), 166.

Q.

Quequet. Appareil donnant rapidement la densité d'un corps solide (P), 221.
Quesneville (*Georges*). De l'influence du mouvement sur la hauteur du son (P), 273.

R.

Raffard (*N. J.*). Régulateur de température (P), 216.
— Appareil de sûreté contre les incendies (P), 389.
Regray. Système de chauffage des bouillottes mobiles sur le chemin de fer de l'Est, 22 (pl. 90).
Renard (*Louis*). Procédé pour raviver les couleurs passées des étoffes de laine, soie, etc. (P), 561.
Reynier (*Emile*). Régulateur de lumière électrique, 63 (pl. 91).
— Lampe électrique à incandescence, 281 (pl. 98).
Richter. Méthode de détermination du carbone dans les aciers, 334.
Risler. Son entrée au Conseil comme membre du comité d'agriculture, 221.
Robinson (*Charles*). Sur les progrès et ressources de la Nouvelle-Galles du Sud, 482.
Rosenstiehl. Nouvelle méthode pour la détermination des couleurs complémentaires et application qu'on en peut faire dans la décoration, 509.
Rosset. Pendule mystérieuse, 346 (pl. 100 et dessin sur bois).
Rouaix et *Dufour*. Palette à essayer les huiles, 573.
Rozan. Procédé de séparation de l'argent du plomb, 272.

S.

Salverte (*de*). Rapport sur les grilles artistiques en fer forgé de M. *Moreau*, 428.
Sauvage. Système de robinet évitant les coups de bélier (P), 558.
Scherpereel. Nouveau crochet pour porter les fardeaux, 627.
Schneider et *Naudin*. Réclamation de priorité au sujet de l'emploi du chlorure de méthyle pour l'extraction des parfums (P), 656.
Schutzenberger. Rapport sur l'ouvrage de M. *J. Persoz*, intitulé : conditionnement, titrage et décreusage de la soie, 115.
— Communication sur le procédé de méthylation de l'aniline de M. *Vincent*, 221.
— Rapport sur le même procédé, 287.
Schwob et *Ciechanowicki*. Nouvelle lampe de sûreté pour les mines (P), 53.
Sebert. Sur un appareil destiné à faire connaître la loi du mouvement de recul d'une bouche à feu et celle du mouvement du projectile, 75 (Pl. 92 et dessin sur bois).
— Rapport sur un système de rapporteur pour les levés topographiques de M. le capitaine *Grandjean*, 117.
— Rapport sur les appareils à sonnerie trembleuse de M. *Laville*, 177 (pl. 94).
— Rapport sur la machine à calculer de M. *Thomas* de Colmar, perfectionnée par M. *Thomas de Bojano*, 393 (pl. 101, 102 et dessin sur bois).
Seguin (*Ch. E.*). Système remplaçant la typographie (P), 644.
Sergines (*J.*). Appareil catoptrique pour l'éclairage des rues par le gaz (P), 618.
Serrin (*V.*). Nouveau système de régulateur pour la lumière électrique (P), 217.
Siat (M^me^ *Hortense*). Système d'aérostation (P), 499.
Sidot. Réclamation de priorité au sujet de l'emploi de l'électricité contre les chevaux vicieux, 389.
Siemens. Emploi du verre trempé pour les traverses de chemins de fer, 643.
Simon (*Édouard*). Communication sur l'unification du numérotage des fils, 383.
— Etudes sur les machines nouvelles de la filature et du tissage à l'Exposition de 1878 (P), 648.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Smith (général). Construction du premier pont en acier en Amérique, **335**.
Smith (*Laurence*). Sur des stalactites de quartz trouvées en Amérique dans un fourneau *Martin-Siemens*, **274**.
Société scientifique industrielle de Marseille. Concours ouvert pour un prix de 2 000 francs (P), **645**.
Somasco. Moyen d'humidifier l'air des salles de filature (P), **618**.
Sparre (comte *de*). Procédé pour le piquage mécanique des cartons du métier Jacquart (P), **617**.

T.

Talard (*Ch.*) et *E. Jeanty*. Nouveau système de vidanges (P), **618**.
Teissonnière. Sur le traitement d'un vignoble attaqué par le phylloxera, **390**.
Théodore. Pendule mystérieuse, **348** (pl. **100**).
Thevenet (*G.*). Machines à composer et à distribuer les caractères typographiques (P), **217**.
Thiolier (*G.*). Appareil de sûreté pour les machines à vapeur (P), **447**.
Thomas de Bojano. Machine à calculer, **393** (pl. **101**, **102** et dessin sur bois).
Thomas et *Gilchrist*. Expériences de déphosphoration de la fonte, **28**.
Troost. Rapport sur les dépôts galvaniques de cobalt obtenus par M. *Gaiffe*, **236**.
Trouvé. Nouveaux appareils électriques (P), **391**.
Tyson. Petite machine à vapeur de 1/2 cheval (P), **559**.

U.

Ulhric et *Messner*. Régulateur de la pression du gaz (P), **380**.

V.

Vacher (*R.*). Moyen d'arrêter les chevaux emportés, (P), **53**.
Verlinde (*Léon*). Nouveau mode d'accrochage des wagons de chemins de fer (P), **440**.
Vincent (*Ad.*). Sur les filaments du jute, **275**.
Vincent (*C.*). Procédé de méthylation de l'aniline, **221**, **287**.
— Application du chlorure de méthyle à l'extraction des parfums, **648**.
Vuillemin. Les mines de houille d'Aniche, **205**, **251**.
— Sur la condition économique de l'exploitation de la houille en France et dans les pays voisins, **640**.

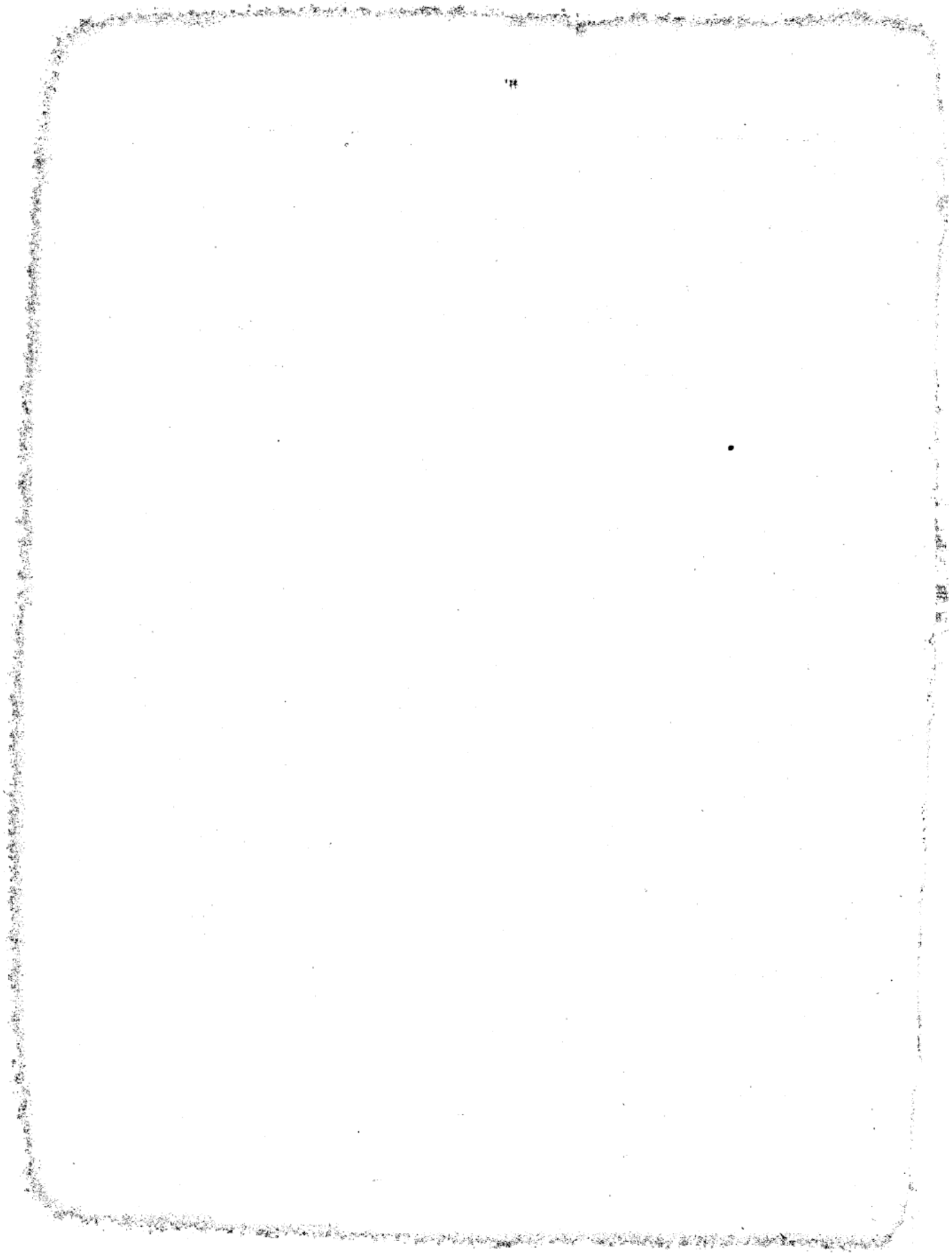
W.

Wagner. Traité de chimie industrielle (P), **561**.
Weiss (*E.*). Sur les causes de détérioration des chaudières à vapeur (P), **647**.
Wery (*Eug.*). Système de ventilation pour cheminées d'usines procurant une économie de combustible (P), **644**.
Winnerl. Son perfectionnement aux balanciers de chronomètres de marine, **569**.
Wolff. Note sur une nouvelle pédale de piano, dite tonale ou harmonique, **240** (pl. **97**).

Z.

Zundel. Traduction du traité d'anatomie des animaux domestiques de *Fréderic Leyh* (P), **618**.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE

ALPHABÉTIQUE ET ANALYTIQUE

DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LA SOIXANTE ET DIX-HUITIÈME ANNÉE DU BULLETIN.

(*Troisième série — tome VI.*)

(La lettre (**P**) à la suite d'un article indique qu'il ne s'agit que d'une présentation.)

A.

Acier. Des fontes de diverses qualités de la Compagnie de Terre-Noire et des expériences faites par cette Compagnie sur l', martelé et laminé à doses variables de carbone, de manganèse ou de phosphore, 156.
— Sur la production, la constitution et les propriétés des différentes sortes d', chromé, par M. *Boussingault*, 260, 322, 373, 433.
— Méthode de détermination du carbone dans les, par M. *Richter*, 334.
— Emploi de l', pour la construction d'un pont en Amérique, par le général *Smith*, 335.
— Emploi dans la fabrication de l', au tungstène, du tungstène extrait du tungstate de soude du commerce, par M. *Filsinger*, 379.
— Résultats économiques produits par l'emploi de de l', *Bessemer*, 437.
Aérostation. Système de direction des ballons, par M. *J. Marion*, (P), 446.
— Autre système du même genre, par Mlle *Hortense Siat* (P), 499.
Agriculture. Sur de nouveaux silos pour la conservation des grains, par M. *Bella*, 118.
Agriculture. Sur les prairies selon le système de M. *Gœtz*, par M. *Boitel*, 246.
— Application de l'électricité au labourage, 378.
— Appareils en terre cuite poreuse pour l', par M. *C. Delaris* (P), 389.
— Sur la culture du manioc et la fabrication du tapioca au Brésil, par M. *Guignet*, 516.
Air. Sur la substitution de l', comprimé à la poudre pour l'abatage du charbon dans les mines, par M. *Garforth*, 331.
— Emploi de l', au lieu de la vapeur pour faire manœuvrer les marteaux-pilons, par M. *Chenot* (P), 446.
— Application de la pression de l', atmosphérique au service de l'extraction pour l'exploitation des mines à toute profondeur, par M. *Zulma Blanchet*, 521 (pl. 105 et 106).
— Emploi de l', comprimé comme moteur, par M. *Cheymol* (P), 617.
— Moyen d'humidifier l', des salles de filature, par M. *Somasco* (P), 618.
Alcool. Sur la préparation de l', méthylique pur; communication de M. *Bardy*, 499.
— Lettre de réclamation de M. *A. Poirrier* au sujet de la préparation de l'alcool méthylique pur faite par M. *Bardy*, 645.
Allaitement. Appareil pour l', des animaux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nouveau-nés, par M. *Cayrel* (P), 647.
Alliages. Nouvel, imitant l'or, par MM. *Maffre* et *comp.*, 334.
— Dosage du carbone contenu dans les, de fer et de tungstène, de fer et de manganèse, par M. *Boussingault*, 376.
Allumettes chimiques. Les fabriques d', en Suède, 108.
Aniline. Procédé de méthylation de l', par M. *Vincent*; communication de M. *Schutzenberger*, 221; rapport du *même*, 287.
— Sur l'impression en noir d', des étoffes de laine et de soie, par M. *Grawitz*, 277.
Antimoine. Méthode de séparation de l'antimoine et de l'arsenic, par M. *Bunsen*, 269.
Anniversaire. Célébration par un banquet du cinquantième, de l'entrée au Conseil du président de la Société d'encouragement, 337; allocution de M. *Baude*, *ibid.*; réponse de M. *Dumas*, 340.
— Célébration du cinquantième, de la fondation de l'Ecole centrale de arts et manufactures; discours de M. *Dumas*, 464; discours de M. *de Comberousse*, 472.
Appareils. Système d', à sonnerie trembleuse, par M. *Laville*; rapport de M. *Sebert*, 177 (pl. 94).
— Pour apprendre aux enfants à lire sur les horloges, par M. *Barthélemy* (P), 217.
— Servant à donner de la voie aux scies, par M. *Coulogne*; rapport de M. *de Laboulaye*, 225 (dessins sur bois).
— Pour projections dans les cours publics, par M. *Duboscq*; communication de M. *Debray*, 279.
— Graisseur continu pour machines à vapeur, par M. *L. Consolin* (P), 389.
— De sûreté contre les incendies, par M. *J. N. Raffard* (P), 389.
— Pour apprendre la géométrie descriptive, par M. *Magnuski* (P), 389.
— Nouveaux, électriques, par M. *Trouvé*, 391.
— De physique et de précision, par M. *Laurent*; rapport de M. *de Luynes*, 426.
— Système d', magnéto-électrique reversible, par M. *Marcel Deprez*, 440.
— Enregistreurs et avertisseurs des manœuvres des écluses de la rivière d'Aa, par MM. *Henry Lepaute*, 619.
— Système d', pour relever mécaniquement le profil d'un terrain, par M. *Dumoulin*, 619.
— Système d', servant à l'allaitement des animaux nouveau-nés, par M. *Cayrel* (P), 647.
Argent. Procédé de séparation de l', du plomb, par M. *Rozan*, 272.
Arpentage. Equerre graphométrique pour l', par M. *Bohain* (P), 617.
— Moyen de mesurer simplement une surface irrégulière, par M. *A. Bigner* (P), 617.
Arsenic. Méthode de séparation de l'antimoine et de l', par M. *Bunsen*, 269.

B.

Balistique. Sur un appareil destiné à faire connaître la loi du mouvement de recul d'une bouche à feu et celle du mouvement du projectile, par M. *Sebert*, 75 (pl. 92 et dessin sur bois).
Banquet du Conseil de la Société, 337; allocution de M. *Baude*, *ibid.*; réponse de M. *Dumas*, 340.
Bateaux. Système de, en tôle pour le transport de certains liquides industriels, par M. *Kuhlmann* fils; rapport de M. *A. Girard*, 229; note de M. *Kuhlmann*, 232 (pl. 96).
Bétail. Sur l'élève du, dans la République Argentine, 110.
Betteraves. Système d'amélioration de la graine de, par M. *P. Olivier-Lecq*; communication de M. Peligot, 55.
— Emploi industriel des écumes de défécation et de carbonatation provenant de la fabrication du sucre de, par M. *Henri Moissan*, 561.
— Procédés pour augmenter le rendement des, dans la fabrication du sucre, par M. *É. Gallois* (P), 655.
Bibliographie. Conditionnement, titrage et décreusage de la soie, par M. *J. Persoz*; rapport de *M. Schutzenberger*, 115.
— Guide pratique des fabricants de sucre, par M. *F. Leurs*, 167.
— Les moulins à farine à l'Exposition de 1878, par M. *Armengaud* aîné, 167.
— Le travail des enfants dans l'arrachage de la betterave, etc., par M. *E. Nusse* et *J. Perrin*, 167.
— Les mines de houille d'Aniche, par M. *Vuillemin*, 205, 251.
— Études préliminaires d'un projet de chemin de fer Trans-Saharien, par M. *A. Duponchel*; note de M. *Baude*, 184 (pl. 95).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Bibliographie. De l'influence du mouvement sur la hauteur du son, par M. *Georges Quesneville*, 273.
— Guide pour l'analyse des sucres, par MM. *E. Laugier* et *Commerson*, 273; rapport de M. *F. Le Blanc*, 574.
— Étude sur les formations sédimentaires de la Nouvelle-Galles du Sud, 381.
— Rapport sur la construction des chemins de fer de la Nouvelle-Galles du Sud, 381.
— Mémoire sur le calcul des opérations chimiques, par *Brodie*, traduit par M. *A. Naquet*, 390.
— Revue générale des chemins de fer, 441.
— Ouvrage sur les habitations ouvrières de tous les pays, par MM. *Émile Muller* et *E. Cacheux*, 446.
— Recherches nouvelles sur l'essai des huiles, par M. *Gérardin*, 446.
— Petit Berquin agricole, par M. *C. L. Felizet*, 446.
— Histoire de l'Ecole centrale des arts et manufactures, par M. *Ch. de Comberousse*, 499.
— Sur les mines de houille dans lesquelles on a constaté la présence du grisou, par M. *Melsens*, 559.
— De l'influence des feuilles sur la production du sucre dans les betteraves, par MM. *Corenwinder* et *Contamine*, 559.
— Traité de chimie industrielle de *Wagner* (Traduction de M. *J. Gauthier*), 561.
— La photographie, son origine et ses applications, par M. *Davanne*, 618.
— Le café, la bière et le tabac, par M. *C. Husson*, 618.
— Traité d'anatomie des animaux domestiques, par le professeur *Frédéric Leyh* (Traduction de M. *Zundel*), 618.
— Comptes rendus sténographiques des Congrès internationaux tenus pendant l'Exposition universelle de 1878, 618, 656.
— Revue des progrès récents de l'exploitation des mines et de la construction des machines à vapeur, par M. *Haton de la Goupillière*, 645.
— Manuel pratique de la fabrication et du raffinage du sucre de betterave, par M. *L. Gautier*, 647.
— L'avenir économique, par M. *Menier*, 648.
— Etudes sur les machines nouvelles de la filature et du tissage à l'Exposition de 1878, par M. *Edouard Simon*, 648.
— Économie des machines et des manufactures, par M. *Ch. de Laboulaye*, 648.

Bière. Sur l'industrie de la, en Europe, 641.
Biographie. Éloge de M. *Balard*, par M. *Dumas*, 192.
Bois. Procédé pour rendre le, incombustible, par M. *M. P. Folbarri*, 437.
— Appareil pour carboniser le, en vases clos, par M. *André Bresson* (P), 647.
Boucles. Système de, éclairées au gaz, 335.
Brevets. Liste des, pris de 1866 à 1877 pour des procédés d'épaillage chimique de la laine et en tissus de laine, par M. *René Leblanc*, 582.

C.

Cacao. Nouveau torréfacteur à, par M. *Lambert*; rapport de M. *de Luynes*, 625.
Calculs. Machine à faire les, par M. *Thomas de Bojano*; rapport de M. *Sebert*, 393 (pl. 101, 102 et dessin sur bois).
Canon. Sur un appareil destiné à faire connaître la loi du mouvement de recul d'un, et celle du mouvement du projectile, par M. *Sebert*, 75 (pl. 92 et dessin sur bois).
Carbone. Méthode de détermination du, dans les aciers, par M. *Richter*, 334.
— Dosage du, contenu dans les alliages de fer et de manganèse, de fer et de tungstène, par M. *Boussingault*, 376.
Céramique. Produits de la fayencerie de Gien; communication de M. *E. Petigot*, 54.
— Réparation d'un émail de Limoges, par M. *Corplet*; communication de M. *de Luynes*, 382.
— Fabrication de foudres et cuves en, par M. *P. A. Gaillon* (P), 388.
Chaudières à vapeur. Alimentateur de, par M. *André* (P), 166.
— Nouveau système de, à bouilleurs, par M. *E. Joachim* (P), 644.
— Sur les causes de détérioration des, par M. *E. Weiss* (P), 647.
Chauffage. Sur le système de norias employé au chemin de fer de l'Est pour le, des bouillottes mobiles, par M. *Baude*, 17 (pl. 90 et dessins sur bois).
— Appareils thermosiphons pour le, des serres et appartements, par M. *Hector Mouquet* (P), 438, 651.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chauffage. Système de, destiné aux voitures de chemins de fer, par M. *E. Guitard*; rapport de M. *Baude*, 453 (pl. 103).
— Nouvel appareil de, par M. *P. Maublanc* (P), 618.
Chaux. Proposition d'emploi de la, contre le phylloxera, par M. *Th. Denis* (P), 167.
— Emploi du sulfocarbonate de, contre le phylloxera, par M. *Cauvy* (P), 380.
Cheminées. Sur les méthodes imaginées par M. *Kuhlmann* fils pour reconnaître la composition et pour mesurer le volume des gaz et des vapeurs acides débités par les, d'usines; rapport de M. *Aimé Girard*, 68; note de M. *Kuhlmann* fils, 71 (dessin sur bois).
— Système de ventilation pour, d'usines procurant une économie de combustible, par M. *Eug. Wery* (P), 644.
Chemins de fer. Système de M. *Regray* pour le chauffage des bouillotes mobiles, employé sur les, de l'Est, 22; système de M. *Forquenot* employé au, d'Orléans, 24 (pl. 90).
— Etat actuel des, dans le monde entier, par M. *Neumann-Spallart*, 51.
— Essai sur le principe des tarifs dans l'exploitation des, par M. *de la Gournerie*, 85 (dessin sur bois).
— Sur les, du Japon, par M. *W. Furniss Potter*, 163.
— Frein à embrayage électrique pour, par M. *Achard*; rapport de M. *Collignon*, 169 (pl. 93).
— Sur les idées et les études de M. *Duponchel* sur le, Trans-Saharien, par M. *Baude*, 184 (pl. 95).
— Projet de, métropolitain à voie spéciale en plein air, par M. *Louis Heuzé* (P), 217, 657.
— Note sur l'emploi des locomotives à quatre grandes roues accouplées dans les trains à grande vitesse, par M. *Baude*, 290 (dessin sur bois et pl. 99).
— Appareil de conjugaison des aiguilles et disques de, par M. *Demolon-Lecollier* (P), 388.
— Nouveau mode d'accrochage des wagons de, par M. *Léon Verlinde* (P), 440.
— Système de chauffage destiné aux voitures de, par M. *E. Guitard*; rapport de M. *Baude*, 453 (pl. 103).
— Frein à patins pour les trains de, par M. *Breton-Maire* (P), 558.
— Instrument, dit polymètre, servant à mesurer l'écartement, le surhaussement ou l'inclinaison des voies de, par M. *Couturier*; rapport de M. *Baude*, 565 (pl. 107).
Chemins de fer. Tableau des lignes de, du Pérou, 611.
— Procédé pour accrocher des wagons à un train de, en marche, par M. *P. Hanrez* (P), 616.
— Proposition d'appliquer des timbres électriques aux poteaux télégraphiques des, pour éviter les collisions, par M. *A. Georget* (P), 617.
— Emploi du verre trempé pour les traverses de, par M. *Siemens*, 643.
— Ligne télégraphique de sécurité pour prévenir les accidents de, par MM. *de Coronel* et *Loupias* (P), 651.
Chevaux. Nouveau système de boucles pour l'attelage des, par MM. *Defoy* et *Moreau* (P), 53.
— Moyen d'arrêter les, emportés, par M. *R. Vacher* (P), 53.
— Procédés employés pour le dressage des, rebelles, par MM. *Defoy* et *Moreau*: rapport de M. *Bella*, 356.
Chlorure de méthyle. Application du, à l'extraction des parfums, par M. *C. Vincent*, 648; réclamation de priorité à ce sujet, par MM. *Schneider* et *Naudin*, 656.
Chrome. Sur l'action du, dans les aciers, par M. *Boussingault*, 260, 322, 373, 433.
Cinématique. Nouvel organe de machines, par M. *Charles Bourdon*; rapport de M. *Haton de la Goupillière*, 57 (dessins sur bois.)
Cire. Des falsifications de la, et des moyens de les découvrir, 105.
Cobalt. Dépôts galvaniques de, par M. *Gaiffe*; rapport de M. *Troost*, 236.
Combustibles. Machine à agglomérer la houille pour faire des briquettes, par M. *Denain*; rapport de M. *Boutillier*, 228.
Concours. Ouvert par la Société des tramways de Hollande pour la meilleure machine de traction, 165.
— Ouvert pour un prix de 2 000 francs par la *Société scientifique industrielle* de Marseille (P), 645.
Concurrence. De la, faite par l'industrie américaine sur les marchés de l'Europe; lettre de M. *Hill*, 96.
Conseil d'administration. Liste des membres titulaires et honoraires composant le, pour 1879, 3.
Conservation. Sur de nouveaux silos pour la, des grains, par M. *Bella*., 118.
— Procédé de, des légumes sans l'emploi des sels de cuivre ou de la chlorophylle, par MM. *Possoz*, *Biardot* et *Lecuyer* (P), 380.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Conservation. Procédé pour la, des fourrages, par *M. Raphael Gauthier* (P), 561.
Constructions. Nouvel emploi du fer dans les, de maisons, par MM. *Paraire* et *Englebert*, 331.
— Nouveau système de toitures soulevables pour, par M. *A. Conti de Barbaran* (P), 388.
Coton. Des situations respectives de l'industrie cotonnière en Amérique et en Angleterre, 101.
— Fabrication de, siliceux, par MM. *Dane* et *H. Dade* (P), 643.
Couleurs. Sur l'impression en noir d'aniline des tissus de laine et de soie, par M. *Grawitz*, 277.
— Recherches sur l'application du méthylène à la fabrication des, méthylées dérivées de la houille, par M. *Bardy*, 499; réclamation au sujet de ces recherches, par M. *A. Poirrier*, 615.
— Nouvelle méthode pour la détermination des, complémentaires et application qu'on peut en faire dans la décoration, par M. *Rosenstiehl;* rapport de M. *de Luynes*, 509.
— Notes historiques sur la découverte de l'outremer artificiel, par M. *Loir*, 537.
— Procédé pour raviver les, passées des étoffes de laine, soie, etc., par M. *Louis Renard* (P), 561.
Cristaux. Nouveaux genres de, colorés par M. *Monot;* communication de M. *E. Peligot*, 168.
Cuivre. Nouveau mode de traitement des pyrites de; communication de M. *Dumas*, 275.

D.

Discours de M. *Baude* au banquet offert à M. *Dumas*, par le Conseil de la Société, pour fêter le cinquantième anniversaire de son entrée dans ce Conseil, 337; réponse de M. *Dumas*, 340.
— de M. *Dumas* à l'occasion du cinquantième anniversaire de la fondation de l'Ecole centrale des arts et manufactures, 464; discours de M. *de Comberousse*, 472.
Dressage. Procédés employés pour le, des chevaux rebelles, par MM. *Defoy* et *Moreau;* rapport de M. *Bella*, 356.
Dynamite. Nouvelle espèce de, dont le maniement est sans danger, par M. *Nobel*, 330.

E.

Eclairage. Nouvelle lampe de sûreté pour les mines, par MM. *L. Schwob* et *Ciechanowicki* (P), 53.
— Régulateur de lumière électrique, par M. *Emile Reynier;* rapport de M. *du Moncel*, 63 (pl. 91).
— Emploi du verre filé dans les globes pour la diffusion de la lumière électrique, par M. *Clemandot;* communication de M. *E. Peligot*, 167, 278.
— Nouveau système de régulateur pour l', électrique, par M. *V. Serrin* (P), 217.
— Appareils d', pour projections, par M. *Duboscq;* communication de M. *Debray*, 279.
— Lampe électrique à incandescence, par M. *E. Reynier;* rapport de M. *Du Moncel*, 281 (pl. 98).
— Expérience d', d'une mine de sel par la lumière électrique, 331.
— Système d', des bouées par le gaz, 335.
— Nouvelle veilleuse sans mèche, par M. *Ch. Bonnes* (P), 380.
— Sur le nouvel, par le gaz, par M. *Brisac*, 451.
— Appareil catoptrique pour l', des rues par le gaz, par M. *J. Sergines* (P), 618.
École centrale. Communication de M. *Dumas* au sujet de l', des arts et manufactures, 447; notice sur l', par M. *de Comberousse*, 448.
— Célébration du cinquantième anniversaire de la fondation de l', des arts et manufactures; discours de M. *Dumas*, 464; discours de M. *de Comberousse*, 472.
Electricité. Système de pile à bioxyde de manganèse et chlorure de zinc, par M. *Gaiffe;* rapport de M. *du Moncel*, 113.
— Dépôts de cobalt par l', obtenus par M. *Gaiffe;* rapport de M. *Troost*, 236.
— Application de l', au labourage, 378.
— Emploi de l', dans divers appareils nouveaux, par M. *Trouvé*, 391.
Éloge de M. *Balard*, par M. *Dumas*, 192.
Encre. Fabrique d', typographique et lithographique, par M. *Ch. Lorilleux;* rapport de M. *de Luynes*, 351.
Engrais. Système de traitement des matières de vidange pour, par M. *D'Hubert;* rapport de M. *Frémy*, 328.
Enseignement. Appareil pour apprendre aux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

enfants à lire sur les horloges, par M. *Barthélemy* (P), 217.
Enseignement. Appareils démonstratifs pour l', de la géométrie descriptive, par M. *Magnuski* (P), 389.
Epaillage. Mémoire sur l', par M. *René Leblanc*; épaillage chimique, action des acides et des alcalis sur les fibres végétales et les fibres animales, 577; historique, 580; liste des brevets, 582; méthodes opératoires, 585; épaillage par les acides dilués (voie humide), 586; épaillage par les acides gazeux (voie sèche), 592; épaillage par les sels, 594; épaillage mécanique, 598.
Etain. Sur l', de l'île de Billiton (Inde), 107.
Explosions. Lettre de M. *Burat* sur les, de grisou arrivées aux mines de Frameries, 442; remarques de M. *Dumas*, 444.
Expositions universelles. Renseignements généraux sur l'industrie et l'agriculture de la Belgique à l', de 1878, 122.
— Les tabacs français à l', de 1878, par M. *Emile Alglave*, 135 (dessins sur bois).
— Fondation d'un prix par la classe 47 de l', de 1878; lettre de M. *Fourcade*, 441.

F.

Falsifications. Des, de la cire et des moyens de les découvrir, 105.
Fardeaux. Nouveau crochet pour porter les, par M. *Scherpereel*; rapport de M. *Henri Peligot*, 627.
Fer. Nouvel emploi du, dans la construction des maisons, par MM. *Paraire* et *Englebert*, 331.
— Sur les progrès modernes accomplis dans la métallurgie du, par M. *Gruner*, 361.
— Dosage du carbone contenu dans les alliages de, et de tungstène, de, et de manganèse, par M. *Boussingault*, 376.
Fermeture. Nouveau mécanisme appliqué à la, des boutiques, par M. *Chavinier*; rapport de M. *Pihet*, 175 (pl. 94).
Filaments. Sur les, du Jute, par M. *Ad. Vincent*, 275.
Fils. Note sur l'unification du numérotage des, par M. *Édouard Simon*, 383.
Fondation d'un prix par la classe 47 de l'Exposition universelle de 1878; lettre de M. *Fourcade*, 441; rapport de M. *Legrand*, 514.
Fonte. Sur divers essais entrepris récemment pour déphosphorer la, par M. *Gruner*, 26.
— De la, de diverses qualités de la Compagnie de Terre-Noire et des expériences faites par cette Compagnie sur les aciers martelés et laminés à doses variables de carbone, de manganèse ou de phosphore, 156.
— Sur les essais ayant pour but de déphosphorer la; lettre de M. *Lowthian Bell*, 243; réponse de M. *Gruner*, 245.
Frein. Système de, à embrayage électrique, par M. *Achard*; rapport de M. *Collignon*, 169 (pl. 93).
— Système de, à patins pour les trains de chemins de fer, par M. *Breton-Maire* (P), 558.

G.

Galvanoplastie. Matière propre à faire des moules pour la, par M. *A. Baruzzi* (P), 166.
Gants. Sur les fabriques de, de l'Autriche, 112.
Gaz. Méthodes imaginées par M. *Kuhlmann* fils pour reconnaître la composition et pour mesurer le volume des, et des vapeurs acides débités par les cheminées d'usines; rapport de M. *Aimé Girard*, 68; note de M. *Kuhlmann* fils, 71 (dessin sur bois).
— Des, nuisibles dégagés dans l'atmosphère par certaines usines et du rapport fait à ce sujet par la récente Commission royale de la Grande-Bretagne, par M. *Arthur G. Phillips*, 307.
Gaz d'éclairage. Emploi du, pour les bouées, 335.
— Régulateur de la pression du, par MM. *Ulhric* et *Messner* (P), 380.
— Sur les expériences de nouvel éclairage par le, par M. *Brisac*, 451.
— Note sur le nouveau moteur à, perfectionné de M. *Otto*, 459 (pl. 104).
Glucoses. Sur quelques propriétés des, par M. *E. Peligot*, 628.
Grains. Sur de nouveaux silos pour la conservation des, par M. *Bella*, 118.
— Tarare ventilateur pour nettoyer les, par M. *Louis Proux* (P), 166.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Graissage. Appareil de, continu pour machines à vapeur, par M. *L. Consolin* (P), 389.

H.

Horlogerie. Pendule mystérieuse, par M. *Rosset;* rapport de M. *Haton de la Goupillière*, 346 (pl. 100 et dessin sur bois).
— Autre pendule mystérieuse, par M. *Théodore*; rapport de M. *Haton de la Goupillière*, 348 (pl. 100).
— Modérateur chronométrique, par M. *A. Deniau* (P), 446.
— Quantièmes appliqués aux montres, par M. *Crozet;* rapport de M. *Goulier*, 456 (pl. 103).
— Moyen de prolonger la durée de la marche des horloges, par M. *Henri Gault* (P), 560.
— Nouveau balancier compensateur pour les chronomètres de marine, par M. *Callier*; rapport de M. *Haton de la Goupillière*, 568 (pl. 107).
— Système de remise à l'heure pour les horloges publiques et les pendules, par M. *Auguste Fenon* (P), 617.
— Nouvelles simplifications apportées aux quantièmes de montres, par M. *Crozet;* rapport de M. *Goulier*, 621 (dessin sur bois).
Houille. Nouveau système de payement des ouvriers dans les mines de, du Northumberland, 51.
— Les mines de, d'Aniche, par M. *Vuillemin*, 205, 251.
— Machine à agglomérer la, pour faire des briquettes, par M. *Denain;* rapport de M. *Boutillier*, 228.
— Les mines de, du comté de Durham (Angleterre), 271.
— Sur la substitution de l'air comprimé à la poudre pour l'abatage de la, dans les mines, par M. *Garforth*, 331.
— Sur l'emploi des locomotives pour le transport de la, dans les mines de Doman (Hongrie), par M. *C. Heinrich*, 332.
— Lettre de M. *Burat* sur la catastrophe arrivée aux mines de Frameries, 442; remarques de M. *Dumas*, 444.
— Recherches sur l'application du méthylène à la fabrication des couleurs méthylées dérivées de la, par M. *Bardy*, 499; réclamation au sujet de ces recherches, par M. *A. Poirrier*, 645.
Houille. Application du système atmosphérique d'extraction aux mines de, d'Epinac, par M. *Zulma Blanchet*, 531 (pl. 105 et 106).
— Sur les conditions économiques de l'exploitation de la, en France et dans les pays voisins, par M. *Vuillemin*, 640.
— Carte des mines de, du bassin du Nord, par M. *Canelle*; description par M. *Haton de la Goupillière*, 652.
Huiles végétales. Palette à essayer les, comestibles, par MM. *Dufour* et *Rouaix;* rapport de M. *de Luynes*, 573.

I.

Impression. Presse à essuyage mécanique pour l', en taille douce, par M. *A. R. Chassagnot* (P), 165.
— Procédé pour l', des dessins en couleur, par M. *Émile Holtzmann* (P), 221.
— Fabrique d'encres pour l', typographique et lithographique, par M. *Ch. Lorilleux;* rapport de M. *de Luynes*, 351.
Impression des tissus. Sur l', de laine et de soie en noir d'aniline, par M. *Grawitz*, 277.
Incendies. Echelles de sauvetage en cas d', par M. *Rémy Lamon* (P), 52.
— Système automatique d'extinction des, de théâtres, par MM. *Lowes* et *Mac Lennan*, 164.
— Appareil de sûreté contre les, par M. *J. N. Raffard* (P), 389.
Incombustibilité. Procédé pour produire l', des bois, par M. *M. P. Folbarri*, 437.
Incrustations. Produit servant à détruire les, des chaudières à vapeur, par M. *E. Weiss* (P), 647.
Instruments de musique. Note sur une nouvelle pédale de piano, dite tonale ou harmonique, par M. *Wolff*, 240 (pl. 97).
Instruments de précision. Système de rapporteur, par M. *Grandjean;* rapport de M. *Sebert*, 117.
— Thermométrographe électrique, par M. *Eon* (P), 166.
— Spectroscope à vision directe, par M. *Léon Laurent* (P), 218.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Instruments de précision. Appareil donnant rapidement la densité d'un corps solide, par M. *Quequet* (P), 221.
— Appareils de physique et de précision, par M. *Laurent;* rapport de M. *de Luynes*, 426.
— Polymètre servant à mesurer l'écartement, le surhaussement ou l'inclinaison des voies ferrées, par M. *Couturier;* rapport de M. *Baude*, 565 (Pl. 107).
— Equerre graphométrique pour l'arpentage, par M. *Bohain* (P), 617.
— Thermomètres métalliques, par M. *Coret;* rapport de M. *de Luynes*, 624.
— Baromètre hydraulique perfectionné, par M. *Gaudin* (P), 647.
— Appareils d'optique de grande dimension, par M. *Léon Jaubert* (P), 655.

J.

Jute. Communication sur la fibre textile qui porte ce nom, par M. *Ad. Vincent*, 275.

L.

Laine. Production de la, dans le monde entier, 165.
— Mémoire sur l'épaillage des tissus de, par M. *René Leblanc*, 577.
Lampe. Système de, électrique, par M. *Emile Reynier;* rapport de M. *du Moncel*, 63 (pl. 91).
— Nouveau système de, électrique, par M. *Serrin* (P), 217.
— Système de, pour projections, par M. *Duboscq;* communication de M. *Debray*, 279.
— Système de, électrique à incandescence, par M. *E. Reynier;* rapport de M. *du Moncel*, 281 pl. 98).
Limes. Machine à tailler les, par M. *A. Petit* (P), 656.
Liste des membres titulaires et honoraires composant le Conseil d'administration pour 1879, 3.
Lithographie. Fabrique d'encres pour la, et la typographie, par M. *Ch. Lorilleux;* rapport de M. *de Luynes*, 351.
Lithographie. Développement dans l'emploi du zinc pour remplacer les pierres de, par M. *Monrocq* (P), 644.
Locomotives (Voy. **Machines locomotives**).
Loi. Projet de, présenté au Sénat par M. *Bozerian* pour la protection des noms commerciaux et le moyen de s'opposer à l'usurpation des médailles et récompenses honorifiques décernées à l'industrie (P), 561.

M.

Machines agricoles. Tarare ventilateur pour nettoyer les grains, par M. *Louis Proux* (P), 166.
Machines à vapeur. Graisseur continu pour les cylindres des, par M. *L. Consolin* (P), 389.
— Nouveau système de distribution pour les, par M. *L. Conti* (P), 438.
— Système de, avec régulateur dynamométrique, par M. *Mouzard* (P), 440.
— Système de, rotative, à injection, par M. *Émile Delaurier* (P), 440.
— Appareil de sûreté pour les, par M. *G. Thiolier* (P), 447.
— Petite machine de 1/6 de cheval, par M. *Tyson* (P), 559.
— Système de, supprimant l'emploi du chauffeur, par M. *Doré* (P), 559.
— Régulateur nouveau pour les, par M. *Henri Bosshard* (P), 561.
Machines hydrauliques. Appareil pour élever de l'eau au moyen de deux colonnes liquides en mouvement, par M. *E. Couillaut* (P), 617.
— Système de, par M. *Deydier* (P), 643.
Machines locomotives. Système de, sans foyer de M. *Léon Francq;* rapport de M. *Ed. Collignon*, 9 (pl. 89).
— Sur l'emploi des, à quatre grandes roues accouplées dans les trains à grande vitesse, par M. *Baude*, 290 (pl. 99 et dessins sur bois); compagnie d'Orléans, 294; compagnie de Lyon, *ibid.*; compagnie de l'Ouest, 295; compagnie du Nord, 296; compagnie de l'Est, *ibid.*; compagnie du Midi, 299; comparaison entre les divers types, *ibid.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Machines locomotives. Sur l'emploi des, pour le transport du charbon dans les mines de Doman (Hongrie), par M. *C. Heinrich*, 332.
Machines diverses. Nouvel organe de, par M. *Charles Bourdon;* rapport de M. *Haton de la Goupillière*, 57 (dessins sur bois).
— Machine à détirer les tissus, par M. *Marcadier;* rapport de M. *Pihet*, 66 (pl. 91).
— Machine à composer et à distribuer les caractères d'imprimerie, par M. *G. Thevenet* (P), 217.
— Machine à fabriquer les briquettes combustibles, par M. *Denain;* rapport de M. *Boutillier*, 228.
— Machine à biseauter les glaces, par M. *Lemercier* (P), 273.
— Mouton automoteur à vapeur, par M. *G. Lacour* (P), 389.
— Machine à calculer, par M. *Thomas de Bojano;* rapport de M. *Sebert*, 393 (pl. 101, 102 et dessin sur bois).
— Marteau atmosphérique, par M. *Chenot* (P), 446.
— Moteur à air comprimé, par M. *Cheymol* (P), 617.
— Machine à scier la pierre économiquement. par M. *A. Gary* (P), 644.
— Machine à tailler les limes, par M. *A. Petit* (P), 656.
Maillechort. Tréfilage du, par M. *Hélouis*, 285.
Maïs. Communication sur l'emploi du, dans l'alimentation, par M. *Fua de Padoue*, 382.
— Procédé de mouture du, et du sarrasin, par M. *Betz-Penot* (P), 644.
Maisons. Nouvel emploi du fer dans la construction des, par MM. *Paraire* et *Englebert*, 331.
Manganèse. Dosage du carbone contenu dans les alliages de fer et de, par M. *Boussingault*, 376.
Manioc. Sur la culture du, et la fabrication du tapioca au Brésil, par M. *Guignet*, 516.
Métallurgie. Sur divers essais entrepris récemment pour extraire le phosphore de la fonte, par M. *Gruner*, 26.
— Sur les établissements de, de Nijnétaguilsk (Russie) appartenant à M. *Demidoff*, 109.
— Sur la métallurgie moderne, par M. *Gruner*, 361.
— Sur la production, la constitution et les propriétés des aciers chromés, par M. *Boussingault*, 260, 322, 373, 433.
Métallurgie. Sur les essais de déphosphoration de la fonte; lettre de M. *Lowthian Bell*, 243; réponse de M. *Gruner*, 245.
Méthylène. Recherches sur l'application du, à la fabrication des couleurs méthylées dérivées de la houille, par M. *Bardy*, 499.
— Réclamation adressée par M. *A. Poirrier*, au sujet des travaux de M. *Bardy* sur les applications du méthylène, 645.
Métiers à tisser. Procédé pour le piquage mécanique des cartons du, *Jacquart*, par M. le comte de *Sparre* (P), 617.
Miel. L'industrie du, en Amérique, 497.
Mines. Nouveau système de payement des ouvriers dans les, de houille du Northumberland, 51.
— Lampe de sûreté pour les, par MM. *L. Schwob* et *Ciechanowicki* (P), 53.
— Sur les, d'opale de Dubrick (Hongrie), 106.
— Sur les, d'étain de l'île de Billiton (Inde), 107.
— Les, de houille d'Aniche, par M. *Vuillemin*, 205, 251.
— Le bassin houiller du comté de Durham (Angleterre), 271.
— Sur la substitution de l'air comprimé à la poudre dans les, de houille, par M. *Garforth*, 331.
— Sur l'emploi des locomotives pour le transport du charbon dans les, de Doman (Hongrie), par M. *C. Heinrich*, 332.
— Éclairage d'une, de sel par la lumière électrique, 334.
— Le grisou aux, de Frameries; lettre de M. *Burat*, 442; remarques de M. *Dumas*, 444.
— Sur les, de nickel de la Norwège, 498.
— Application de la pression atmosphérique au service de l'extraction pour l'exploitation des, à toute profondeur, par M. *Zulma Blanchet*, 521 (pl. 105 et 106); exposé théorique du système, 522; description et installation des appareils, 524; application du système au puits Hottinguer des houillères d'Epinac, 531; description de la machine définitive, son action sur l'aérage de la mine, 533.
— Sur les conditions économiques de l'exploitation des, de houille en France et dans les pays voisins, par M. *Vuillemin*, 640.
— Carte des, de houille du bassin du Nord, par M. *Canelle;* description par M. *Haton de la Goupillière*, 652.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Moteur. Note sur le nouveau, à gaz perfectionné de M. *Otto*, 459 (pl. 104).
— Emploi du, hydraulique de M. *Schmidt*, à Zurich, pour travaux domestiques; communication de M. *Hervé Mangon*, 653.

N.

Nécrologie. Mort de M. *Albert Barre*, membre du Conseil, 52.
— Mort de M. *Chevallier*, membre du comité des arts chimiques, 651.
— Mort de M. *Bourgeois*, membre du comité d'agriculture, 654.
— Mort de M. le vicomte *de Grouchy*, membre de la commission des fonds, 655.
— Mort de MM. *Ducray-Chevallier* et *Lamoureux*, membres de la Société, 655.
Nickel. Sur quelques perfectionnements récents introduits dans la métallurgie du, par M. *Alfred Allen*, 33 et sur le traitement de quelques minerais de, de l'Europe, par M. *Badoureau* (dessins sur bois); transformation du minerai en speiss, 43; transformation par la voie sèche des mattes ou speiss en demi-produits oxydés, 46; préparation des cubes de nickel, 48; alliages de nickel, 49.
— Sur le, de la Norwége, 498.
Nitroglycérine. Transformation de la, liquide, en gélatine-dynamite, par M. *Nobel*, 330.
Nivellement. Instrument, dit polymètre, servant au, des voies ferrées, par M. *Couturier*; rapport de M. *Baude*, 565 (pl. 107).
— Appareil pour faire un, d'une manière automatique, par M. *W. Calmette* (P), 617.
— Appareil pour opérer mécaniquement le, d'un terrain, par M. *Dumoulin*, 619.
Noir. Sur l'impression en, d'aniline des tissus de laine et de soie, par M. *Grawitz*, 277.
— Fabrication d'un, par le traitement des écumes de défécation et de carbonatation, par M. *Henri Moissan*, 561.

O.

Opale. Les mines d', de Dubrick (Hongrie), 106.
Optique. Spectroscope à vision directe, par M. *Léon Laurent* (P), 218.
— Appareils d', de grande dimension, par M. *Léon Jaubert* (P), 655.
Or. Nouvel alliage imitant l', par MM. *Maffre* et *comp.*, 334.
Outremer. Notes historiques sur la découverte de l', artificiel, par M. *Loir*, 537.

P.

Parfums. Application du chlorure de méthyle à l'extraction des, par M. *C. Vincent*, 648; réclamation de priorité à ce sujet, adressée par MM. *Schneider* et *Naudin*, 656.
Passementerie. Emploi du métal blanc et des lames irisées dans la, par M. *Hélouis*; rapport de M. *Debray*, 284.
Phosphore. Sur divers essais entrepris récemment pour extraire le, de la fonte, par M. *Gruner*, 26.
— Lettre sur le même sujet, par M. *Lowthian Bell*, 243; réponse de M. *Gruner*, 245.
Photographie. Sur l'émulsion sèche au bromure d'argent préparée par M. *Chardon*; lettre de M. *de Lafollye*, 302; réponse de M. *Davanne*, 304.
— Souscription pour élever une statue à Chalon-sur-Saône à *Joseph-Nicéphore Niepce*, inventeur de la, 238, 306.
— Système de reproduction des planches gravées d'après des clichés de, par M. *Lenoir*, 387.
Phylloxera. Proposition d'emploi de la chaux contre le, par M. *Th. Denis* (P), 167.
— Emploi du sulfocarbonate de chaux pour la destruction du, par M. *Cauvy* (P), 380.
— Note sur le traitement d'un vignoble contre le, par M. *Teissonnière*, 390.
— Procédé contre le, par M. *Félix Michel* (P), 644.
Pianos. Note sur une nouvelle pédale pour, dite tonale ou harmonique, par M. *Wolff*, 240 (pl. 97).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pierres. Machine à scier les, économiquement, par M. *A. Gary* (P), 644.
Pile. Système de, à bioxyde de manganèse et chlorure de zinc, par M. *Gaiffe;* rapport de M. *du Moncel*, 113.
Plomb. Procédé de désargentation du, par M. *Rozan*, 272.
Ponts. Le premier des, en acier construit en Amérique, par M. *Smith*, 335.
— Système de liens pour l'établissement des, volants, par M. *Bouilliant;* communication de M. *Hervé Mangon*, 653.
Poules. Sur le produit des, en France, 640.
Prairies. Sur les, selon le système de M. *Gœtz*, par M. *Boitel*, 246.
Presse. Système de, à essuyage mécanique pour l'impression en taille douce, par M. *A. R. Chassagnot* (P), 165.
Priorité. Réclamation de, par M. *G. Anthoni*, au sujet de l'emploi du caoutchouc vulcanisé pour amortir les vibrations causées par les machines (P), 166.
— Réclamation de, par M. *Sidot*, au sujet de l'emploi de l'électricité pour les chevaux vicieux, 389.
Prix. Offert par la Société des tramways de Hollande pour la meilleure machine de traction, 165.
— Fondation d'un, par la classe 47 de l'Exposition universelle de 1878; lettre de M. *Fourcade*, 441; rapport de M. *Legrand*, 514.
— de 2 000 francs offert par la *Société scientifique industrielle* de Marseille, (P), 645.
Procès-verbaux du Conseil d'administration. Séance ordinaire du 10 janvier 1879 (élections), 52; — du 24 janvier, 165; — du 14 février, 216; — du 28 février, 220; — du 14 mars, 273; — du 28 mars, 379; — du 25 avril, 388; — du 9 mai, 438; — du 23 mai, 440; — du 13 juin, 445; — du 27 juin, 498; — du 11 juillet, 558; — du 25 juillet, 560; — du 24 octobre, 616. — du 14 novembre, 643; — du 28 novembre, 647; — du 12 décembre, 651; — du 26 décembre (élections), 654.
Progrès. Sur les, et ressources de la Nouvelle-Galles du Sud, par M. *Charles Robinson*, 482.
Puits. Sur le, artésien de Pesth (Hongrie), 270.
Pyrotechnie. Procédé pour rendre plus précise la direction des fusées, par M. *Lavaud de Lestrade* (P), 166.

R.

Réclamation. Envoi d'une, de priorité au sujet de l'emploi du caoutchouc vulcanisé pour amortir les vibrations causées par les machines, par par M. *G. Anthoni* (P), 166.
— Adressée par M. *Sidot* au sujet de la priorité de l'emploi de l'électricité pour les chevaux vicieux, 389.
— Lettre de, au sujet de la communication de M. *Bardy* sur la préparation des produits méthylés, par M. *A. Poirrier*, 645.
Régulateur. Système de, de lumière électrique, par M. *Emile Reynier;* rapport de M. *du Moncel*, 63 (Pl. 91).
— Système de, de température, par M. *N. J. Raffard* (P), 216.
— Nouveau système de, de lumière électrique, par M. *V. Serrin* (P), 217.
— Système de, de la pression du gaz, par MM. *Ulhric* et *Messner* (P), 380.
— Système de, nouveau pour machines à vapeur, par M. *Henri Bosshard* (P), 561.
Robinet. Système de, évitant les coups de bélier, par M. *Sauvage* (P), 558.

S.

Salaires. Nouveau système de payement des mineurs du Northumberland, 51.
— Des, des ouvriers mineurs en France et dans les pays voisins, par M. *Vuillemin*, 641.
Salubrité. Des vapeurs nuisibles émises dans l'atmosphère par certaines usines et du rapport fait à ce sujet par la récente Commission royale de la Grande-Bretagne, par M. *Arthur G. Phillips*, 307.
Sarrasin. Procédé de mouture du, et du maïs, par M. *Betz-Penot* (P), 644.
Sauvetage. Echelles de, en cas d'incendie, par M. *Rémy Lamon* (P), 52.
Scies. Appareil servant à donner de la voie aux, par M. *Coulogne;* rapport de M. *de Laboulaye*, 225 (dessins sur bois).
Séances du Conseil d'administration. (Voy. **Procès-verbaux**.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Serrurerie. De la concurrence faite par la, américaine à celle de l'Angleterre ; lettre de M. *Hill*, 96.
— Système de serrure de sûreté, par M. *J. Matisse* (P), 380.
— Grilles forgées de M. *Moreau ;* rapport de M. *de Salverte*, 428.
Silos. Sur de nouveaux, pour la conservation des grains, par M. *Bella*, 118.
Soie. Conditionnement, titrage et décreusage de la, par M. *J. Persoz ;* rapport de M. *Schutzenberger*, 115.
Sonnerie. Appareils d'appel à, trembleuse, par M. *Laville* ; rapport de M. *Sebert*, 177 (pl. 94).
Soude. Tableau des exportation du nitrate de, du Pérou de 1866 à 1876.
Soufre. Utilisation de la combustion du, dans les pyrites pour économiser le combustible nécessaire à leur traitement ; communication de M. *Dumas*, 275.
Stalactites. Sur des, de quartz, trouvées en Amérique dans un fourneau *Martin-Siemens* ; communication de M. *Laurence Smith*, 274.
Statistique. Sur les établissements métallurgiques de Nijnetaguilsk (Russie), appartenant à M. *Demidoff*, 109.
— Sur l'élève du bétail dans la République Argentine, 110.
— L'industrie de la ganterie en Autriche, 112.
— Cultures de la Belgique, 132.
— Production de la laine dans le monde entier, 165.
— Production de l'acier *Bessemer*, 437.
— Détails de, sur la Nouvelle-Galles du Sud, par M. *Charles Robinson*, 482.
— De l'industrie du miel en Amérique, 497.
— Détails de, sur le Pérou, en 1878, par M. *Luis E. Albertini ;* organisation politique, 550 ; géographie, orographie, hydrographie climat, productions, 553 ; les trois règnes de la nature, 601 ; voies de communication, 610 ; monnaies, poids et mesures, 612 ; revenu national et budget, 613 ; navigation et commerce, 614 ; armée, marine de guerre, 615 ; marine marchande, 616.
— Renseignements de, sur l'Australie du Sud, par M. *Josiah Boothby*, 631.
— Sur le produit des poules en France, 640.
— Sur l'industrie de la bière en Europe, 641.
Statue. Souscription ouverte par la ville de Chalon-sur-Saône pour élever une, à *Joseph-Nicéphore Niepce ;* rapport de M. *Davanne*, 238 ; circulaire du comité de souscription, 306.
Substances alimentaires. Conserves de légumes préparées par un procédé sans sel de cuivre ni chlorophylle, par MM. *Possoz*, *Biardot* et *Lecuyer* (P), 380.
Sucre. Emploi industriel des écumes de défécation et de carbonatation provenant de la fabrication du, de betteraves, par M. *Henri Moisson*, 561.
— Procédés pour augmenter le rendement de la betterave dans la fabrication du, par M. *E. Gallois* (P), 655.
Sulfocarbonate. Note sur l'emploi du, de chaux contre le phylloxera, par M. *Cauvy* (P), 380.
Sûreté. Serrure de, par M. *J. Matisse* (P), 380.
— Appareil de, contre les incendies, par M. *J. N. Raffard* (P), 389.
— Appareil de, pour les machines à vapeur, par M. *G. Thiolier* (P), 447.

T.

Tabac. Sur le, français à l'Exposition universelle de 1878, par M. *Emile Alglave*, 135 (dessins sur bois).
Tanin. Extraction économique du, des résidus des tanneries, par M. *A. Farcy* (P), 656.
Tapioca. Sur la culture du manioc et la fabrication du, au Brésil, par M. *Guignet*, 516.
Tarifs. Essai sur le principe des, dans l'exploitation des chemins de fer, par M. *de la Gournerie*, 85 (dessin sur bois).
Télégraphie électrique. Système de réglage des appareils *Morse*, par M. *Dumoulin-Froment ;* rapport de M. *du Moncel*, 182.
— Appareils enregistreurs et avertisseurs des manœuvres des écluses de la rivière d'Aa, par M. *Henry Lepaute*, 619.
— Ligne de, pour la sécurité des chemins de fer, par MM. *de Coronel* et *Loupias* (P), 651.
— Modifications à ses appareils télégraphiques, par M. *Chambrier* (P), 657.
Téléphone. Système de, parlant à haute voix, par M. *Gower ;* communication de M. *du Moncel*, 218.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Téléphone. Emploi du, pour s'assurer de l'état des torpilles fixes, par le capitaine *Evoy*, 335.
— Sur une expérience curieuse faite avec le, par M. *Crépaux*, 450.
Thermomètres. Système de, métalliques, par M. *Coret;* rapport de M. *de Luynes*, 624.
Tissus. Machine à détirer les, par M. *Marcadier;* rapport de M. *Pihet*, 66 (pl. 91).
— Fabrication de, en plumes, par M. *Bourguignon* (P), 617.
Tonneaux. Fabrication mécanique des, par M. *P. A. Gaillon* (P), 388.
Topographie. Rapporteur, par M. *Grandjean*; rapport de M. *Sebert*, 117.
Transport. Méthodes pour le, de certains liquides industriels, par M. *Kuhlmann* fils; rapport de M. *A. Girard*, 229; Note de M. *Kuhlmann* fils, 232 (pl. 96).
Tuiles. Système de, en zinc ou en tôle galvanisée, par M. *Menant* (P), 273.
Tungstène. Dosage du carbone contenu dans les alliages de fer et de, par M. *Boussingault*, 376.
— Emploi dans la fabrication de l'acier au, du tungstène extrait du tungstate de soude du commerce, par M. *Filsinger*, 379.
Tunnel. Projet de, à Gibraltar, 270.
— Sur les travaux du, du Saint-Gothard, par M. *D. Colladon;* 319.
Typographie. Matière propre à faire des moules pour la galvanoplatie et la, par M. *A. Baruzzi* (P), 166.
— Machines à composer et à distribuer les caractères de, par M. *G. Thévenet* (P), 217.
— Nouveau genre de cliché pour la, par M. *E. Jannin* (P), 273.
— Fabrique d'encres pour la, et la lithographie, par M. *Ch. Lorilleux;* rapport de M. *de Luynes*, 351.
— Reproduction par la, de planches gravées d'après des clichés photographiques, par M. *Lenoir*, 387.
— Moyen de remplacer la, par M. *Ch. E. Seguin* (P), 644.

V.

Vapeur. Emploi de la, comme combustible pour obtenir de très-hautes températures, par M. *Joye E. Grice* (P), 380.
Verre. Emploi du, filé dans les globes pour tamiser la lumière électrique, par M. *Clémandot;* communication de M. *E. Peligot*, 167, 278.
— Nouveaux genres de cristaux colorés, par M. *Monot;* communication de M. *E. Peligot*, 168.
— Emploi du, trempé pour les traverses de chemins de fer, par M. *Siemens*, 643.
— Fabrication de coton de, par MM. *Dane* et *H. Dade* (P), 643.
Vibrations. Moyen d'amortir les, causées par les marteaux mécaniques, par M. *André Leblanc* (P), 499.
Vidanges. Système d'utilisation des matières de, par M. *D'Hubert;* rapport de M. *Frémy*, 328.
— Nouveau système de, par MM. *Ch. Talard* et *E. Jeanty* (P), 618.
Vinaigre. Fabrication du, suivant la méthode luxembourgeoise, par M. *Eug. Barbe* (P), 647.
Viticulture. Proposition d'emploi de la chaux contre le phylloxera, par M. *Th. Denis* (P), 167.
— Emploi du sulfocarbonate de chaux contre le phylloxera, par M. *Cauvy*, 380.
— Procédé contre le phylloxera, par M. *Félix Michel* (P), 644.
— Système de culture de la vigne, par M. *L. Chambault* (P), 655.

W.

Wagons. Nouveau mode d'accrochage des, de chemins de fer, par M. *Léon Verlinde* (P), 440.

Z.

Zinc. Développement dans l'emploi du, pour remplacer les pierres lithographiques, par M. *Monrocq* (P), 644.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE DES PLANCHES ET DES DESSINS.

PLANCHES.

Pages.

Pl. 89, *triple*. Locomotive sans foyer, par M. Léon Francq. 15

Pl. 90, *triple*. Système de chauffage des bouillottes mobiles du chemin de fer de l'Est et système du chemin de fer d'Orléans. 25

Pl. 91, *double*. A. Régulateur de lumière électrique, par M. Reynier. — B. Machine à étirer les tissus, par M. Marcadier. 67

Pl. 92, *triple*. Vélocimètre à diapason et à enregistreurs électriques. 83

Pl. 93, *double*. Frein à embrayage électrique, par M. Achard. 173

Pl. 94, *double*. A. Nouveau mécanisme pour fermeture des boutiques, par M. Chavinier. — B. Appareils d'appel à sonnerie trembleuse, par M. Laville. 177

Pl. 95, *double*. Étude du chemin de fer Trans-Saharien, par M. Duponchel. 191

Pl. 96, *simple*. Bateau-réservoir pour le transport des hypochlorites liquides. 235

Pl. 97, *simple*. Nouvelle pédale tonale ou harmonique, par M. Wolff. 243

Pl. 98, *simple*. Lampe électrique à incandescence, par M. Reynier. 283

Pl. 99, *triple*. Locomotives à quatre grandes roues accouplées des trains à grande vitesse. 301

Pl. 100, *double*. Pendules mystérieuses de M. Rosset et de M. Théodore. 349

Pl. 101, *triple*. Arithmomètre de M. Thomas de Colmar perfectionné par M. Thomas de Bojano. 425

Pl. 102, *triple*. . . . . Id. . . . . Id. . . . . *Ibid.*

Pl. 103, *simple*. A. chauffage des voitures de chemins de fer, par M. Guitard. — B. Quantièmes appliqués aux montres, par M. Crozet. 457

Pl. 104, *simple*. Moteur à gaz perfectionné, par M. Otto. 461

Pl. 105, *double*. Système d'extraction par la pression atmosphérique, par M. Blanchet. . . 537

Pl. 106, *double*. . . . . Id. . . . . Id. . . . . *Ibid.*

Pl. 107, *simple*. A. Polymètre, par M. Couturier. — B. Balancier compensateur pour chronomètres, par M. Callier. 571

DESSINS.

Sur le chauffage des bouillottes mobiles de wagons de chemins de fer, par M. Baude. — 2 figures. . . . . 21 et 22

Sur la métallurgie du nickel, par M. Alfred Allen. — 16 figures. 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49 et. 50

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.

Nouvel organe de machines, par M. Charles Bourdon. — 6 figures. . . . . 58, 59, 60 et 62
Sur la condensation des vapeurs acides et expériences sur le tirage des cheminées, par M. Kuhlmann fils. — 1 figure. 73
Appareil destiné à faire connaître la loi du mouvement de recul d'une bouche à feu, par M. Sebert. — 1 figure. 76
Essai sur le principe des tarifs de chemins de fer, par M. de la Gournerie. — 1 figure. . . 93
Les tabacs français à l'Exposition universelle de 1878, par M. Emile Alglave. — 3 figures. 137, 139 et. 140
Appareil servant à donner la voie aux scies, par M. Coulogne. — 3 figures. . . . . 226 et 227
Sur l'emploi des locomotives à quatre grandes roues accouplées dans les trains à grande vitesse, par M. Baude. — 2 figures. 298
Pendule mystérieuse, par M. Rosset. — 1 figure. 347
Machine à calculer de M. Thomas de Bojano. — 1 figure. 412
Nouveau moteur à gaz, par M. Otto. — 2 figures. . . . . 462 et 463
Nouvelles simplifications apportées aux quantièmes de montres, par M. Crozet. — 1 figure. 622

Paris.— Imprimerie de Mme Ve Bouchard-Huzard, rue de l'Éperon, 5;
Jules TREMBLAY, gendre et successeur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires